

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 12

Луцьк – 2019

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 (свідectво серія KB, № 20340-10140P 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 26 листопада 2019 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра будівництва та цивільна інженерії, e-mail: Zbirnukfbd@gmail.com, <http://eforum.lntu.edu.ua/index.php/construction>, телефон (0332) 26-24-60

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СТЕРЖНЕВОЇ
АРМАТУРИ В ПЕРЕРІЗАХ КОМБІНОВАНО-АРМОВАНИХ
НЕРОЗРІЗНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК**

**EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE WORK OF STEEL REBAR
IN THE CROSS-SECTIONS OF CONTINUOUS COMBINED-
REINFORCED CONCRETE BEAMS**

**Андрійчук О.В., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний
університет), Нінічук М.В. аспірант (Луцький національний
технічний університет)**

**Andriichuk O.V., Ph.D., associate professor, (Lutsk National
Technical University), Ninichuk M.V., postgraduate student (Lutsk
National Technical University)**

***Анотація.** Проведено аналіз експериментальних досліджень особливостей роботи стержневої арматури в перерізах двопролітних залізобетонних балок. При їх конструюванні в якості армування використовується класична сталева арматура у вигляді каркасів, та дисперсне армування бетону сталевую фіброю.*

***Summary.** Perspective direction of concrete structures improvement are increasing their strength, hardness and shear strength by using statically indeterminate structures. Special place is occupied by statically indeterminate (continuous) reinforced concrete beams, as they most efficiently used components materials - concrete and reinforcement. The dispersed-reinforced materials, including steel fibrous concrete are the one of most promising structural materials that can increase the compressive strength of concrete materials and structures, tensile strength, shear strength, get effective structures which would respond to higher operational requirements. The article presents the results of experimental studies of the work of steel rebar in cross sections of two-span reinforced concrete beams in which classical rebar frames and dispersed reinforcement of concrete with steel fibers are combined.*

Experiments were conducted with 300 cm long two-span beams which were made from heavy concrete. The size of the cross section was 10x16 cm. The length of spans was 140cm. The additional, dispersed reinforcement of the test specimens was performed by using steel fibers, in a such way, that the specimens had different filling by the fibers volume of the beam, but with the same relative percentage of reinforcement, equal to $\mu=1\%$. Thus, the beam 3B-1 was reinforced with fiber throughout its volume, 3B-2 – in stretched zones, 3B-3 – to the height of the two minimum concrete cover zones.

During the testing in special flexural testing frame, was determined deflections, reinforcement and concrete strains, crack width. The load was accepted as fracture, when the strain of reinforcement or concrete reached the limit values. In the course of the research, the new experimental data were obtained, on the basis of which it can be concluded, that the use of additional disperse reinforcement of steel fibers of the

stretched zones of continuous reinforced concrete beams, allows to decrease the reinforcement strains, enhance the strength and redistribution off the efforts in spans.

Ключові слова: бетон, сталева фібра, СФБ, арматура, деформації, напруження.

Keywords: concrete, steel fiber, SFRC, reinforcing bar, strain, stress.

Постановка проблеми. В сучасному будівництві досить широко застосовуються статично невизначені залізобетонні конструкції, зокрема багатопролітні нерозрізні залізобетонні балки. Вони є складовими конструкцій перекриття промислових та цивільних будівель, шляхопроводів, естакад, мостових конструкцій. Як нерозрізні балки можна розглядати і стрічкові фундаменти під ряди колон, в тому числі і перехресні. Такі балки мають ряд переваг перед розрізними: менші витрати матеріалів, оскільки в перерізах виникають менші згинальні моменти; спрощене армування; підвищена жорсткість; відсутність стиків.

Для конструювання та виготовлення залізобетонних конструкцій у наш час актуальним є застосування дисперсного армування, зокрема сталевібробетону, а також комбінованого армування (поєднання класичного армування із дисперсним). Суттєва перевага цього композитного матеріалу – його висока питома міцність на одиницю маси. Сталевібробетон краще опирається виникненню та розвитку мікро- і макротріщин, витриваліший до вібраційних та ударних впливів, має підвищену міцність на стирання, вищу в'язкість і пружність тощо [1 – 3]. Ефективність застосування сталевібробетону (СФБ) в будівельних конструкціях може досягатися за рахунок зниження трудовитрат на арматурні роботи, суміщення технологічних операцій на приготування, армування, укладання та ущільнення СФБ суміші, продовження терміну експлуатації конструкцій і зниження витрат на різні види поточного ремонту.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідження роботи нерозрізних залізобетонних конструкцій та вивчення їх напружено-деформованого стану проводились багатьма вченими. Багато робіт по дослідженню перерозподілу зусиль в нерозрізних балках було виконано в середині ХХ-го століття такими вченими як О.О. Гвоздев, С.М. Крилов, А.І. Мангушев. та інші. В наш час актуальним є обґрунтування та розробка деформацийних умов розрахунку нерозрізних балок, зокрема Бабичем В.Є. була розроблена методика визначення напружено-деформованого стану і міцності нормальних перерізів балок на основі деформацийної моделі [4]. Активно проводяться дослідження роботи сталевібробетонних та комбіновано-армованих залізобетонних конструкцій. Вченими Бабичем Є.М., Андрійчуком О.В., Білозіром В.В., Дробошинцем С.Я. проведено багато досліджень особливостей роботи сталевібробетонних і

сталевіброзалізобетонних згинальних елементів, розроблені методики визначення їх напружено-деформованого стану і міцності при дії одноразових та повторних (малоциклових) навантажень [5 – 6].

Варто відмітити, що вплив дисперсного армування сталевими фібрами на напружено-деформований стан, міцність, тріщиностійкість та перерозподіл зусиль статично невизначених залізобетонних конструкцій, є маловивченим, тому результати експериментальних досліджень, що розглядаються у статті, є актуальними на даний час.

Мета статті: встановити особливості роботи стержневої арматури в перерізах нерозрізних залізобетонних балок, у яких в якості армування використовується поєднання класичної сталеві арматури у вигляді каркасів та дисперсного армування бетону сталеві фіброю.

Методика експериментальних досліджень. Для встановлення впливу армування сталевими фібрами комбіновано-армованих залізобетонних нерозрізних балок на роботу стержневої арматури було проведено випробування трьох дослідних зразків. Вони являли собою нерозрізні двопрольотні залізобетонні балки довжиною 300 см з розмірами поперечного перерізу 10×16 см і довжиною прольотів по 140 см.

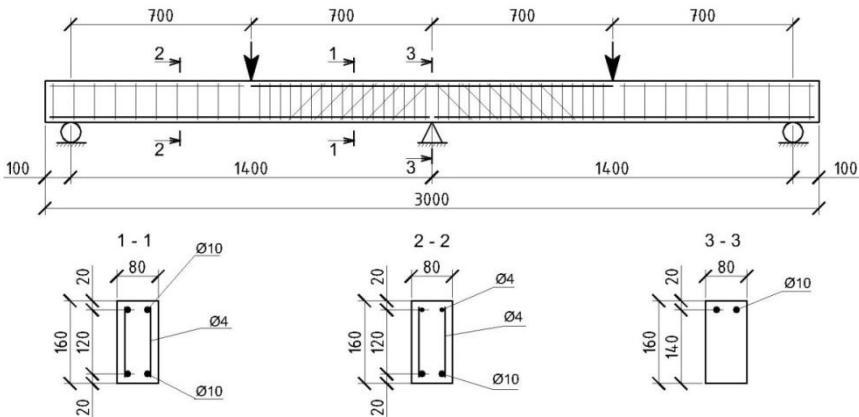


Рис.1. Конструктивна схема дослідних балок

Склад цементно-піщаної матриці прийнято 1:2. Використовували портландцемент марки М500 та попередньо відмудлений від глинистих, пилюватих і мулистих домішок пісок з модулем крупності 2,4. Одночасно з виготовленням балок бетонували куби розміром 15×15×15 см та призми 15×15×60 см, і 10×10×60 см, які використовувалися для визначення кубикової та призмової міцності бетону та його деформаційних характеристик. 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 $f_{ct} = 0,5$ МПа.

Основне армування виконувалось у вигляді двох плоских каркасів з робочою арматурою в прольотах і над опорою з Ø10A500С (підбиралась із врахуванням перерозподілу зусиль) і поперечним армуванням стержнями зі сталі Ø4Вр-I, які влаштовувались між середньою опорою і місцем прикладення зусилля з кроком 40 мм, а між крайньою опорою і місцем прикладення зусилля з кроком 80 мм (представлено на рис. 1).

Додаткове, дисперсне армування дослідних зразків виконувалося із застосуванням сталевих фібр таким чином, щоб у зразках було різне заповнення фібрами об'єму балки, але з однаковим відносним відсотком армування, рівним $\mu = 1\%$. Так, балка ЗБ-1 армувалася фібрами по всьому своєму об'єму, ЗБ-2 – у розтягнутих зонах, ЗБ-3 – на висоту подвійного захисного шару бетону (рис. 2).

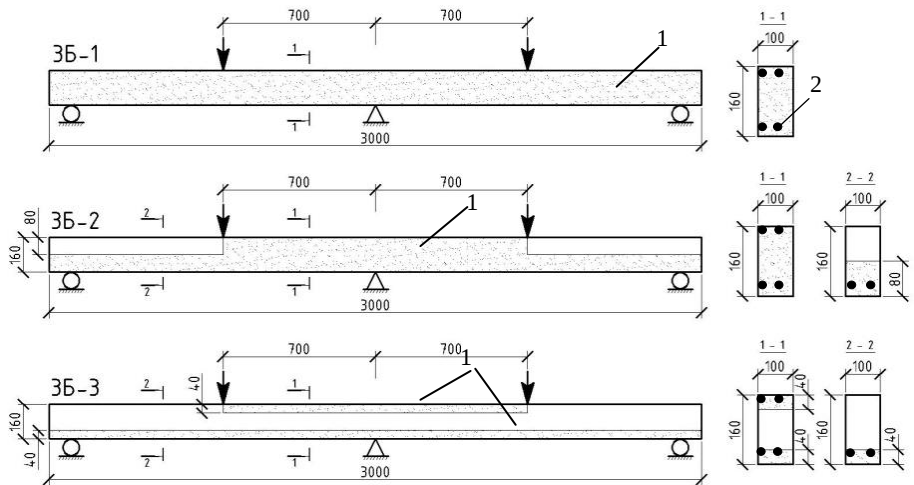


Рис. 2. Розподіл фібр по об'єму в зразках:
1 – зона додаткового армування фібрами, 2 – основна арматура

Використовувалися сталеві фібри хвилястої форми, довжиною 50 мм і діаметром 1 мм. Кубикова міцність СФБ 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 – $f_{ct} = 1,7$ МПа, що на 340% більше, ніж міцність на розтяг цементно-піщаної матриці.

Суміш для експериментальних зразків виготовлялася у бетонозмішувачі, а ущільнення проводилось за допомогою глибинного вібратора. Запланований розподіл фібр по об'єму здійснювався через

пошарове бетонування зразків. Перерва між вкладанням шару цементно-піщаної матриці і шару з додатковим армуванням фібрами становила не більше 20 хвилин. Розпалублювали балки через 7 діб, подальше їх зберігання відбувалося у вологому середовищі протягом 28 діб, після чого вони знаходились у приміщенні лабораторії.

Для випробування дослідних зразків-балок була запроєктована і виготовлена спеціальна силова установка. Плоский поперечний згин у двопрольотних балках 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.

Завантаження дослідних зразків відбувалось ступенями. Після кожного прикладання зусилля знімали покази приладів (рис. 3) і візуально оглядали балки. Прогини вимірювали за допомогою прогиномірів 6ПАО, які розміщувалися під зосередженими силами. Деформації крайніх волокон стиснутої та розтягнутої зон бетону вимірювали індикаторами годинникового типу МІГ-1 (на базі 100 мм) і за допомогою тензодатчиків на базі 50 мм ланцюжками через 20 мм. Деформації арматури визначали тензорезисторами (на базі 20 мм) і тензометричною станцією ВНП-8. За допомогою динамометра, що слугував крайньою опорою, фіксували значення опорної реакції. Процес тріщиноутворення досліджувався за допомогою мікроскопа МПБ-3. За руйнівне приймали навантаження, коли деформації арматури або бетону досягали граничних значень.

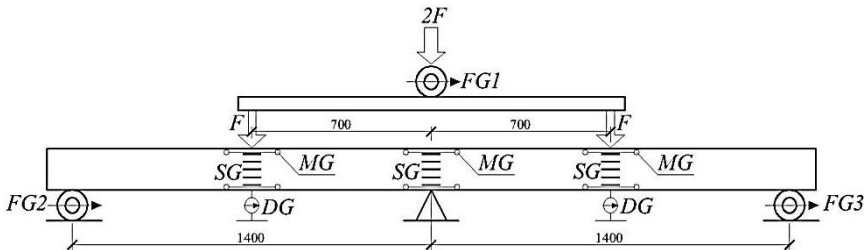


Рис. 3. Схема розташування вимірювальних приладів:
 FG – динамометри; SG – тензорезистори;
 DG – прогиноміри; MG – індикатори годинникового типу

Також попередньо визначались механічні характеристики арматурних стержнів діаметром 10 мм. Випробувалось по три стержні довжиною по 50 см у розривній машині УИМ-50. Розтягувальні зусилля прикладались ступенями, після яких робились витримки для зняття відліків по приладах.

Деформації кожного стержня вимірювали двома тензометрами Гугенберга на базі 20 мм з ціною поділок 0,001 мм. Під час випробувань

фіксувалася межа текучості та гранична міцність арматурних стержнів. За отриманими результатами випробувань побудовані діаграми деформування арматурних стержнів (рис. 4).

Випробовування стержнів засвідчили, що їх механічні характеристики перевищують нормативні значення для арматури класу А500С і не відповідають таким показникам арматури класу А600С. Так, для стержнів діаметром 10 мм отримані такі характеристики: межа міцності $\sigma_{ud} = 754,8$ МПа; межа текучості $\sigma_y = 615,1$ МПа; модуль пружності $E_s = 195997,8$ МПа, максимальні зафіксовані деформації арматури, які відповідають напруженням σ_y , $\varepsilon_{s0} = 314,2 \times 10^{-5}$.

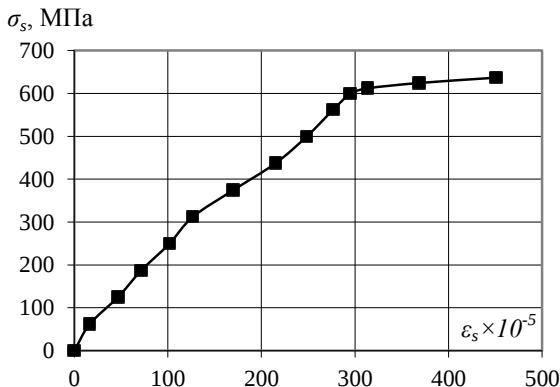


Рис. 4. Діаграма деформування арматурних стержнів діаметром 10 мм

Результати експериментальних досліджень. У процесі досліджень балок до руйнування були зафіксовані характерні особливості їх напружено-деформованого стану, що описано в роботах [7, 8]. Так, всі балки зруйнувалися за нормальними перерізами внаслідок досягнення граничних деформацій арматури в прольотах і над опорою, а також граничних деформацій бетону в стиснутих зонах. Руйнівне навантаження для випробуваних зразків-балок становило: для балки 3Б-1 $F_u = 53$ кН, для балки 3Б-2 $F_u = 52$ кН, для балки 3Б-3 $F_u = 46$ кН.

У балці 3Б-1, яка була армована сталевими фібрами по всьому об'єму, перші тріщини виникли в поперечних перерізах на ділянках прикладання зосередженої сили при навантаженні $F = 16$ кН. При цьому навантаженні ширина розкриття тріщин становила $a_{crc} = 0,08$ мм на опорі, та $a_{crc} = 0,05$ мм у прольотах а деформації в розтягнутій арматурі складали в прольотах $\varepsilon_{s,sp} = 47,65 \times 10^{-5}$, та $\varepsilon_{s,sup} = 70,21 \times 10^{-5}$ над середньою опорою, що відповідає напруженням в арматурі $\sigma_{s,sp} = 125,1$ МПа та $\sigma_{s,sup} = 186,2$ МПа відповідно. При навантаженні балки до $F = 32$ кН деформації арматури збільшилися до $\varepsilon_{s,sp} = 112,54 \times 10^{-5}$ та $\varepsilon_{s,sup} = 184,9 \times 10^{-5}$, тобто порівняно з

першим ступенем навантаження вони зросли більше ніж удвічі, що свідчить про роботу балки на другому ступені навантаження з тріщинами в нормальних перерізах прольотів (рис. 5).

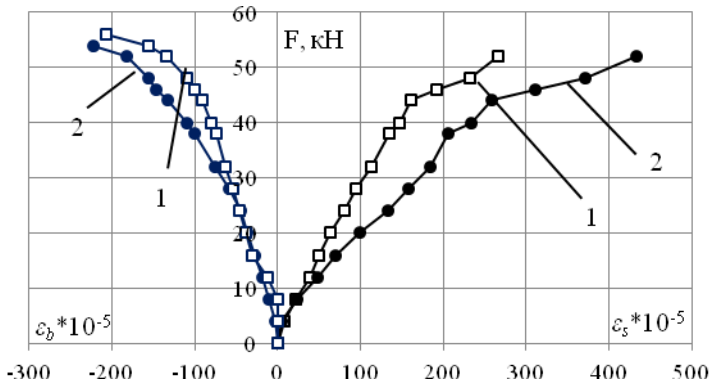


Рис. 5. Деформації арматури та стиснутої зони бетону в процесі випробувань балки 3Б-1: 1 – у прольотах; 2 – на опорі.

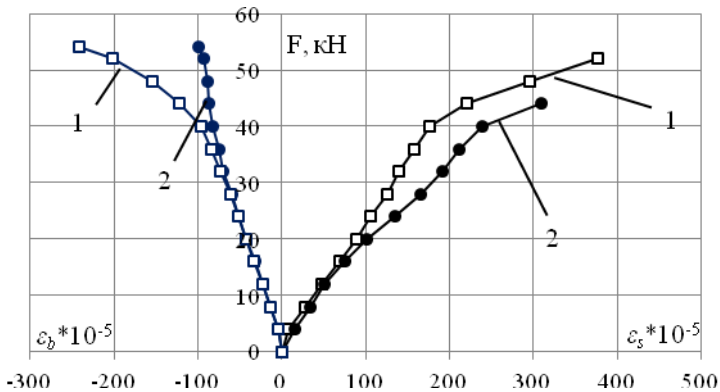


Рис. 6. Деформації арматури та стиснутої зони бетону в процесі випробувань балки 3Б-2: 1 – у прольотах; 2 – на опорі.

При порівняльному, для трьох балок, рівні навантаження $F = 40$ кН, деформації арматури в опорному перерізі балки 3Б-1 становили $\varepsilon_{s,sup} = 233,7 \cdot 10^{-5}$, а в прольотних перерізах $\varepsilon_{s,sp} = 137,9 \cdot 10^{-5}$, що відповідає напруженням в арматурі $\sigma_{s,sup} = 462,3$ МПа, та $\sigma_{s,sp} = 325,4$ МПа. При рівні навантаження $F = 48$ кН деформації арматури в опорному перерізі

перевищили граничні $\varepsilon_{s0} = 314,2 \times 10^{-5}$ і становили $\varepsilon_{s,sup} = 371,43 \times 10^{-5}$, що свідчить про утворення пластичного шарніру над опорою внаслідок досягнення напружень в арматурі межі текучості.

При випробування балки 3Б-2, яка була армована сталевими фібрами тільки у розтягнутих зонах, перші тріщини з'явилися вже при рівні навантаження $F = 12$ кН. Ширина розкриття тріщин теж була дещо меншою і становила $a_{crc} = 0,07$ мм на опорі та $a_{crc} = 0,03$ мм у прольотах, а деформації арматури складали в прольотах $\varepsilon_{s,sp} = 48,56 \times 10^{-5}$ та $\varepsilon_{s,sup} = 50,23 \times 10^{-5}$ над середньою опорою. При подальшому навантаженні деформації розвивалися пропорційно і при значенні зосередженої сили в прольоті $F = 40$ кН значення деформацій арматури досягли $\varepsilon_{s,sp} = 177,02 \times 10^{-5}$ та $\varepsilon_{s,sup} = 239,19 \times 10^{-5}$, що на 28,2% та на 2,3% відповідно більше, ніж у балки 3Б-1. Досягнення стержневою арматурою в опорному перерізі межі текучості спостерігалось при рівні навантаження $F = 46$ кН (рис. 6). Процес розвитку тріщин і характер руйнування балки були такими, як балці 3Б-1.

У балці 3Б-3, яка була армована сталевими фібрами на подвійну висоту захисного шару бетону, перша поява тріщин була зафіксована, як і у балці 3Б-2, на рівні навантаження $F = 12$ кН. Деформації арматури в прольоті і на опорі становили відповідно $\varepsilon_{s,sp} = 50,57 \times 10^{-5}$ та $\varepsilon_{s,sup} = 47,26 \times 10^{-5}$, тобто як і у балці 3Б-2 були практично однаковими (рис. 7).

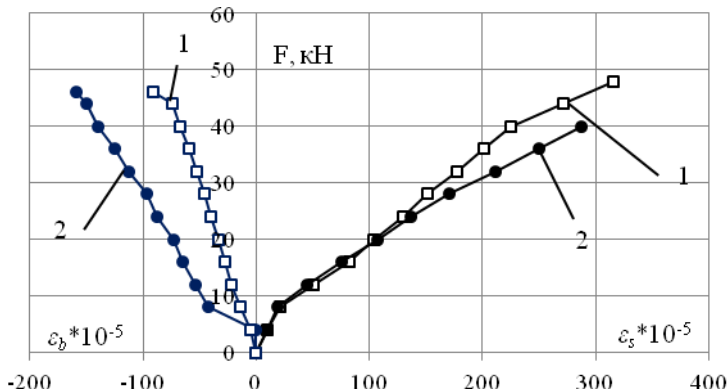


Рис. 7. Деформації арматури та стиснутої зони бетону в процесі випробувань балки 3Б-3: 1 – у прольотах; 2 – на опорі.

При навантаженні балки до порівняльного рівня $F = 40$ кН деформації арматури збільшились до значень $\varepsilon_{s,sp} = 224,58 \times 10^{-5}$ та $\varepsilon_{s,sup} = 287,03 \times 10^{-5}$,

що на 62,7% та на 22,8 % відповідно більше, ніж у балці 3Б-1 при такій же величині зосередженої сили в прольоті. Вже на наступному рівні навантаження, при $F = 44$ кН, напруження в арматурі над середньою опорою досягли граничних значень і утворився пластичний шарнір, і практично відразу після цього, вже при навантаженні $F = 46$ кН, відбулося повне руйнування балки внаслідок досягнення граничних деформацій арматури в прольотах і стиснутого бетону над центральною опорою.

Висновки. В ході проведених експериментальних досліджень були отримані нові експериментальні дані, на основі яких можна зробити висновки, що використання додаткового дисперсного армування в нерозрізних залізобетонних балках дозволяє підвищити їх жорсткість та несучу здатність. Встановлено, що дисперсне армування сталевими фібрами розтягнутих зон балки призводить до зменшення напружень у стержневій арматурі та дозволяє уповільнити розвиток пластичних деформацій в арматурі під час перерозподілу зусиль у балці.

References

1. Borysiuk O. P. Napruzhenno-deformovanyi stan zalizobetonnykh balok pidsylenykh pid navantazhenniam stalefibrobetonom i kompozytamy pry dii malotsyklovykh navantazhen / O. P. Borysiuk, Yu. Yu. Ziatyuk // Resursoeko-nomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy: zb. nauk. prats. – Rivne : NUVHP, 2016. – Vyp. 33. – S. 303–313.
2. Andriichuk O. The impact of the reinforcement percentage on the stress-strain state of the bending steel fiber reinforced concrete elements/ Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. // MATEC Web of Conferences, N 230, p 02001 (2018), 1-5.
3. Andriichuk O. The influence of repeated loading on work of the steel fiber concrete drainage trays and pipes on the roads / Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. // MATEC Web of Conferences, N 116, p 02001 (2017), 1-9.
4. Babych V.Ie. Napruzhenno deformovanyi stan i mitsnist nerozriznykh zalizobetonnykh balok pry odnorazovykh ta povtornykh navantazhenniakh: avto-ref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 05.23.01 «Budi-velni konstruksii, budivli ta sporudy» / V.Ie.Babych – Poltava, 2005.- 16s.
5. Bilozir V.V. Vplyv nyzkhidnoi vitky diahramy deformuvannia stalefib-robetonu za roztiahu na nesuchu zdatsnist balok / V.V. Bilozir // Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu.– Dubliany, LNAU, 2015. Vypusk № 16. – S. 60 – 64.
6. Droboshynets S.Ia., Vplyv povtornykh malotsyklovykh navantazhen na mekhanichni kharakterystyky stalefibrobetonu ta robotu zghynalnykh elementiv na yoho osnovi / Dysertatsiia na zdobuttia naukovooho stupenia kandydata tekhnichnykh nauk. – Lutsk LNTU, 2006. – S. 191.
7. Ninichuk M.V., Vplyv sposobu armuvannia stalevymy fibramy nerozri-znykh zalizobetonnykh balok na yikh napruzhenno deformovanyi stan/ Resurso-ekonomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy: Zbirnyk naukovykh prats. - Rivne: Vydavnytstvo Rivnenskoho derzhavnoho tekhnichnoho univer-sytetu, 2015. - Vypusk 31.
8. Ninichuk M.V., Vplyv kombinovanoho armuvannia na prohyny nerozri-znykh zalizobetonnykh balok/ Resursoekonomni materialy, konstruksii, budi-vli ta sporudy:

Zbirnyk naukovykh prats. - Rivne: Vydavnytstvo Rivnenskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu, 2016. - Vypusk 32.

Список використаної літератури

1. Борисюк О. П. Напружено-деформований стан залізобетонних балок підсиленних під навантаженням сталевібробетonom і композитами при дії малоциклових навантажень / О. П. Борисюк, Ю. Ю. Зятюк // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2016. – Вип. 33. – С. 303–313.
2. Andriichuk O. The impact of the reinforcement percentage on the stress-strain state of the bending steel fiber reinforced concrete elements/ Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. // MATEC Web of Conferences, N 230, p 02001 (2018), 1-5.
3. Andriichuk O. The influence of repeated loading on work of the steel fiber concrete drainage trays and pipes on the roads / Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. // MATEC Web of Conferences, N 116, p 02001 (2017), 1-9.
4. Бабич В.Є. Напружено деформований стан і міцність нерозрізних залізобетонних балок при одноразових та повторних навантаженнях: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / В.Є.Бабич – Полтава, 2005.- 16с.
5. Білозір В.В. Вплив низхідної вітки діаграми деформування сталевібробетону за розтягу на несучу здатність балок / В.В. Білозір // Вісник Львівського національного аграрного університету.– Дубляни, ЛНАУ, 2015. Випуск № 16. – С. 60 – 64.
6. Дробилинець 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. – С. 191.
7. Нінічук М.В., Вплив способу армування сталевими фібрами нерозрізних залізобетонних балок на їх напружено деформований стан/ Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. - Рівне: Видавництво Рівненського державного технічного університету, 2015. - Випуск 31.
8. Нінічук М.В., Вплив комбінованого армування на прогини нерозрізних залізобетонних балок/ Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. - Рівне: Видавництво Рівненського державного технічного університету, 2016. - Випуск 32.

**МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З ФІБРОБЕТОНОМ**

**METHODS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF REBAR
REINFORCEMENT AND FIBER CONCRETE ADHESION**

Андрійчук О.В., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет), Швець І.В. аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Andriichuk O.V., Ph.D., associate professor, (Lutsk National Technical University), Shvets I.V., postgraduate student (National University of Water Management and Natural Resources, Rivne)

***Анотація.** У статті представлено методику проведення експериментального дослідження зі встановлення особливостей зчеплення арматури серпоподібного профілю з дисперсно-армованими бетонами – сталевібробетоном і фібробетоном на основі базальтової фібри. Метою дослідження є побудова математичних моделей для визначення граничних напружень зчеплення та аналіз впливу визначальних факторів на напруження зчеплення по поверхні контакту арматури з фібробетоном.*

***Summary.** The article describes the method of experimental research on the determination of the peculiarities of the adhesion of sickle-shaped profile rebar with dispersion-reinforced concretes - steel fiber reinforced concrete (SFRC) and fiber concrete on the basis of basalt fiber.*

The purpose of the research is to determine the peculiarities of the adhesion of the sickle-shaped profile rebar with SFRC and fiber concrete on the basis of basalt fiber, the construction of mathematical models to determine the limiting stresses of the adhesion and the analysis of the influence of determining factors on the adhesion stress of the surface contact of the rebar reinforcement with the fiber concrete.

The adhesion of rebar with concrete and its anchoring - fixing the ends of the rods in the concrete - significantly affects the reliability of reinforced concrete structures. The adhesion of rebar with plain concrete is studied and there are mathematical models for determining the ultimate stresses, but adhesion of rebar with fiber concrete have not yet been conducted in Ukraine.

Although the fiber concrete itself is increasingly used in reinforced concrete structures, in which it is necessary to ensure reliable anchoring of rebar.

Fiber concretes, as well as concretes, belong to the number of poorly organized or so-called diffuse systems, the characteristic features of which are the impossibility to clear selection of separate phenomena and the need to take into account many mixed factors. With regard to the adhesion of rebar to concrete, the system "concrete - reinforcement" can be considered as a diffuse system. The regression equation is obtained on the basis of mathematical modeling, as a result of which it is possible to

obtain the surface of feedback factors. The most convenient is the representation of the unknown response function in the form of polynomials.

The main factors that significantly affect the anchoring stress of reinforcement with fiber concrete can be taken as the percentage of fiber content, diameter of rebars, length of anchoring rebars in the concrete. These factors are not correlated with each other. As it is known that concrete is an elastic-plastic material, which has curvilinear diagrams of the mechanical state, let's choose the Box–Behnken design for obtaining the quadratic dependences (quadratic mathematical model).

The experimental samples will be made of C25/30 fine-grained concrete. Based on the results of the experiments, the following will be performed: their statistical processing; mathematical models will be constructed; the influence of the accepted factors will be analyzed; the table of calculated values of the rebar and fiber concrete anchoring strengths will be presented.

Ключові слова: бетон, сталеві фібра, СФБ, сталеві фібробетон, арматура, зчеплення, напруження.

Keywords: concrete, steel fiber, SFRC, steel fiber reinforced concrete, fittings, couplings, tension.

Постановка проблеми. Вимоги щодо збільшення терміну експлуатації залізобетонних конструкцій спонукають до дослідження та удосконалення їх армування. В якості армуючого матеріалу останнім часом все більш широкого застосування набуває дисперсне армування волокнами. Для їх виготовлення використовуються різні матеріали: метал, базальт, поліпропілен, скло та ін. Ідея підсилення звичайного бетону його армуванням по всьому своєму об'єму металевими і неметалевими волокнами – фіброволокном, виникла понад 100 років тому [1]. Дисперсне фіброве армування дозволяє компенсувати головні недоліки бетону – низьку міцність на розтяг і тріщиностійкість, та крихкість руйнування.

З усіх видів дисперсних бетонів найбільш масовим є сталеві фібробетон (СФБ), що являє собою бетон, армований рівномірно розподіленими в його об'ємі сталевими фібрами з оптимальною довжиною $l = 50$ мм.

Раціонально використовувати СФБ для тонкостінних конструкцій покриттів і стінових огорожувальних елементів, елементів, що працюють в умовах просторового напружено-деформованого стану, в попередньо-напружених конструкціях з метою підвищення анкерування арматури, в інженерних спорудах (днища резервуарів, безнапірні труби, водовідвідні лотки), для підлог виробничих будівель, дорожніх та аеродромних покриттів, у палях і фундаментах під технологічне обладнання, для захисних екранів, хвилерізів, молів і набережних, у фортифікаційних спорудах, при підсиленні тріщиностійкості конструкцій тощо.

Аналіз досліджень і публікацій. Значна кількість українських [2-5] і іноземних [6-7] науковців досліджують СФБ і отримують актуальні та затребувані результати.

Особливої уваги заслуговують дослідження конструкцій із комбінованим армуванням – поєднання класичного залізобетону та дисперсно розташованих в його об'ємі фібр (сталевих чи базальтових). Переваги дисперсно-армованих конструкцій можуть реалізовуватися при врахуванні фактичних характеристик фібр у розрахункових станах елементів конструкцій на прогин, на дію поздовжньої і поперечної сил, а також при встановленні величини ширини розкриття тріщин.

У праці [8] представлено результати теоретичних досліджень параметрів попередньо-напруженої дисперсно-армованої залізобетонної прогонової мостової будови довжиною $L_p = 66$ м із висотою балки $h = 3,75$ м і площею її січення $S = 6,133$ м². Дані мостові балки були запроєктовані з бетону класу С32/40 для високошвидкісних залізничних магістралей в умовах сухого та спекотного клімату Узбекистану. Порівняльна оцінка величини зменшення втрати напруження при застосуванні дисперсно-армованої конструкції, за даними розрахункового аналізу, дозволила виявити переваги та ефективність роботи високоміцної арматури з металевою фіброю. Сумарні втрати напруження в арматурі, в порівнянні з класичним попередньо напруженим залізобетоном, були скорочені на основі одержаного порівняльного розрахунку аж на 25,8%.

Зчеплення арматури з бетоном та її анкерування – закріплення кінців стержнів в бетоні – суттєво впливає на надійність залізобетонних конструкцій і є визначальним фактором у забезпеченні їхньої спільної роботи в складі залізобетонних конструкцій. Анкерування арматури періодичного профілю всередині бетону в основному забезпечується силами зчеплення, які залежать від багатьох факторів, а тому і надійність анкерування арматури залежить також від багатьох факторів.

Варто відмітити, що зчеплення арматури зі звичайним бетоном вже є вивченим [9], теорія розроблена в достатній мірі і є математичні моделі для визначення граничних напружень [10]. Із фібробетоном такі досліді не проводилися, хоча самі фібробетони набувають все ширшого застосування в залізобетонних конструкціях, у яких необхідно забезпечувати надійне анкерування арматури. А для його вивчення необхідно проводити значні експериментальні дослідження зчеплення арматури серповидного профілю з фібробетонами (рис. 1).

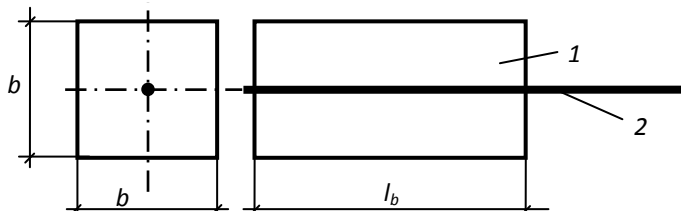


Рис. 1. Конструктивна схема дослідних зразків:
1 – бетонна призма; 2 – арматурний стержень

Метою дослідження є встановлення особливостей зчеплення арматури серпоподібного профілю зі СФБ та з фібробетоном на основі базальтової фібри; побудова математичних моделей для визначення граничних напружень зчеплення; аналіз впливу визначальних факторів на напруження зчеплення по поверхні контакту арматури з фібробетоном.

Фібробетони, як і бетони, відносяться до числа погано організованих або так званих дифузних систем, характерними рисами яких є неможливість чіткого виділення окремих явищ і необхідність урахування багатьох різнорідних факторів. Стосовно зчеплення арматури з бетоном систему «бетон – арматура» також можна розглядати як дифузну систему. Для дифузних систем, в умовах неповного знання механізму всього явища зчеплення, особливо ефективним є статистичний метод дослідження. Він дозволяє розробляти рекомендації з оптимальної поведінки системи в умовах невизначеності і представляти експериментальний матеріал у формі аналітичного виразу (рівняння регресії).

Отримання рівняння регресії здійснюється на основі математичного моделювання, внаслідок якого можна отримувати поверхню відгуків факторів. Найбільш зручним є представлення невідомої функції відгуку у вигляді поліномів. Відповідно до сучасної математичної моделі експерименту найбільш вдале поєднання статистичного і кібернетичного підходів до дослідження дифузних систем має місце в методах математичного планування експерименту.

Методика та план експериментальної частини дослідження. Основними факторами, які суттєво впливають на напруження зчеплення арматури з фібробетоном, є відсоток вмісту фібр (x_1 , %), діаметр арматурних стержнів (x_2 , d), довжина закріплення стержнів в бетоні (x_3 , l_b – довжина анкерування). Ці фактори не мають між собою кореляції. З цього випливає, що переважно необхідно вибрати трьохфакторний план експерименту. Оскільки відомо, що бетон є пружно-пластичним матеріалом, якому притаманні криволінійні діаграми механічного стану, необхідно вибирати плани для отримання квадратичних залежностей (квадратичної математичної моделі). Наведеним вимогам відповідає матриця плану Бокса-Бенкіна.

За граничний стан зчеплення арматури з бетоном приймається стан, коли проковзування (переміщення) вільного кінця стержня відносно торця призми складає $\delta_u = 0,2$ мм [9, 10].

Для проведення експериментальної частини дослідження зчеплення арматури з фібробетоном розроблено планований експеримент на основі матриці плану Бокса-Бенкіна. Умови для дослідження зчеплення арматури зі сталеві фібробетоном (серія 1) представлено у табл. 1, а для дослідження зчеплення арматури з базальтофібробетоном – у табл. 2. Завдяки цьому буде оптимізовано (зменшено) на 44% кількість експериментальних зразків – із 162 до 90 елементів.

Таблиця 1.

Умови планування експерименту для дослідження зчеплення арматури з сталевібробетоном (перша серія)

Фактори		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Натуральний вигляд	Кодований вигляд	-1	0	+1	
Процент вмісту фібр, %	x_1	0,6	1,2	1,8	0,6
Діаметр стержнів, d , мм	x_2	12	16	20	4
Довжина анкерування, l_b	x_3	$5d$	$7,5d$	$10d$	$2,5d$

Таблиця 2.

Умови планування експерименту для дослідження зчеплення арматури з базальтофібробетоном (друга серія)

Фактори		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Натуральний вигляд	Кодований вигляд	- 1	0	+1	
Процент вмісту фібр, %	x_1	0,5	1,5	2,5	1,5
Діаметр стержнів, d , мм	x_2	12	16	20	4
Довжина анкерування, l_b	x_3	$5d$	$7,5d$	$10d$	$2,5d$

Експериментальні дослідні зразки (призми) виготовляються з дрібнозернистого бетону класу C25/30. Поряд із призмами виготовляються по три кубики $10 \times 10 \times 10$ см із бетону матриці, базальтофібробетону (БФБ) та сталевібробетону (СФБ).

На основі умов планування експерименту (табл. 1 і табл. 2) розроблено матриці плану Бокса-Бенкіна та вихідні експериментальні дані для першої серії дослідів (зчеплення в СФБ) і другої серії дослідів (зчеплення в БФБ) – представлено в табл. 3 і табл. 4 відповідно.

У точках плану 1 – 13 (табл. 3 і табл. 4) виконується по три досліді. Додатково виконується шість дослідів із зразками з бетону матриці та стержнями діаметром $d = 16$ мм і довжиною анкерування $l_b = 60$ мм і $l_b = 90$ мм.

Таблиця 3.

Матриця плану Бокса-Бенкіна та вихідні експериментальні дані для першої серії дослідження (зчеплення в СФБ)

Точки плану	Матриця планування			Матриця планування в натуральних величинах		
	x1	x2	x3	x1, %	x2, мм	x3, мм
1	+1	+1	0	1,8	20	150
2	+1	-1	0	1,8	12	90
3	-1	+1	0	0,6	20	150
4	-1	-1	0	0,6	12	90
5	+1	0	+1	1,8	16	160
6	+1	0	-1	1,8	16	80
7	-1	0	+1	0,6	16	160
8	-1	0	-1	0,6	16	80
9	0	+1	+1	1,2	20	200
10	0	+1	-1	1,2	20	100
11	0	-1	+1	1,2	12	120
12	0	-1	-1	1,2	12	60
13	0	0	0	1,2	16	120

Таблиця 4.

Матриця плану Бокса-Бенкіна та вихідні експериментальні дані для другої серії дослідження (зчеплення в БФБ)

Точки плану	Матриця планування			Матриця планування в натуральних величинах		
	x ₁	x ₂	x ₃	f _{b1}	f _{b2}	f _{b3}
1	+1	+1	0	2,5	20	150
2	+1	-1	0	2,5	12	90
3	-1	+1	0	0,5	20	150
4	-1	-1	0	0,5	12	90
5	+1	0	+1	2,5	16	160
6	+1	0	-1	2,5	16	80
7	-1	0	+1	0,5	16	160
8	-1	0	-1	0,5	16	80
9	0	+1	+1	1,5	20	200
10	0	+1	-1	1,5	20	100
11	0	-1	+1	1,5	12	120
12	0	-1	-1	1,5	12	60
13	0	0	0	1,5	16	120

На основі отриманих результатів дослідження буде виконано: статистичну обробку результатів дослідження; побудовано математичні

моделі; виконано аналіз впливу прийнятих факторів на зчеплення; складено таблицю розрахункових значень напружень зчеплення арматури зі сталевим та базальтофібробетоном.

У планованих експериментах першої і другої серій не передбачалося дослідження впливу міцності бетону на величину напружень зчеплення з арматурою, оскільки для цього фактору дуже трудомістко встановити і забезпечити однаковий інтервал варіювання для (-1) і (+1). Тому цей вплив можна дослідити, виконуючи «класичний» однофакторний окремий експеримент. Це буде реалізовано при виконанні третьої серії дослідів.

В експериментах третьої серії передбачається зафіксувати на певній величині фактори, які досліджені в перших двох серіях, а варіювати міцність матриці фібробетону. Досліджені фактори доцільно зафіксувати на оптимальних значеннях, а саме: діаметр арматури приймається $d = 16$ мм; довжина анкерування – 7,5 діаметра або $l_b = 120$ мм; відсоток армування (за об'ємом) фібрами – 1,5%. Варіюванню підлягає міцність бетонної матриці, яка повинна наближатися до міцності бетонів класів C20/25, C25/30 і C30/35.

Висновки. Розроблена методика експериментального дослідження зчеплення арматури з фібробетоном забезпечить отримання нових наукових результатів із необхідною достовірністю.

Застосування планованого експерименту (на основі матриці плану Бокса-Бенкена) оптимізує (зменшить) на 44% кількість експериментальних зразків – із 162 до 90 елементів.

Результати досліджень, проведених за поданою методикою, будуть використані при конструюванні згинальних залізобетонних елементів із частковим (пошаровим) дисперсним армуванням.

References

1. Nekrasov V.P. Metod kosvennoho vooruzheniya betona: Novyi zhelezobeton / V.P. Nekrasov. – М.: NKPS, Transpechat, 1925. – 255 s.
2. Babych E.M. Strength of elements with annular cross sections made of steel-fiber-reinforced concrete under one-time loads / O.V. Andriichuk, E.M. Babych // Materials Science, Vol. 52, No. 4, New York - 2017, p. 509 – 513.
3. R. Kinash, V. Bilozir. Deformational calculation method of bearing capability of fiber-concrete steel bending elements. Czasopismo Techniczne (2015).
4. Andriichuk O. The impact of the reinforcement percentage on the stress-strain state of the bending steel fiber reinforced concrete elements/ Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. // MATEC Web of Conferences, N 230, p 02001 (2018), 1-5.
5. Uzhehov S.O. Vyznachennia optymalnykh rozmiriv konstruktyvnykh elementiv stalefibrobetonnoi konstruktsii pokryttia u formi hiperbolichnoho paraboloida / S.O. Uzhehov, R.V. Pasichnyk, O.V. Andriichuk // Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy – Rivne: NUVHP, 2014. – Vypusk 29. – S. 506 – 511.
6. MAB Oliveira. Analysis of influence of concrete element format and properties steel fibers on flexural toughness / Oliveira, EMLS Ramos, DRC Oliveira, BBP Neto // Matéria (Rio J.) vol.23 no.3 Rio de Janeiro, SciELO Brasil, 2018 Epub 18-Out-2018

7. Sameh Y 2018 Effect of steel fibers and GFRP sheet on the behavior of lightweight concrete specimens using waste lightweight sand bricks (International Journal of Engineering Research & Technology, IJERT, 7 Issue 03) pp 69-75.
8. Chyzhov S.V. Pryntsypy rascheta predvartelno napriazhennykh zhelezobetonnykh elementov proletoho stroeniya pry dyspersnom armyrovanyy / S.V. Chyzhov, E.B. Shestakova, E.T. Yakhshyev, A.A. Antoniuk // Yzvestiya PHUPS: Sovremennye tekhnolohyy – transportu. – SPb, – 2017, №2. – S. 343 – 353.
9. Chapiuk O.S. Zcheplennia armatury z armaturnym prokatom serpovydnoho profiliiu pry korotkochasnykh odnorazovykh i povtornykh navantazhenniakh: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.01 / Luts'k: LNTU, 2009. 169 s.
10. Babych Ye.M. Zcheplennia z betonom armatury serpopodibnoho profiliiu ta yii ankeruvannia v zghynalnykh zalizobetonnykh elementakh: monohrafiia / Babych Ye.M., Babych V.Ie., Polianovska O.Ie. // NUVHP – Rivne: Volyn. oberehy, 2017. – 158 s.

Список використаної літератури

1. Некрасов В.П. Метод косвенного вооружения бетона: Новый железобетон / В.П. Некрасов. – М.: НКПС, Транспечать, 1925. – 255 с.
2. Babych E.M. Strength of elements with annular cross sections made of steel-fiber-reinforced concrete under one-time loads / O.V. Andriichuk, E.M. Babych // Materials Science, Vol. 52, No. 4, New York - 2017, p. 509 – 513.
3. R. Kinash, V. Bilozir. Deformational calculation method of bearing capability of fiber-concrete steel bending elements. Czasopismo Techniczne (2015).
4. Andriichuk O. The impact of the reinforcement percentage on the stress-strain state of the bending steel fiber reinforced concrete elements/ Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. // MATEC Web of Conferences, N 230, p 02001 (2018), 1-5.
5. Ужegov C.O. Визначення оптимальних розмірів конструктивних елементів сталевібробетонної конструкції покриття у формі гіперболічного параболоїда / C.O. Ужegov, P.B. Пасічник, O.B. Андрійчук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди – Рівне: НУВГП, 2014. – Випуск 29. – С. 506 – 511.
6. MAB Oliveira. Analysis of influence of concrete element format and properties steel fibers on flexural toughness / Oliveira, EMLS Ramos, DRC Oliveira, BBP Neto // Matéria (Rio J.) vol.23 no.3 Rio de Janeiro, SciELO Brasil, 2018 Epub 18-Out-2018
7. Sameh Y 2018 Effect of steel fibers and GFRP sheet on the behavior of lightweight concrete specimens using waste lightweight sand bricks (International Journal of Engineering Research & Technology, IJERT, 7 Issue 03) pp 69-75.
8. Чижов С.В. Принципы расчёта предварительно напряжённых железобетонных элементов пролётного строения при дисперсном армировании / С.В. Чижов, Е.Б. Шестакова, Э.Т. Яхшиев, А.А. Антонюк // Известия ПГУПС: Современные технологии – транспорту. – СПб, – 2017, №2. – С. 343 – 353.
9. Чапюк О.С. Зчеплення арматури з арматурним прокатом серповидного профілю при короточасних одноразових і повторних навантаженнях: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Луцьк: ЛНТУ, 2009. 169 с.
10. Бабич Є.М. Зчеплення з бетоном арматури серпоподібного профілю та її анкерування в згинальних залізобетонних елементах: монографія / Бабич Є.М., Бабич В.С., Полянська О.С. // НУВГП – Рівне: Волин. обереги, 2017. – 158 с.

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕМЕНТІВ З ДЕРЕВИНИ ПРИ
ПРЯМОМУ ПОПЕРЕЧНОМУ ЗГІНІ ЗА ДЕФОРМАЦІЙНОЮ
МЕТОДИКОЮ**

**CALCULATION PECULIARITIES OF WOODEN ELEMENTS USING
DEFORMATION METHOD FOR TRANSVERSE BENDING**

**Баби́ч Є.М., д.т.н., проф., Гомон С.С., к.т.н., проф., (Національний
університет водного господарства та природокористування, Рівне)**

**Babich E.M., T.Sc.D., professor, Gomon S.S, Ph.D., professor
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)**

***Анотація.** Розглянуто особливості методики розрахунку нормальних розрахункових перерізів елементів з цільної та клеєної деревини при поперечному прямому згині за деформаційною моделлю.*

Summary. Timber is the oldest building material, which, due to its restorative, ecological cleanliness and aesthetics, strengthens its position in the construction industry market. At present, all calculations of constructions of solid and glued wood for different types of loads, according to the operating norms of different countries, are carried out by the method of boundary states, which are based on elastic wood work.

The methodology of calculation of elements from solid or glued wood for working on a pure transverse bend using a strain model based on a series of experimental studies and analysis of their work is developed. For the developed method, the concept of "calculated cross-section" is used, which involves the formation of a fold in front of a destructive state and four stages of a strained-deformed state of a timber element operating on a straight transverse bend.

The proposed method of deformation model for the calculation of elements from wood is based on the use of complete diagrams of the mechanical state of the material under longitudinal compression, including the downward deformation branch at the critical stage of work.

Deformations in the calculated cross-section are determined by the curvature at any point of the section and taking into account the smallness of their values.

On the basis of deformations, the stress in a normal cross-section is described by two functions in three different sections: the first section is the tensile region from the bottom of the element to the neutral line; the second section – from the neutral line to the maximum stress in the compressed zone; the third section – from the maximum stress in the compressed zone to the top of the element.

The method for calculating solid and glued wood beams using a deformation model is developed. This method takes into account the distribution of stresses in height of the compressed and stretched zones of the calculated cross-section and provides for the formation of folds in the compressed zone of the element in the area of pure bending. It

also fully allows to examine and experimentally investigate the stress-strain state under load of glued beams at different stages of their work.

Ключові слова: *деревина, розрахунок, деформації, напруження.*

Keywords: *timber, calculation, deformations, tension.*

Вступ. В сучасних умовах розрахунок дерев'яних елементів суцільного поперечного перерізу, які працюють на згин, проводять за досить спрощеною недосконалою методикою [1, 2]. Вона базується на експериментально-теоретичних твердженнях, запропонованих у 50-х роках ХХ століття [3], виходячи з кусково-лінійної залежності між напруженнями та деформаціями ($\sigma-u$) (рис. 1а) та тезах-догмах:

- дерева працює, як абсолютно пружний матеріал;
- модулі пружності рівні в розтягнутій і стиснутій зонах;
- прийнята прямолінійна залежність розподілення напружень по всій висоті згинального елемента;
- положення нейтральної площини незмінне;
- введено поняття міцності деревини на згин.

Але при цьому не зважали на те, що міцність деревини на розтяг удвічі перевищує міцність на стиск. Лінійне визначення рівномірного зростання напружень по висоті перерізу в обох зонах можливе лише в межах умовної пропорційності. Хоча і на цій стадії роботи зростання еластичних деформацій до умовної межі пропорційності не є лінійним за зростання короточасного навантаження (рис.1б.). За рівності деформацій в стиснутих та розтягнутих волокнах поперечного перерізу балки напруження в цих шарах різні. А внаслідок нелінійного зростання повздовжніх відносних деформацій стиску деревини, як показали багаточисленні експерименти, проходить зміщення положення нейтральної лінії вже на початковій стадії напруженого стану розрахункового поперечного перерізу [4, 5, 6]. Зміна положення нейтральної площини (в розрахунковому перерізі – нейтральної лінії) між стиснутою та розтягнутою зонами (рис.2) в сторону розтягнутої зони призводить до неможливого використання для простих поперечних перерізів (прямокутник, круг), які найчастіше зустрічаються при проектуванні конструкцій з деревини, геометричних характеристик перерізів.

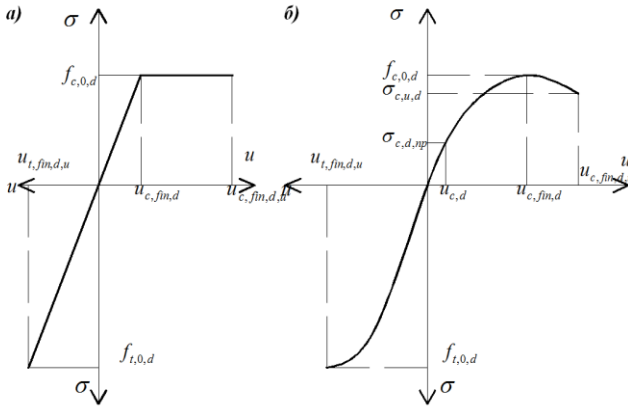


Рис.1– Діаграми деформування деревини ($\sigma - u$) за стиску та розтягу

А саме: осьовий момент опору W_y та осьовий момент інерції в їх класичному визначенні опору матеріалів, так як положення нейтральної лінії поперечного перерізу не співпадає з положенням осової лінії цього перерізу, яка проходить по центру ваги.

До того ж розрахунковий опір деревини $f_{m,d}$, що використовується у формулі (1), при розрахунку на згин є встановлена величина, яка знаходиться не з прямого експериментального визначення, а з пропозицій [3] за виразом (2)

$$\frac{\sigma}{f_{m,d}} \leq 1. \quad (1)$$

$$R_u = R_c \frac{3 \frac{R_t}{R_c} - 1}{\frac{R_t}{R_c} + 1}, \quad (2)$$

де $f_{m,d} = R_u$ - розрахунковий опір деревини згину; R_c - розрахунковий опір деревини стиску вздовж волокон; R_t - розрахунковий опір деревини розтягу вздовж волокон.

Основна частина. Несуча здатність елементів конструкцій з деревини в багатьох випадках визначається міцністю ділянок, які працюють в умовах складного неоднорідного напруженого стану.

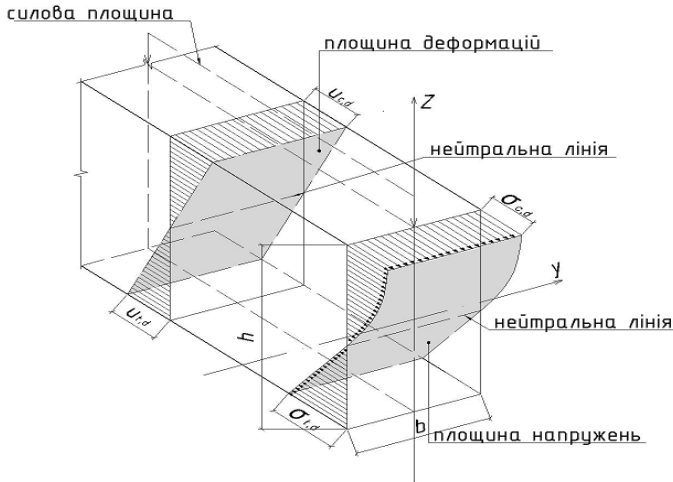


Рис.2. Розподіл деформацій і напружень у розрахунковому поперечному перерізі елемента з деревини за поперечного згину

Так для анізотропних матеріалів несуча здатність елементів конструкцій з деревини на думку Є.К. Ашкеназі [7], Г.А. Генієва [8], Є.М. Знаменського [9], Ю.М. Іванова [10], Є.М. Кваснікова [11], В.З. Кліменка [12], В.В. Фурсова [13], Медсена [14] та інших визначається міцністю окремих ділянок. Для елементів, що працюють на поперечний прямий чи косий згин, однією з цих ділянок є нормальний розрахунковий поперечний переріз. У розрахунках конструкцій з деревини, як правило, та в чинних нормах використовується поперечний переріз зі щільної суцільної деревини. Такий підхід по встановленню розрахункового поперечного перерізу конструкцій з деревини має ряд недоліків. В будівельній механіці з цим терміном пов'язують і умови рівноваги відрізаного перерізу елемента, і припущення по розподілу деформацій та напружень в цьому перерізі, і критерій вичерпання несучої здатності. Отже, для розрахунків за нормальний розрахунковий поперечний переріз необхідно приймати ділянку згинального елемента з деревини, де утворюється складка в стиснутій зоні в стадії роботи перед руйнуванням. Тобто складка, як найслабкіша ділянка, і є тим визначальним критерієм, яким необхідно користуватись з погляду опору матеріалів. Переріз зі складкою часто в елементі з деревини в передруйнівному стані візуально важко помітити через миттєвість руйнування конструкції.

Для розрахункового поперечного перерізу зі складкою в стиснутій зоні елемента з деревини можна застосовувати відомі закони розподілення деформацій по висоті, як в стиснутій, так і в розтягнутій зонах, тому що

можна використати апарат нескінченно малих величин. Такий апарат можна використовувати за умови нерозривності функції в околиці точки перерізу, яку розглядаємо. Використання такого апарату в механіці твердого тіла обумовлюється гіпотезою суцільності і однорідності матеріалу [15]. В перерізі зі складкою в стиснутій зоні елемента з деревини всі ці умови практично виконуються. Отже, розрахунковий поперечний переріз являє собою модель, яка відображає закономірності деформування та руйнування елемента з деревини.

За розрахункову аналітичну залежність для опису криволінійної діаграми фізичного стану деревини $\sigma_d - u_d$ за повздовжнього стиску від початку навантаження і до руйнування прийнята функція у вигляді поліному другого степеня на основі пропозицій, які наведені в роботах [16, 17, 18] і приведені формулою (3). Дана функція досить добре описує фізичний стан роботи деревини сосни за осьового стиску вздовж волокон і враховує як висхідну вітку, так і першу ділянку спадної вітки діаграми.

$$\sigma_{c,d} = k_1 u_{c,d} + k_c u_{c,d}^2. \quad (3)$$

Епюри напружень σ в залежності від відносних деформацій u для нормального розрахункового перерізу дерев'яного згинального елемента виразимо двома функціями на різних ділянках.

Напруження стиснутої зони розрахункового перерізу опишемо криволінійною функцією (3), яка визначає напруження, що виникають на двох ділянках по висоті стиснутої зони дерев'яного елемента в межах від 0 до Z_c .

В той же час у розтягнутій зоні за збільшення зовнішнього навантаження зростання відносних деформацій проходить лінійно по висоті розрахункового поперечного перерізу. В найбільш віддалених від нейтральної лінії волокнах деревини за зростання напружень, близьких до руйнівних, мала б проявлятися здатність наростання пластичних деформацій. Але через сумісну роботу всіх шарів деревини в перерізі менш напружені волокна деревини стримують цей процес.

Тому, за розрахункову аналітичну залежність для опису прямолінійної діаграми фізичного стану деревини $\sigma_d - u_d$ за повздовжнього розтягу від початку навантаження і до руйнування, доцільно приймати другу функцію – лінійну, яка наведена формулою (4).

$$\sigma_{t,d} = E \cdot u_{t,d}. \quad (4)$$

При поступовому збільшенні навантаження на елемент від початку завантаження і до руйнування напружено-деформований стан балки змінюється: збільшуються напруження у стиснутій та розтягнутій зонах. При цьому змінюється характер розподілу напружень, утворюються та розвиваються складки в глибину стиснутої зони. В роботі елементів з деревини з використанням повних діаграм механічного стану матеріалу проходять чотири характерні стадії напружено-деформованого стану [19, 20].

Надійність експериментальних даних за діаграмами деформування деревини за дії постійного приросту градієнта деформацій та аналітичного апарату встановлення коефіцієнтів поліномів другого степеня разом з трансформацією фізичного стану матеріалу у фізичний стан елемента, дають можливість розробити методіку розрахунку напружено-деформованого стану елементів з деревини при роботі на згин для стиснутої зони прямокутного перерізу (рис. 3).

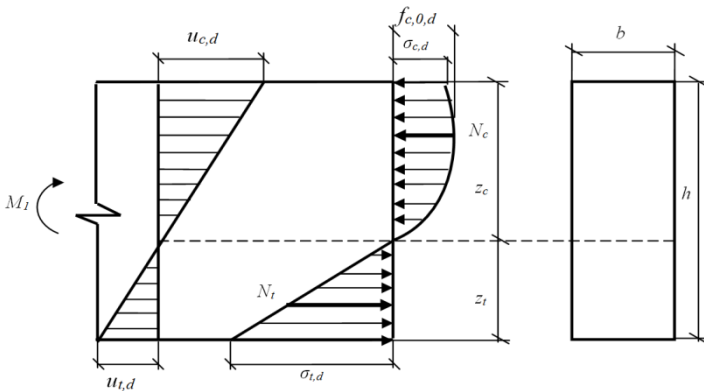


Рис.3. Поперечний переріз, відносні деформації та внутрішні зусилля в прямокутному перерізі з деревини.

За фіксованих значень висоти стиснутої зони деревини $z_1 = z_c$ та деформацій крайнього стиснутого волокна деревини при $u_{c,d} = u_{c,d,1}$, деформацій крайнього розтягнутого шару деревини $u_{t,d} = u_{t,d,1}$ рівняння рівноваги зовнішніх і внутрішніх зусиль у нормальному перерізі мають вигляд

$$\sum M_{u..l} = 0; \quad (5)$$

$$M_1 = M_{c,d,1} + M_{t,d,1}; \quad (6)$$

$$\sum N = 0; \quad (7)$$

$$N_{c,d,1} = N_{t,d,1}. \quad (8)$$

Виходячи з того, що деформації в перерізі, які можливо визначити через кривину елемента для будь-якої точки перерізу з врахуванням малої величини їх значень, на всіх стадіях завантаження можуть бути визначені за формулами:

$$u_{t,d} = \frac{1}{\rho} z_t; \quad (9)$$

$$u_{c,d} = \frac{1}{\rho} z_c, \quad (10)$$

Враховуючи вище наведене, функції (3) та (4) матимуть вигляд

$$\sigma_{t,d} = f_1(u) = E_t \cdot \frac{1}{\rho} z_t, \quad (11)$$

$$\sigma_{c,d} = f_2(u) = k_1 \frac{1}{\rho} z_c + k_c \left(\frac{1}{\rho}\right)^2 z_c^2, \quad (12)$$

Зусилля розтягу в даному нормальному розрахунковому перерізі елемента з деревини буде дорівнювати:

$$N_t = b \int_0^{z_t} f_1(u) dz = b \int_0^{z_t} E_t \frac{1}{\rho} z_t dz = b E_t \frac{1}{\rho} \cdot \frac{z_t^2}{2}. \quad (13)$$

Зусилля стиску в цьому ж розрахунковому перерізі буде дорівнювати:

$$N_c = b \int_0^{z_c} f_2(u) dz = b \int_0^{z_c} \left(k_1 \frac{1}{\rho} z_c + k_c \left(\frac{1}{\rho}\right)^2 z_c^2 \right) dz = b \left(k_1 \frac{1}{\rho} \cdot \frac{z_c^2}{2} + k_c \left(\frac{1}{\rho}\right)^2 \frac{z_c^3}{3} \right). \quad (14)$$

Згинальний момент відносно нейтральної лінії для розтягнутої зони в данному розрахунковому перерізі буде дорівнювати:

$$M_t = \int_0^{z_t} f_1(u) b z_t dz = \int_0^{z_t} b E_t \frac{1}{\rho} z_t^2 dz = b E_t \frac{1}{\rho} \cdot \frac{z_t^3}{3}. \quad (15)$$

Згинальний момент відносно нейтральної лінії стиснутої зони в данному нормальному розрахунковому перерізі визначиться

$$M_c = \int_0^{z_c} f_2(z) dz = b \int_0^{z_c} \left(k_1 \frac{1}{\rho} z_c^2 + k_c \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 z_c^3 \right) dz = b \left(k_1 \frac{1}{\rho} \cdot \frac{z_c^3}{3} + k_c \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 \frac{z_c^4}{4} \right). \quad (16)$$

Для визначення згинального моменту за формулою (6), який може сприйняти елемент з деревини, необхідно значення відносних деформацій деревини, за яких виконується умова рівноваги внутрішніх зусиль $N_c = N_t$, підставити у рівняння (15) та (16).

Висновок. Запропонована методика деформаційної моделі розрахунку елементів з деревини повною мірою дозволяє розглянути та розрахувати напружено-деформований стан балок під навантаженням із цільної та клеєної деревини на різних стадіях їх роботи.

References

1. Design of timber structures. Eurocode 5. Part 1.1. General rules and rules for buildings (1995), 124.
2. Konstruktsiyyi budynkiv i sporud. Derev"yani konstruktsiyyi. Osnovni polozhennya. DBN V.2.6-161:2017. Ukrarkhbudinform, 2017. 119s
3. Kochenov V.M. Nesushchaya sposobnost' elementov y soedyneniy derevyannykh konstruktsiy. Moskva: Gosudarstvennoe yzdatel'stvo. 1953. 320 s.
4. Gomon S.S., Yatsuk V.O. Rozrachunok elementiv konstruktsiy z derevyny za roboty na poperechny z'hyn z urakhuvanniam povnoyi diahramy deformuvannya materialu. Resursoekonomni materialy, konstruktsiyyi, budivli ta sporudy", NUVHP. Vypusk 23. Rivne, 2012. S. 178-188.
5. Gomon S.S., Pavlyuk A.P., Polishchuk M.V. Zmina polozhennya neytral'noyi liniyi balok z tsil'noyi derevyny za kosoho z'hynu v zalezhnosti vid kharakteru obpyrannya i prykladennya navantazhennya. Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya: Naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. – K., KNUBA, 2016. – Vyp. 61. – S. 120-127.
6. Betts S.C., Miller T. H., Cupra B. Location of the neutral axis in wood beams: A preliminary study. Wood Material Science and Engineering, 5, 2010. P. 173-180.
7. Ashkenazi Ye.K. Anizotropiya prochnosti drevesnykh i sinteticheskikh materialov: avtoref. diss. ... d-ratekhn. nauk: 05.23.01. Leningrad, 1969.
8. Geniyev G.A. O kriterii prochnosti drevesiny pri ploskom napryazhennom sostoyanii. Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy. 1981. № 3. S. 15–20.
9. Znamenskiy Ye.M. Sovershenstvovaniye normirovaniya raschetnykh kharakteristik elementov derevyannykh konstruktsiy. Razrabotka i sovershenstvovaniye derevyannykh konstruktsiy. Sbornik nauchnykh trudov, TSNIISK im. V.A. Kucherenko. Moskva, 1989. S. 36–47.
10. Ivanov YU.M. K voprosu issledovaniya skladki razrusheniya drevesiny pri szhatii vdol' volokon. Sb.: Trudy instituta lesa. Moskva: AN SSSR, 1953. T.9. S. 115-121.

11. Kvasnikov Ye.N. O napryazhennom sostoyanii drevesiny pri izgibe. Inzhenernyye konstruksii: KHKHKH konferentsiya. Leningrad: LISI, 1972. S. 106-114.
12. Klimenko V.Z. Metodicheskiye rekomendatsii po raschetu stroitel'nykh konstruksiy iz kleyenoy drevesiny s uchetom slozhnogo napryazhennogo sostoyaniya materiala. Kiev: KISI, 1998. 50 s.
13. Fursov V.V. K raschetu kleyenoy drevesiny v usloviyakh slozhnogo napryazhennogo sostoyaniya. Sovremennyye konstruksii iz metalla i drevesiny: Sbornik nauchnykh trudov. Odessa, 1999g. S. 216-221.
14. Medsen B. Duration of load tests for dry lumber subjected to shear. Forest Products J., 1975, Vol. 25. № 10. P. 44-52.
15. Filin A.P. Prikladnaya mekhanika tverdogo deformiruyemogotela: uchebnoyeposobiye. Tom 2. Moskva: Nauka, 1978. 616s.
16. Lukash P.A. Osnovy nelineynoy stroitel'noy mekhaniki. Moskva: Stroyizdat, 1978. 208s.
17. Pyatikrestovskiy K. P. Silovoye soprotivleniye prostranstvennykh derevyannykh konstruksiy pri kratkovremennykh i dlitel'nykh nagruzkakh avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.23.01. Moskva, 2012. 44 s.
18. Gomon S., Gomon S., Gomon P., Shkirenko S. The Basis of the Deformation Method for Calculating of Elements from Wood under Cross-Section Bending. International Journal of Engineering & Technology. 2018. Vol.7 (4.8). P. 109-114.
19. Gomon S.S. Stadiyi napruzhenno-deformovanoho stanu normal'nykh pereriziv roboty derevyiny na z'hyn. Resursoekonomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy. Rivne: NUVHP, 2011. Vyp. 21. S. 176-180.
20. Gomon S., Gomon S., Karavan V., Gomon P., Sobczak-Piastka J. Investigation of solid and glued wood on the effect of variables of low-cycle repeated loads. AIP Conference Proceedings 2077, 020020 (2019). P. 1-6. <https://doi.org/10.1063/1.5091881>.

Список використаної літератури

1. Design of timber structures. Eurocode 5. Part 1.1. General rules and rules for buildings (1995), 124.
2. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. ДБН В.2.6-161:2017. Укрархбудінформ, 2017. 119с
3. Коченов В.М. Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций. Москва: Государственное издательство. 1953. 320 с.
4. Гомон С.С., Яцук В.О. Розрахунок елементів конструкцій з деревини за роботи на поперечний згин з урахуванням повної діаграми деформування матеріалу. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди", НУВГП. Випуск 23. Рівне, 2012. С. 178-188.
5. Гомон С.С., Павлюк А.П., Поліщук М.В. Зміна положення нейтральної лінії балок з цільної деревини за косоного згину в залежності від характеру обпирання і прикладення навантаження. Містобудування та територіальне планування: Науково-технічний збірник. – К., КНУБА, 2016. – Вип. 61. – С. 120-127.
6. Betts S.C., Miller T. H., Cupra B. Location of the neutral axis in wood beams: A preliminary study. Wood Material Science and Engineering, 5, 2010. P. 173-180.
7. Ашкенази Е.К. Анизотропия прочности древесных и синтетических материалов: автореф. дисс. ... д-ратехн. наук: 05.23.01. Ленинград, 1969.

8. Гениев Г.А. О критерии прочности древесины при плоском напряженном состоянии. Строительная механика и расчет сооружений. 1981. № 3. С. 15–20.
9. Знаменский Е.М. Совершенствование нормирования расчетных характеристик элементов деревянных конструкций. Разработка и совершенствование деревянных конструкций. Сборник научных трудов, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Москва, 1989. С. 36–47.
10. Иванов Ю.М. К вопросу исследования складки разрушения древесины при сжатии вдоль волокон. Сб.: Труды института леса. Москва: АН СССР, 1953. Т.9. С. 115–121.
11. Квасников Е.Н. О напряженном состоянии древесины при изгибе. Инженерные конструкции: XXX конференция. Ленинград: ЛИСИ, 1972. С. 106–114.
12. Клименко В.З. Методические рекомендации по расчету строительных конструкций из клееной древесины с учетом сложного напряженного состояния материала. Киев: КИСИ, 1998. 50 с.
13. Фурсов В.В. К расчету клееной древесины в условиях сложного напряженного состояния. Современные конструкции из металла и древесины: Сборник научных трудов. Одесса, 1999г. С. 216–221.
14. Medsen B. Duration of load tests for dry lumber subjected to shear. Forest Products J., 1975, Vol. 25. № 10. P. 44–52.
15. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела: учебное пособие. Том 2. Москва: Наука, 1978. 616 с.
16. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. Москва: Стройиздат, 1978. 208 с.
17. Пятикрестовский К. П. Силовое сопротивление пространственных деревянных конструкций при кратковременных и длительных нагрузках автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.23.01. Москва, 2012. 44 с.
18. Gomon S., Gomon S., Gomon P., Shkirenko S. The Basis of the Deformation Method for Calculating of Elements from Wood under Cross-Section Bending. International Journal of Engineering & Technology. 2018. Vol.7 (4.8). P. 109–114.
19. Гомон С.С. Стадії напружено-деформованого стану нормальних перерізів роботи деревини на згин. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2011. Вип. 21. С. 176–180.
20. Gomon S., Gomon S., Karavan V., Gomon P., Sobczak-Piastka J. Investigation of solid and glued wood on the effect of variables of low-cycle repeated loads. AIP Conference Proceedings 2077, 020020 (2019). P. 1–6. <https://doi.org/10.1063/1.5091881>.

РЕКОНСТРУКЦІЯ НАПІРНИХ ҐРУНТОВИХ ДАМБ ТА ГРЕБЕЛЬ ВОДОСХОВИЩ У СТАНІ КРИТИЧНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

RECONSTRUCTION OF PRESSURE SOIL DAMS AND DIKES OF RESERVOIRS IN TERMS OF CRITICAL FILTRATION

Біскуб П.І. доцент, (Луцький національний технічний університет)

Biskub P. Associate Professor (Lutsk National Technical University)

Анотація. Багаторічний термін знаходження земляних гребель під постійним напором, кардинально міняє їхню здатність опору фільтраційному потоку через тіло греблі. Моніторинг показує, що збільшення швидкості та обсягу фільтрації, має геометричну прогресію, що є небезпечною настання критичного моменту та розмиву тіла греблі. Важливим фактором такого явища є те що, греблі виконуються дрібнодисперсних ґрунтів, які з легкістю піддаються вимиву їх часток з тіла греблі. Запропонований метод дає можливість стабілізувати протифільтраційну стійкість ґрунтової греблі.

Summary. A great number of water reservoirs is situated in the influence zone of the inhabited and developed downstream areas. The ability to resist the filtration flow through the dam is dramatically changing in time due to their long term stay under the permanent pressure. Continuous physical and chemical diffusion causes the creation of the micro-channels in the dikes which increase the amount of the filtration flow. It has been observed that the the speed and the amount of filtration has been increasing in geometric progression. It brings a danger of the critical moment and erosion of the dike body. It is essential that the dikes are constructed of the finely dispersed soils, which can easily be washed away from the body of the dike. As a result of the studying the interaction of different types of wetted soils with a pressure of water mass showed the inevitability of washing dusty particles with pressure in the period after the arrangement of the dam. In order to replace the space from the washed particles, it is necessary to carry out the mass sealing.

Two options are offered. The first method is based on research, in laboratory conditions, changes in the structure of soil moistened to the limit of fluidity under the influence of its own weight at the release of excess, except for capillary moisture. The second method is based on research with using vibration effects on soil mass with an additional gravitational load to the mass of the test specimen. Researches simulate the proposed method of eliminating the over-normative filtration of the soil dam body in natural conditions.

In the first case, the filtration is reduced by an average of 24 percent. The disadvantage, however, is the considerable amount of time caused by the slow effect of gravity due to the molecular adhesion of the soil.

In the second option of the research the effect of reducing the filtration flow through the dam model is an average of 82 percent and manifests itself during the time of

the experiment, that is, instantly. This method confirms its effectiveness in conditions that prevent long-term emptying of the reservoir, which is present in most cases.

The suggested method allows for the stabilization of the filtration stability of the soil dikes.

Ключові слова: ґрунтові дамби, греблі, фільтраційна стійкість

Keywords: soil dams, dikes, filtration stability

Вступ. Містобудівні вимоги до освоєння територій передбачають захист від окремих несприятливих факторів впливу на зону забудови, таких як затоплення. Крім того, багато освоєних територій уже знаходяться у зоні ризику затоплення аварійним руйнуванням гребель водосховищ, що знаходяться в поймі річок вище освоєної території. В переважній більшості такі дамби та греблі виконуються земляними, з місцевого ґрунту, що підтверджується економічною доцільністю.

Економічна складова будівництва спонукає до влаштування гребель та дамб з місцевого ґрунтового матеріалу. Оскільки ґрунти за своїм складом мають далеко неоднакові характеристики, то для цілей водоутримання вони повинні мати відповідні значення коефіцієнтів щеплення, фільтрації та інфільтрації, гранулометричний склад та щільність.

Досягти бажаних позитивних характеристик ґрунту для формування тіла греблі в більшості випадків неможливо через відсутність такого на місці будівництва, а доставка на значні відстані економічно не вигідна.

В зв'язку з тим, такі греблі за значний період експлуатації змінюють свої характеристики стосовно опору фільтрації.

Аналіз відомих досліджень.

Проблема росту об'єму фільтрації тіла греблі водосховища-акумулятора Хмельницької атомної станції, м. Острів Рівненської області, яка зафіксована в 2008 році, стимулювала до досліджень процесу та пошуку способу його ліквідації. Подібні дослідження проводяться по завданню Капітального ремонту греблі та поліпшення технічного стану водойми в с. Князівка Князівської сільської ради Путивльського району Сумської обл. Багаторічні спостереження за поведінкою кривої депресії фільтраційного потоку ведуться за допомогою ряду п'єзометрів, встановлених в тілі греблі по напрямку фільтраційного потоку (впоперек греблі). П'єзометри виконують з металевих труб діаметром 25-50мм з влаштуванням перфорації, яка ззовні захищена фільтраційним матеріалом та гравійною обсіпкою (рис.1.).

У ґрунтових греблях, в зв'язку з безперервним процесом фізичної та хімічної дифузії утворюються мікроканали, які сприяють збільшенню величини фільтраційного потоку, що підтверджується дослідями з механікою дрібнодисперсних ґрунтів. Встановлені п'єзометри по шляху фільтраційного потоку за період спостережень показують зміну

конфігурації кривої депресії, що підтверджується дослідями. Крім того, неоднорідність ґрунтової маси для формування греблі, значні протяжності та людський фактор при їх влаштуванні, не виключають потрапляння в тіло греблі органічних складових ґрунту, який з часом розкладається на складові, що сприяють фільтраційному потоку.



Рис. 1. Схема встановлення п'єзометра в тілі греблі.

Як правило, кривизна депресії в тілі ґрунтової греблі з часом випрямляється, що свідчить про зменшення опору тіла фільтраційному потоку. Схема встановлення п'єзометрів для спостереження за поведінкою зміни фільтраційного потоку в тілі земляної греблі за період довготривалої експлуатації наведена на рис. 2.

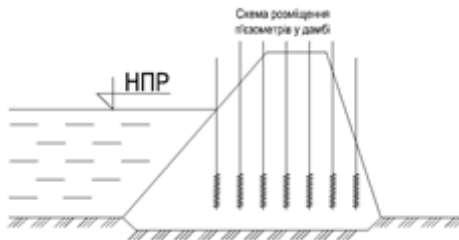


Рис. 2. Схема розміщення п'єзометрів в тілі греблі.

Зовнішньою ознакою такого явища є підняття відмітки змоченої частини низового укосу та збільшення об'єму фільтрованого стоку через греблю. Об'єм фільтрованого стоку зростає за геометричною прогресією через те, що при збільшенні швидкості та об'єму наростає процес фізичної та хімічної дифузії ґрунтової маси. Дифузія збільшує мікроскопічні канали і сприяє втраті опору тіла греблі до фільтрації.

Таке явище є небезпечним, тому що в кінцевому результаті може відбутись зростання об'єму та швидкості фільтраційного потоку до розмивного рівня.

Внаслідок такого явища крива депресії фільтраційного потоку спрямляється. Вихідний потік у нижньому б'єфі піднімається, що зменшує опір тіла греблі потоку. За рахунок такого явища фільтраційний потік збільшується в геометричній прогресії (рис. 3).

За рахунок насичення водою більшої частини тіла греблі, ґрунт знаходиться в підвищеному стані, що сприяє проходженню фільтраційного потоку через розрідження і зменшення її ваги. Саме тому, всі без виключення ґрунтові греблі втрачають свої початкові протифільтраційні з часом експлуатації.

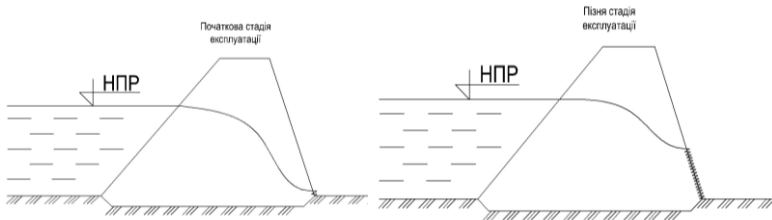


Рис. 3. Зміна форми кривої депресії фільтраційного потоку за період експлуатації

На зміну форми кривої депресії фільтраційного потоку в тілі греблі впливає режим експлуатації водосховища.

При циклічному наповненні водосховища або значних коливаннях нормально підпертого рівня (НПР), зміни кривої депресії значно менші, ніж при постійному високому рівні відмітки води водосховища.

Це пояснюється тим, що після опорожнення водосховища насичене водою тіло дамби самоущільнюється завдяки інфільтрації (вертикальному опусканню води в тілі дамби) та ліквідації підвищеності ґрунтової маси греблі.

В греблях з постійним підпертим рівнем води водосховища такі фактори відсутні, тому фільтраційні потоки з часом збільшуються.

В будівництві, для збільшення щільності основ під будівлі чи штучно створених основ насипом, здійснюється метод насичення водою ґрунтової маси з послідовним, після підсихання, ущільненням методом укатки або утрамбування.

Якщо навіть не використовувати штучний метод ущільнення, то за рахунок власної ваги певна товща ґрунту буде ущільнюватись після звільнення від надлишкової води інфільтрацією.

Це викликано тим, що при насиченні водою значно зменшуються коефіцієнти внутрішнього тертя та зчеплення і тому зростає границя текучості. Крім того, маса тіла греблі збільшується за рахунок насиченості водою та одночасно втрата підвищеності ґрунтової маси збільшує зусилля самоущільнення.

Важливим фактором є співпадіння, в даному випадку, вектора потоку інфільтрації з вектором дії маси ґрунту, що сприяє ущільненню. Крім того, слід брати до уваги те, що для кожного виду ґрунту тіла греблі існують різні градієнти напору та критичні швидкості руху фільтраційної води, які являються початком суфозії та контактного розмиву.

При цьому слід враховувати коефіцієнти фільтрації, що мають значні відхилення в різних ґрунтів.

Прикладом є:

- глини, пісок пилюватий – $0,5 \div 2$ м/добу;
- пісок середній, суглинки – $3 \div 5$ м/добу;
- пісок крупний – $10 \div 20$ м/добу.

Оскільки швидкість фільтрації в кінцевому результаті виражається об'ємом потоку на виході за певний час, то потрібно встановити водомір обліку фільтраційного потоку на невеликому /до 10м/ контрольному відрізку виходу фільтраційного потоку. Збільшення об'єму фільтраційного потоку за однаковий період часу з роками експлуатації є свідченням втрати протифільтраційної стійкості греблі. Як відомо, швидкість та об'єм фільтраційного потоку за роки експлуатації зростає за геометричною прогресією, що приближує до стану контактного розмиву, який залежить від складу ґрунту тіла греблі, але в кінцевому етапі настає.

Постановка мети і задач досліджень.

Метою досліджень є пошук можливості ліквідації утворених механічною та хімічною дифузією мікропор у тілі греблі з використанням гравітації.

Методика впровадження досліджень.

Для цього (за можливості) слід опорожнити водосховище, або максимально понизити рівень «НПР». Далі, за певний період після звільнення тіла греблі від надлишкової води, через інфільтрацію, що залежить від висоти греблі та складу ґрунту, здійснити навантаження на гребінь греблі з використанням великовагових віброкатків.

Укатування має бути здійснене з мінімальною прохідною швидкістю та малою частотою вібрації, для збільшення амплітуди коливань для проникнення їх на значну глибину ґрунтової маси.

Таким чином, за принципом віброваної укладки бетонної суміші, здійснюватиметься ущільнення тіла греблі за рахунок гравітаційного переміщення в поєднанні з вібруванням, яке зменшує молекулярне зчеплення ґрунту, що сприяє ущільненню.

У випадку неможливості використання віброкатків через наявність асфальтового покриття на гребені греблі, може бути застосовано метод вібрування рухом групи великовагових автомобілів з повним завантаженням типу «КРАЗ», «БелАЗ», «Татра» з влаштуванням штучних нерівностей проїзду.

Ефект такого способу буде досягнуто за рахунок мінімальної відстані між автомобілями, що дасть можливість накладання амплітуд коливань і взаємного їх підсилення.

Результати досліджень та висновок. Цей метод є досить вагомим альтернативним, оскільки всі інші, такі як: утворення діафрагм, екранів, суцільне кріплення верхових укосів чи влаштування ядра греблі, є досить затратними. Це особливо досить ефективний метод при наявності в тілі греблі органічних складових ґрунту, оскільки утворені від гниття порожнини будуть заповнені мінеральними частками породи, які перешкоджають фільтрації.

References

- DBN V.2.4-20:2014 Earth Dams. Methods of conducting field surveys of dams and protective water management dams.
2. Determination of the technical condition of earth piezometers. - <https://prozorro.gov.ua> > UA-2017-08-0.
 3. Reconstruction of the hydrotechnic structure and earth dam. - <https://zakupki.prom.ua> > UA-20.
 4. Tertsagi K. Soil mechanics theory. – Moscow: Nedra, 1993. – 245 p.
 5. Tsytoich N.A. Soil mechanics: A brief course. – Moscow: Vysshaya Shkola, 1993. – 288 p.
 6. Sidorov N.N. Modern methods for determining the characteristics of the soil mechanical properties/ in Sidorov N., Sipidin V.P. – Leningrad: Lentekstroyizdat, 1972. – 136 p.
 7. Soil mechanics, basics and fundamentals: a textbook / L.M. Shutenko, O.G. Rud, O.V. Kichayeva. – Kharkiv: O.M. Bekhetov National City Management University. - Kharkiv

Список використаної літератури:

1. ДБН В.2.4-20:2014 Греблі з ґрунтових матеріалів. Методика проведення натурних обстежень земляних гребель і захисних дамб водогосподарського призначення. Посібник до ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000
2. Визначення технічного стану п'єзометрів земляної греблі <https://prozorro.gov.ua> > tender > UA-2017-08-0.
3. Реконструкція гідротехнічної споруди та земляної греблі <https://zakupki.prom.ua> > gov > tenders > UA-20.
4. Терцаги К. Теория механики грунтов / К. Терцаги ; пер. с англ. ; под. ред. Н. А. Цитовича. – М. : Недра, 1993. – 245 с.
5. Цытович Н. А. Механика грунтов: краткий курс / Н. А. Цытович. – М. : Высшая школа, 1983. – 288 с.
6. Сидоров Н. Н. Современные методы определения характеристик механических свойств грунтов / Н. Н. Сидоров, В. П. Сипидин. – Л. : Ленгестройиздат, 1972. – 136 с.
7. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків :

РЕКОНСТРУКЦІЯ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ ЯК ЗАПОРУКА ПРИВАБЛИВОСТІ МІСТА

RECONSTRUCTION OF HISTORIC BUILDINGS AS THE KEY ATTRACTION OF THE CITY

Верешко О.В., асистент, Ляшук С.В., студент, Сокур Т. Д., студент, Кузьмич В.В., студент (Луцький національний технічний університет), Верешко А.О., студент (Київський національний університет будівництва та архітектури)

Vereshko O.V., assistant, Liashuk S.V., student, Sokur T.D., student, Kuzmych V.V., student (Lutsk National Technical University), Vereshko A.O., student (Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture)

***Анотація.** Проаналізовано стан історичної забудови міста Луцька. Визначено основні проблеми реконструкції історичної забудови. Виявлено основні причини неналежного стану історичних будівель та несвоєчасної їх реконструкції.*

***Summary.** The current state of historic cities in Ukraine has revealed its problem, revealing the maturation of historical and cultural heritage. An important area of preservation of the historical and cultural heritage of cities is the reconstruction and renovation of modern historic cities and the restoration of buildings and structures - monuments of architecture, history and more.*

To date, the rapid increase in population and the increasing needs of urban population necessitates permanent new construction and the use of historic buildings for housing and commerce. Preserving the most preserved architectural monuments will guarantee greater attractiveness and increase in the number of tourists within the city.

Over the past few decades, Lutsk has been significantly affected by urbanization, the development of which has little concern for the historical features of its architectural heritage. In particular, in the historic city center, rapid growth and modernization are rapidly replacing historical heritage with amorphous, modern and global projects.

Much of the buildings in the reserve are unfit, for example: houses on Bratkovsky and Drahomanov streets, Prizler's house, the building of Lutsk Orthodox Fellowship of the True Cross and others. All of these and other sites in the historic city center need large-scale reconstruction.

The research revealed that a large part of the buildings in the historic part of Lutsk require major reconstruction. However, the reconstruction must be carried out taking into account the group of physical, socio-economic and socio-cultural factors of urbanization. In addition, work on the reconstruction of the historic building should be carried out only with regard to the purpose of the structures, their subsequent use and a harmonious combination with the surrounding buildings. It should be noted that local

governments have an important role to play in overseeing the reconstruction of historic buildings.

Ключові слова: реконструкція, історична забудова.

Keywords: reconstruction, historical buildings.

Постановка проблеми. Сучасний стан історичних міст України характеризується наявністю проблем, пов'язаних із збереженням історико-культурної спадщини. Важливим напрямком збереження історико-культурної спадщини міст є реконструкція та реновація сучасних історичних міст і реставрація будівель та споруд – пам'яток архітектури, історії та ін. У містобудівній практиці застосовується два види діяльності, що пов'язані із реконструкцією:

- реконструкція міст (на рівні планувальної структури вцілому);
- реконструкція міського середовища, що історично сформувалося (як правило на рівні окремих ділянок у центральній частині міста) [1].

У процесі стрімкого розвитку міст виникає необхідність впровадження культури належного ставлення до цінної історичної забудови та збереження історичного середовища. Потрібно зберегти унікальне історико-архітектурне міське середовище, і при цьому створити сучасну міську інфраструктуру, а це можливо лише шляхом вжиття невідкладних ефективних заходів, що пов'язані із реконструкцією історичної забудови.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Проблеми збереження і розвитку історичної забудови розглядало у своїх дослідженнях багато вітчизняних та зарубіжних вчених. Зокрема, дослідженням проблемних аспектів реконструкції і розвитку історичної забудови міст присвячені роботи М. Бевза, В. Кучерявого, Б. Посацького, С. Ревського, О. Рибчинського, Т. Товстенко та ін. [2, 3, 4]. Історико-містобудівним дослідженням міст України присвячені роботи В. Вечерського [5].

Проблемам реконструкції історичної забудови присвячено багато досліджень і за кордоном. Технологічним аспектам реконструкції історичної забудови присвячені роботи М. Хочови, М. Кангара (Словаччина) [6]. Вплив урбанізації на будівлі історичної спадщини міст Індії досліджений у роботі [7].

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Головна мета дослідження полягає в розкритті проблем реконструкції історичної забудови. Поставлені завдання: проаналізувати сучасний стан історичної забудови міста Луцька, визначити основні завдання, що мають бути вирішені під час реконструкції; виявити основні причини неналежного стану історичних будівель та несвоєчасної їх реконструкції.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Історичне середовище багатьох міст України на сьогоднішній день знаходиться в кризовому стані, та, на жаль, історичні будівлі все рідше

піддаються реконструкції. На це існують як суб'єктивні, так і об'єктивні соціально-економічні причини, серед них:

- недосконалість нормативної бази. В Україні нормативна база, що стосується реконструкції, дуже обмежена і не досконала;
- незацікавленість держави. В Україні відсутні державні програми, які могли б стимулювати проведення реконструкції;
- нестача коштів. Реконструкція старих будівель є дуже дорогою, а обсяги державного фінансування часто недостатніми [8].

Реконструкція історичної забудови є однією з найскладніших та найактуальніших проблем сучасного містобудування, у зв'язку з динамічним процесом забудови міста та постійним наповненням і переплануванням районів. На сьогоднішній день стрімке збільшення чисельності та зростання потреб населення у містах зумовлює постійне нове будівництво та використання історичних будівель для проживання та комерції. Наявність максимально збережених пам'яток архітектури стане запорукою більшої привабливості та зростання кількості туристів у межах міста.

При реконструкції історичної забудови підлягають вирішенню такі завдання:

- ефективне використання територій історичної забудови для створення екологічно чистого, комфортного середовища для проживання та життєдіяльності населення;
- збереження й раціональне використання об'єктів культурної спадщини, зон охорони (буферних зон) пам'яток культурної спадщини, історичних ареалів населених місць та історичного середовища [9].

За останні кілька десятиліть Луцьк зазнав значного впливу урбанізації, розвиток якої мало хвилює історичні ознаки архітектурної спадщини. Зокрема, в історичному центрі міста бурхливе зростання та модернізація швидко замінюють характеристики історичної спадщини аморфними, сучасними та глобальними проектами. Самі фізичні характеристики міста, особливо будівель, безповоротно змінюються, і з часом їх загальна картина стане лише пам'яттю, що збереглася в кількох рештках споруд та фотографій.

Забудова старої частини міста Луцька, яка формувалася впродовж багатьох століть, неодноразово зазнавала руйнації і відбудовувалася в новій якості відповідно до історичних вимог, тенденцій тощо. Під час Другої світової війни протягом лютого-липня 1944 року в результаті артилерійських обстрілів і бомбардувань було зруйновано близько 50 відсотків історичної забудови старої частини міста. Оскільки значна частина історичної міської забудови була втрачена, а на її місці або з'явилися нові будинки, окремі з яких не повністю гармонують з існуючою забудовою, або ж залишилися незабудовані ділянки.

З метою збереження і раціонального використання історичних пам'яток у 1985 році, на території обласного центру Волинської області був заснований історико-культурний заповідник «Старий Луцьк». Він займає практично усю центральну частину міста. У нього входять обхідний і Верхній замки, католицькі монастирі з їх багатою історією, жіночі і чоловічі (шарітки, єзуїти, бригідки, домініканці та ін.), синагога, православні Хрестовоздвиженська та Покровська церкви, будинок Косачів, різноманітні музеї. Перлиною заповідника є Верхній замок (або замок Любарта, побудований в 14 ст.).

Значна частина будівель у заповіднику перебуває в аварійному стані, наприклад: житлові будинки на вул. Братковського та Драгоманова, будинок Прайзлерів, будівля монастиря Луцького Хрестовоздвиженського братства та ін. Усі ці та інші об'єкти у історичній частині міста потребують масштабної реконструкції (рис. 1, 2, 3).



а)



б)

Рис. 1. Фотофіксація стану житлових будинків по вул. Братковського (а), та вул. Драгоманова (б).



Рис. 2. Будівля монастиря Луцького Хрестовоздвиженського братства



Рис. 3. Будівля монастиря бригідок

Дослідження практики реконструкції історичної забудови міст нашої держави показує, що для якісного поліпшення своєрідності населених міст необхідно на основі глибокого наукового аналізу проводити комплексне

виконання таких завдань: генплан-проект детального планування, проект реставрації чи реконструкції, проект пристосування чи нового будівництва [4, 10].

Тому, працюючи над програмою розвитку міста Луцька важливо зосередити увагу на історичній архітектурній спадщині та її характерному впливі на соціокультурне життя міста, щоб максимально зберегти його спадщину.

Висновки. У результаті проведеного дослідження виявлено, що значна частина об'єктів забудови у історичній частині міста Луцька потребує масштабної реконструкції. Однак реконструкцію необхідно проводити із врахуванням групи фізичних, соціально-економічних та соціально-культурних факторів урбанізації. Окрім цього, роботи по реконструкції історичної забудови необхідно проводити лише із урахуванням призначення споруд, їх подальшого використання та гармонійного поєднання із навколишньою забудовою. При цьому важливу роль повинні відігравати органи місцевого самоврядування у контролі за проведенням реконструкції об'єктів історичної забудови.

References

1. Hlazyrin, V.L., Shkrabyk, I.V. Hradostroytel'naya rekonstruktsiya ta renovatsiya istorichnoyi sredy mist // Arkhitekturnyy visnyk KNUBA. - K.: KNUBA, 2016. - № 8-9. [Elektronnyy resurs]. – rezhyim dostupu: <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/3864>
2. Bevz M.V. Metodolohichni osnovy vyroblennya ta reheneratsiyi zapovidnykh arkhitekturnykh kompleksiv istorychnykh mist Ukrainy (na prykladi Zakhidnoyi Ukrainy): Avtoref. dys. d-ra arkh. 18.00.01 / KHDТUBA. - Kharkiv, 2004. - 32 s.
3. Prostir mista i mis'ka kul'tura (na zlami XX-XXI st.) [Tekst] / B. S. Posats'kyy; Natsional'nyy un-t «L'viv's'ka politekhnika». - L. : Vyd-vo NU «L'viv's'ka politekhnika», 2007. - 208 s.
4. Parasiyk B. Monastyr Svyatoyi Brygity u Luczku. Propozyciya rekonstrukcii ta renovacii / Bogdan Parasiyk, Oleg Rybchynskyy, Sergii Synii // Mizhnarodna naukova konferenciya "Kreatyvnyj urbanizm", 24-25 travnya 2013 roku: tezy dopovidej [vidpovid. za vyp. G.P. Petryshyn] – Lviv: Vydavnyctvo Lvivskoyi politexniki, 2013. – S. 106-107.
5. Vechers'kyy V. Skhidna mistobudivna diyal'nist' Ukrainy: Teoriya i praktyka istoryko-mistobudivnykh pam'yatok naselenykh mist's'. - K.: NDITIAM, 2003. - 560 s.
6. K.Kiruthiga, K.Thirumaran. Effects of urbanization on historical heritage buildings in Kumbakonam, Tamilnadu, India // Frontiers of Architectural Research. Vo. 8, Issue 1, March 2019, Pages 94-105. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.09.002>
7. Marta Hočová, Marek Cangár, Silvia Baďurová. Technological Aspects of Reconstruction of Historical Buildings // Procedia Engineering. 2015. Vol. 111. P. 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.093>
8. Vladymyrova M.S., Ryzhkova V.O. Rekonstruktsiya istorychnoho tsentru mista yak elementiv stratehiyi rozvytku // Molodyy chas. - Kherson: Hel'vetyka, 2017. - №4 (44). S. 626-629.
5. DBN B.2.2-12: 2019. Planuvannya ta zabudova terytoriyi. - K.: Minrehion Ukrainy. - 2019, - 185 s.

9. DBN B.2.2-12: 2019. Planuvannya ta zabudova terytoriyi. - K.: Minrehion Ukrayiny. - 2019, - 185 s.

10. Lesyk-Bondaruk O.O. Mistse ta vbyvstvo monastyrsk'kykh ansambliv m. Luts'k u sferi mis'koyi zabudovy // Visnyk Prydniprovs'koyi diyal'nosti akademiyi budivnytstva ta arkhitektury - 2017, № 2. S. 108-113

Список використаної літератури

1. Глазырин, В.Л., Шкрабик, И.В. Градостроительная реконструкция и реновация исторической среды города // Архітектурний вісник КНУБА. – К.: КНУБА, 2016. – № 8-9. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/3864>

2. Бевз М.В. Методологічні основи збереження та регенерації заповідних архітектурних комплексів історичних міст України (на прикладі Західної України): Автореф. дис. д-ра арх. 18.00.01 / ХДТУБА. – Харків, 2004. – 32 с

3. Простір міста і міська культура (на зламі XX-XXI ст.) [Текст] / Б. С. Посацький; Національний ун-т «Львівська політехніка». — Л.: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2007. — 208 с.

4. Парасюк Б. Монастир Святої Бригіти у Луцьку. Пропозиція реконструкції та реновації / Богдан Парасюк, Олег Рибчинський, Сергій Синій // Міжнародна наукова конференція "Креативний урбанізм", 24-25 травня 2013 року: тези доповідей [відповід. за вип. Г.П. Петришин] – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – С. 106-107.

5. Вечерський В. Спадщина містобудування України: Теорія і практика історико-містобудівних пам'яток охоронних досліджень населених місць. – К.: НДІТІАМ, 2003. – 560 с.

6. K.Kiruthiga, K.Thirumaran. Effects of urbanization on historical heritage buildings in Kumbakonam, Tamilnadu, India // Frontiers of Architectural Research. Vo. 8, Issue 1, March 2019, Pages 94-105. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.09.002>

7. Marta Hočová, Marek Cangár, Silvia Baďurová. Technological Aspects of Reconstruction of Historical Buildings // Procedia Engineering. 2015. Vol. 111. P. 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.093>

8. Владимирова М.С., Рижкова В.О. Реконструкція історичного центру міста як елемент стратегії розвитку регіону // Молодий вчений. – Херсон: Гельветика, 2017. – №4 (44). С. 626-629.

9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К.: Мінрегіон України. – 2019, - 185 с.

10. Лесик-Бондарук О.О. Місце та роль монастирських ансамблів м. Луцьк у системі міської забудови // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури – 2017, № 2. С. 108-113

**ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТА СПОСОБИ МОДИФІКАЦІЇ
КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ДЕРЕВИНИ**

**FIELD OF APPLICATION AND METHODS OF MODIFICATION OF
COMPOSITION MATERIALS ON BASE TIMBER**

Гомон С.С., к.т.н., доц., Савчук В.О., студентка 3 курсу (Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне), Мельник Ю.А., к.т.н., доц., Верешко О.В., асист. (Луцький національний технічний університет, Луцьк)

Gomon S.S., Ph.D., associate professor, Savchuck V.O., student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Melnyk Yu.A., Ph.D., associate professor, Vereshko O.V., assistant (Lutsk National Technical University, Lutsk)

***Анотація.** Проведено аналіз літературних джерел різних способів модифікації деревини. Приведено основні способи глибокої модифікації деревини. Наведено область застосування композиційних матеріалів на основі деревини в різних галузях будівництва та деревообробній промисловості. Висвітлено подальші дослідження модифікації деревини силором.*

***Summary.** The literary sources analysis of various possibilities of a timber modification is considered in the article. Timber modification is a process of deliberately influencing on wood to improve its mechanical and biological parameters. It is stated that the modification allows to change the properties of the timber in such a way as to increase its reliability, increase the service life, protect from moisture, precipitation and microorganisms, and to provide the material with the necessary properties for the arrangement of certain premises. There are two types of timber modification - surface and deep. Surface modification is performed to protect against fire and pests, as well as to strengthen and strengthen the load-bearing structures of buildings, structures, bridges. Deep modification is intended to increase the physical and mechanical characteristics of materials and products several times. The main disadvantage of deep modification is the high complexity of work and the cost of its implementation. Modified timber differs favorably from ordinary timber, it can be used in rooms where the temperature and humidity often change, unprocessed timber, in such conditions, will quickly become unusable. The basic methods of deep modification of timber according to the state standards of Ukraine, in particular thermomechanical, chemical-mechanical, thermochemical, chemical, radiation-chemical modification methods are presented. The field of application of composite materials based on timber (modified and glued) in various fields of construction and wood industry is given. In particular, such materials are used in load-bearing structures of buildings and structures, bridge structures, in the production of flooring for various purposes and furniture. The direction of further researches of timber modification by silor is determined.*

Ключові слова: *деревина, модифікована деревина, способи модифікації деревини, композиційні матеріали, силор.*

Keywords: *timber, modified timber, methods of modifying timber, composite materials, silor.*

Вступ. На сьогоднішній день, як і сотні років тому, деревина займає лідируючі позиції серед матеріалів для будівництва та оформлення приміщень. Як би не старалися виробники пластику та інших синтетичних матеріалів, а повністю відтворити і замінити властивості та особливості деревини їм досі не вдалося. Але деревина має істотні недоліки – низьку біостійкість, вологостійкість і формостійкість, вади деревини, в деяких випадках низьку міцність. На щастя, вчені давно знайшли спосіб боротьби з цими недоліками – це модифікація деревини, тобто отримання нових композиційних матеріалів з поліпшеними властивостями.

Згідно з [1] модифікація деревини – це процес навмисної зміни фізико-механічних, теплофізичних, триботехнічних, біохімічних властивостей деревини з врахуванням подальших умов експлуатації виробів з неї.

Модифікована деревина [1] – це деревина з поліпшеними фізико-механічними, теплофізичними, триботехнічними, біохімічними властивостями, які отримані в процесі модифікації. Модифікація дозволяє змінити властивості деревини таким чином, щоб підвищити її надійність, міцність, збільшити термін служби, захистити від вологи, атмосферних опадів і мікроорганізмів, а також надати матеріалу необхідних властивостей для облаштування певних приміщень. Модифікована деревина вигідно відрізняється від звичайної, вона може використовуватися в приміщеннях, де часто змінюється температура і вологість, необроблене дерево в таких умовах швидко стане непридатним для експлуатації.

Аналіз відомих досліджень. Проблемами модифікації деревини, способами, які застосовують для її модифікації займалася велика кількість вчених. Серед них Іванов Ю.М. [2], Хрулев В.М. [3], Машкин Н.В. [4], Шамаев В.А. [5], Сашин М.А. [6] та ін. Вчені досліджували модифікацію деревини, отримуючи при цьому нові композиційні матеріали, модифікатори. Дослідники встановлювали особливості модифікації деревини різними способами, при цьому використовуючи різні листяні та хвойні породи деревини.

Основна частина. Способи модифікації деревини. Розрізняють два види модифікації деревини – поверхнева та глибинна. Поверхневу модифікацію в основному проводять для захисту від загорання та враження комахами, грибами, шкідниками різних видів матеріалів, виробів, конструкцій з деревини, а також зміцнення та підсилення несучих конструкцій будинків, споруд, мостів тощо. При цьому міцність конструкцій при поверхневій модифікації збільшується приблизно до 50%.

Глибинна модифікація, як правило, призначена для збільшення фізико-механічних характеристик матеріалів та виробів у декілька разів. Основним недоліком глибинної модифікації є велика трудомісткість робіт та затрат на її здійснення.

Глибинна модифікація деревини може здійснюватися різними способами. Найпопулярніші види глибинної модифікації деревини згідно з [1]:

1) термомеханічне модифікування деревини – це модифікація попередньо нагрітої, пропареної, сухої або наповненої деревини ущільненням з подальшим високотемпературним сушінням і термообробкою;

2) хіміко-механічне модифікування деревини – це модифікування деревини ущільненням з попередньою або одночасною пластифікацією її аміаком або просоченням смолами, мастилами з наступною термообробкою;

3) термохімічне модифікування деревини – це модифікування деревини просочуванням мономерами, олігомерами або смолами і з наступною термообробкою з метою полімеризації або поліконденсації в деревині складу, який просочується;

4) хімічне модифікування деревини – це модифікування деревини хімічною обробкою аміаком, оцтовим ангідридом або катонами, що змінюють тонку структуру клітинних стінок і хімічний склад деревини;

5) радіаційно-хімічне модифікування деревини – це модифікування деревини шляхом просочуванням мономерами, олігомерами або смолами з подальшою їх полімеризацією під дією іонізуючого випромінювання.

Кожен з видів модифікації має свої переваги та недоліки.

Області застосування модифікованої деревини є досить різноманітними. Це є несучі конструкції будинків і споруд, мостові конструкції, опорядження фасадів, елементи внутрішнього інтер'єру.

Несучі конструкції з модифікованої деревини (рис. 1) - це балки, рами, арки, ферми, просторові конструкції.

При використанні натуральної деревини на їх виготовлення використовується в основному високоякісна соснова деревина, дефіцит якої в останні роки стає все відчутнішим. Застосування методів модифікування деревини істотно збільшує перелік деревних порід для виготовлення несучих конструкцій: крім хвойної деревини додаються береза, осика, вільха, тополя. З огляду на те, що з листяної деревини, що має значну кількість вад, отримують тонкомірні пиломатеріали, найбільш ефективні клеєні дерев'яні конструкції. Клеєні дощаті балки прольотом 6-12 м прямокутного і двотаврового перетину застосовують в конструкціях горищних перекриттів малоповерхових житлових будинків, а також безгорищних покриттів промислових і складських будівель.

Клеєні балки з модифікованої фанери виготовляють двотаврового і

коробчатого перерізу. Такі балки застосовують для перекриття прольотів до 12 м. Клеєні дощаті тришарнірки арки з модифікованої деревини застосовують для покриттів складів мінеральних добрив і хімікатів, сховищ, павільйонів, спортивних споруд. Прольоти, зазвичай, не перевищують 18 м.

а)



б)



Рис. 1. Несучі конструкції будинків різного призначення з модифікованої деревини: а) покриття басейну; б) каркас одноповерхового житлового будинку

Метало-дерев'яні ферми з клеєних блоків з модифікованої деревини використовують для перекриття прольотів до 24 м. Такі ферми з розкосами і верхнім поясом з клеєної модифікованої деревини можна застосовувати і в конструкціях малих автодорожніх і пішохідних мостів (рис.2).

Позитивні властивості модифікованої деревини (атмосферостійкість, біо- і вогнестійкість, висока міцність) реалізуються в будинках промислового виробництва: каркасних, щитових, панельних. Стіни каркасних будинків виготовляють з модифікованих або антисептованих брусків з обшивкою дошками і дерев'яними плитами. При цьому зовнішня обшивка виконується із модифікованих полімерами шпунтованих дощок

хвойних і листяних порід.

Більш досконалішими є панельні конструкції з використанням клеєної модифікованої деревини (рис.3). Зовнішній бік таких панелей, зазвичай, має обшивку з модифікованої деревини. Розміри стінових панелей є різними. Панелі стін та перекриттів з'єднують болтами.

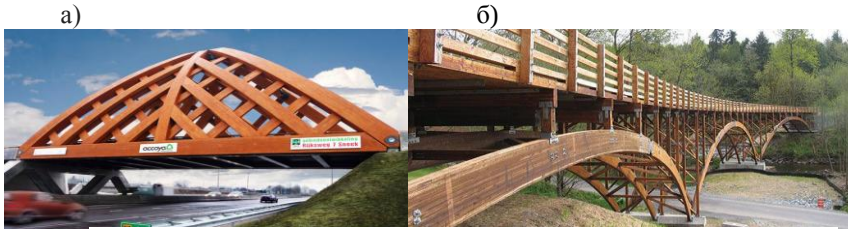


Рис. 2. Мостові конструкції з композиційних матеріалів на основі деревини: а) малий автодорожній міст; б) пішохідний міст.



Рис. 3. Промислова будівля з використанням зовнішніх панелей, виготовлених на основі модифікованої деревини

Також композиційні матеріали на основі деревини використовуються в деревообробній промисловості (рис.4).

Подальші дослідження. Нами попередньо проводилося дослідження модифікації клеєної деревини сосни полімерною композицією «силор» за поверхневого способу модифікації [7,8,9]. Було встановлено вплив даної композиції на міцнісні та деформативні властивості клеєної деревини за м'якого режиму випробувань.

В подальшому планується модифікувати різні породи деревини силором глибинним способом модифікації. Провести експериментальні дослідження отриманих композиційних матеріалів за жорсткого режиму випробувань на стиск вздовж волокон. Побудувати діаграми дійсного

стану композиційних матеріалів, при цьому отримавши реальні міцнісні та деформативні параметри – міцність, модуль деформації (січний модуль), граничні та критичні деформації.

а)



б)



Рис.4. Елементи внутрішнього інтер'єру з модифікованої деревини:
а) підлога; б) меблі

Висновки:

- 1) проаналізовані основні способи модифікації деревини;
- 2) висвітлено область застосування модифікованої деревини в різних галузях народного господарство;
- 3) наведено область подальших досліджень за даною тематикою.

References

1. GOST 24329-80. Drevesina modifitsirovannaya. Sposoby modifitsirovaniya. M.: Stroyizdat.- 1980 – 16s.
2. Ivanov YU.M. O fiziko-mekhanicheskikh ispytaniyakh modifitsirovannoy drevesiny. Plastifikatsiya i modifikatsiya drevesiny. Riga, 1970. S.17-25.

3. Khrulev V.M. Modifitsirovannaya drevesina v stroitel'stve: nauchnoye posobiye. Moskva: Stroyizdat, 1986. 112 s.
4. Mashkin N.V. Eksploatatsionnaya stoykost' modifitsirovannoy drevesiny v stroitel'nykh izdeliyakh i yeye tekhnologicheskoye obespecheniye: diss. ... dokt. tekhn. nauk: 05.23.05 / Novosibirsk, 2000. 366 s.
5. Shamayev V.A. Khimiko-mekhanicheskoye modifitsirovaniye drevesiny: monografiya. Moskva, 2003. 260 s.
6. Sashin M.A. Prognoziroaniye i povysheniye dolgovechnosti i dlitel'noy prochnosti drevesiny v stroitel'nykh izdeliyakh i konstruktsiyakh: diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.05 / Tambov, 2006. 182 s.
7. Gomon S.S., Gomon S.S., Zinchuk A.V. Doslidzhennya modyfikovanoy sylorom kleyenoy derevyny na stysku z vykorystanniam volokon. Vseukrayins'kyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal "Visti Donets'koho hirnychoho instytutu". Pokrovs'k: DVNZ «Donents'kyi NTU», 2017. №1 (40). S. 134-138.
8. Gomon S.S., Gomon S.S. Zinchuk A.V. Deformatyvnist' modyfikovanoy sylorom kleyevoy derevyny dlya roboty na styli z vykorystanniam volokon. Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy. Rivne: NUVHP, 2017. S. 111-117.
9. Patent na vynakhid №40068 Ukrainy «Sposib izolyatsiyi ta zminennya ta polimernoyi kompozytsiyi dlya yoho zdiysnennya « SYLOR »», 16.07.2001 r., Byul. №6.

Список використаної літератури

1. ГОСТ 24329-80. Древесина модифицированная. Способы модифицирования. М.: Стройиздат.- 1980 – 16с.
2. Иванов Ю.М. О физико-механических испытаниях модифицированной древесины. Пластификация и модификация древесины. Рига, 1970. С.17-25.
3. Хрулев В.М. Модифицированная древесина в строительстве: научное пособие. Москва: Стройиздат, 1986. 112 с.
4. Машкин Н.В. Эксплуатационная стойкость модифицированной древесины в строительных изделиях и ее технологическое обеспечение: дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.05 / Новосибирск, 2000. 366 с.
5. Шамаев В.А. Химико-механическое модифицирование древесины: монография. Москва, 2003. 260 с.
6. Сашин М.А. Прогнозирование и повышение долговечности и длительной прочности древесины в строительных изделиях и конструкциях: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Тамбов, 2006. 182 с.
7. Гомон С.С., Гомон С.С., Зінчук А.В. Дослідження модифікованої силором клеєної деревини на стиск вздовж волокон. Всеукраїнський науково-технічний журнал "Вісті Донецького гірничого інституту". Покровськ: ДВНЗ "Донецький НТУ", 2017. №1(40). С. 134-138.
8. Гомон С.С., Гомон С.С. Зінчук А.В. Деформативність модифікованої силором клеєної деревини за роботи на стиск вздовж волокон. Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне: НУВГП, 2017. С. 111-117.
9. Патент на винахід №40068 А України «Спосіб ізоляції і зміцнення та полімерна композиція для його здійснення "СИЛОР"», 16.07.2001 р., Бюл. №6.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ МЕРЕЖІ НА РОЗПОДІЛ
ВУЗЛОВИХ НАПОРІВ**

**DETERMINATION OF THE IMPACT OF THE NETWORK
STRUCTURE ON NODE PRESSURE DISTRIBUTION**

**Добровольська О.Г., к.т.н., (Запорізький національний
університет)**

**Dobrovolska O.G., Ph.D. in Engineering, (Zaporizhzhya National
University)**

***Анотація.** Досліджено вплив окремих ділянок водопровідної мережі на надійність водопостачання в нормальних і аварійних умовах з врахуванням умов живлення та структури мережі. Представлені результати досліджень особливостей утворення та зміни площі зон недостатнього напору з урахуванням гідравлічних характеристик мережі. Визначені завдання, які має вирішувати система управління потокорозподілом на стадії проектування мереж. За результатами досліджень виконано оцінку умов водопостачання при утворенні зон недостатнього напору.*

***Summary** In the event of an accident on certain parts of the network, the operational redistribution of flows in it allows to reduce significantly the negative consequences of the accident. The effect will be greater the shorter the time between the start of the accident and the measures taken. The general unsatisfactory condition of the water supply networks in Ukraine and the high incidence of them require from the dispatching services of the utility companies prompt response to eliminate the consequences of emergencies. However, most utilities do not provide the ability to make rapid changes to the flow management system, which impairs its efficiency. Given the above, it is relevant to continue research on the influence of network structure on the distribution of nodal head.*

In this work the influence of separate sections of the water supply network on the dynamics of nodal pressures for different conditions of supply is investigated. The results of investigations of peculiarities of formation and change of the area of areas of insufficient head with the account of emergency situations for networks with different structure are presented.

The tasks to be solved by the flow management system at the design stage of the networks are identified. According to the results of the researches, the conditions of water supply were formed when the zones of insufficient head were formed

The research methodology consisted of the following stages: development of initial schemes; performance of hydraulic calculations at normal network modes; modeling of emergencies; performance of hydraulic calculations in emergency situations and analysis of their results; analysis of the joint work of pumps and water supply systems.

Modeling and analysis of pressure zones in the network, depending on the need to change the number and location of pressure control units. A distinctive feature of this approach to flow management is timely prevention of emergencies, setting the optimum network structure and operating modes. The proposed methodology for managing the distribution can be implemented in the work of dispatching services of utility companies.

Ключові слова: водопровідна мережа, потокорозподіл, оптимізація управління, зони недостатнього тиску.

Keywords:: water supply network, distribution, control optimization, areas of insufficient pressure..

Постановка проблеми. Функціонування водопровідних мереж відбувається під впливом різних зовнішніх факторів. Ці фактори змінюють стан мереж, що впливає на умови управління потокорозподілом в них. Структура водопровідної мережі відображає зв'язки між її основними функціональними елементами. При аварії на окремих ділянках мережі оперативний перерозподіл потоків в ній дозволяє суттєво зменшити негативні наслідки аварії. Ефект буде тим вищий, чим термін між початком аварії і прийнятими заходами буде коротшим. Загальний незадовільний стан водопровідних мереж в Україні та висока аварійність на них вимагають від диспетчерських служб комунальних підприємств оперативного реагування для ліквідації наслідків аварійних ситуацій. Однак, більшість комунальних підприємств не забезпечують можливості оперативного внесення змін в систему управління потокорозподілом, що погіршує ефективність її роботи. Враховуючи вищезазначене, актуальним є продовження досліджень впливу структури мережі на розподіл вузлових напорів.

Аналіз відомих досліджень. Основними профілактичними заходами попередження аварійних ситуацій на водопровідних мережах є візуальний контроль та методи, пов'язані з використанням вимірювального обладнання. Стан аварійності з урахуванням матеріалу трубопроводів та особливості управління системою водопостачання міст в критичних ситуаціях були проаналізовані в роботах закордонних фахівців [1-3]. Як свідчить досвід вітчизняних фахівців [4, 5], недостатня надійність трубопроводів водопровідних мереж негативно позначається на якості питної води.

За результатами досліджень [6] було запропоновано виконувати вибір варіанту трасування кільцевої мережі за мінімальним значенням точки граничної надійності, показано, як змінюється надійність структур кільцевих мереж при введенні нових ділянок та вузлів, обґрунтовано ідею, що забезпечити надійність при реконструкції мережі можливо шляхом введення нових ділянок, а не вузлів. За рахунок зменшення наднормативних напорів, їх стабілізації і максимальному наближенні до номінальних можна зменшити втрати води через витоки на величину до

6%, що при існуючих тарифах на воду дозволить суттєво скоротити експлуатаційні витрати [7]. Доцільність моделювання зон розподілу тиску підтверджується висновками фахівців про застосування активного моніторингу тиску для виявлення прихованих витоків, представлені в роботі [8]. Висновками досліджень, представленими в роботі [9], підтверджується, що для зменшення надмірного тиску також необхідно визначення таких зон. Недостатня увага до своєчасної реконструкції та модернізації елементів та споруд у системі водопостачання призводить до помітного збільшення кількості аварій, у тому числі таких, які можуть поставити на межу екологічної катастрофи цілі регіони. Враховуючи вищезазначене, актуальним є продовження досліджень впливу окремих ділянок мережі на розподіл вузлових напорів, своєчасного резервування найбільш вагомих ділянок в структурі водопровідної мережі.

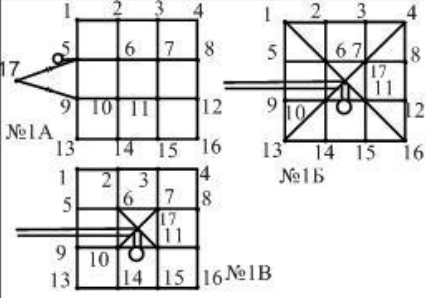
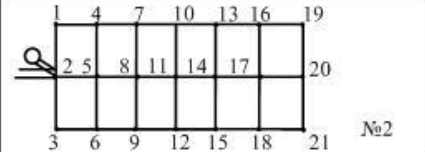
Мета статті. Метою роботи є дослідження впливу окремих ділянок на динаміку вузлових напорів для мереж з різною структурою та умовами живлення. Це направлено на забезпечення мінімально необхідних значень тисків у вузлах водопровідних мереж. Для визначення впливу структури мережі на її гідравлічні характеристики були застосовані методи математичного моделювання потокорозподілу у водопровідній мережі, методи гідравлічних розрахунків водопровідних мереж.

Постановка завдання. Досягнення мети передбачає виконання ряду задач:

- вибір об'єктів дослідження (таблиця1) – схем водопровідних мереж з різними структурами та формування вихідних даних: водопровідна мережа за схемою А із 12 контурів, 21 вузла та 32 ділянок; водопровідна мережа за схемою Б із 9 контурів, 16 вузлів та 24 ділянок;
- виконання гідравлічних розрахунків за вибраними схемами, враховуючи аварійні ситуації для різних структурних схем та варіантів живлення;
- визначення п'єзометричних позначок та вузлових напорів для розглянутих варіантів моделювання аварійних ситуацій;
- визначення впливу окремих ділянок мережі на розміри та розташування зон недостатнього напору для різних варіантів її структури та живлення: для мережі за схемою А було промодельовано 12 аварійних ситуацій для кожної із трьох структур мереж, які відрізнялись довжиною ділянок за напрямками 1-4-7-10-13-16-19; 2-5-8-11-14-17-20; 3-6-9-12-15-18-21 при постійній загальній витраті; для мережі за схемою Б було промодельовано 11 аварійних ситуацій для трьох варіантів живлення мережі;
- визначення вільних напорів у вузлах мережі відносно точки живлення згідно із розглянутими варіантами підключення водоводів при зміні гідравлічних характеристик мережі.

Таблиця 1.

Характеристика водопровідних мереж

Схема мережі	Моделювання аварійних ситуацій	Моделювання умов водоспоживання
	Ділянки 1-2; 5-1; 5-6; 9-13; 6-2; 6-7; 9-10; 13-14; 2-3; 10-11; 14-15	Підключення водоводів у вузлі: 1А) №5 і №9; 9 контурів; 1Б) № 17; 12 контурів; 1В) № 17; 16 контурів
	Ділянки 1-4; 4-7; 7-10; 10-13; 13-16; 10-19; 2-5; 5-8; 8-11; 11-14; 14-17; 17-20	Зміна довжини ділянок за напрямками: 2А) 1-4-7-10-13-16-19; 2Б) 2-5-8-11-14-17-20; 2 В) 3-6-9-12-15-18-21

Результати досліджень гідравлічних характеристик мережі. За результатами гідравлічного розрахунку для кожного варіанту моделювання аварійних ситуацій були встановлені зони недостатнього напору, межі яких визначені по розташуванню вузлів із напором, що відповідає умові:

$$H_{ei} < H_n, \quad (1)$$

де H_{ei} - значення вільного напору в i -му вузлі, м;

H_n - значення необхідного напору [11, п. 6.3.1], м.

Як приклад, площадні графіки утворення зон недостатнього напору у водопровідній мережі за схемою №1 при аварії на ділянці 5-6 для різних умов живлення представлені на рис. 1. Площі зон недостатнього напору відрізняються у співвідношенні 6,1:1,3:1 для різних варіантів підключення водоводів, що пояснюється різним навантаженням аварійної ділянки. Площу цих зон можна суттєво зменшити при подачі живлення у центральні вузли мережі. Зміна структурної схеми мережі при однакових умовах живлення не має суттєвого впливу на розмір цих зон при аналогічних аварійних ситуаціях.

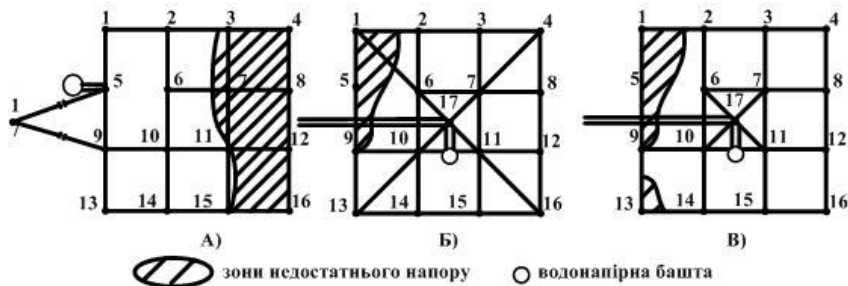


Рис. 1. Зони недостатнього напору з урахуванням зміни структури мережі №1 для різних варіантів живлення мережі: а – подача води у вузол 5 і 9; б, в – подача води у вузол 17

На рис. 2 представлені процеси утворення можливих зон недостатніх напорів при аварії на ділянці для мережі за схемою №2 з різною довжиною ділянок, площі цих зон мають співвідношення та несуттєво відрізняються (1:1,1:1).

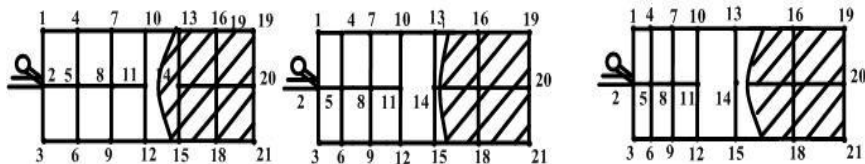


Рис. 2. Зони недостатнього напору з урахуванням зміни структури мережі №2 при живленні мережі у вузол2

Як видно з діаграми на рис. 3А, найменша площа зони з недостатнім напором ($F_{з.н.н}/F_{заг.} = 2-15\%$) утворюється при умові живлення у центральний вузол 17, що пояснюється меншим навантаженням початкових ділянок та більш рівномірним розподілом витрати води. Розмір зони недостатнього напору не перевищує 20% від загальної площі (схеми №1-б, в).

Найбільші площі зон недостатнього напору $F_{з.н.н.}$ відносно загальної площі $F_{заг.}$ ($F_{з.н.н.}/F_{заг.} = 52-70\%$) слід очікувати при аваріях на ділянках з найбільшим навантаженням (ділянки 2-5; 5-8; 8-11 для мережі за схемою №2). При однакових умовах живлення співвідношення між площами цих зон для схем мереж з різною довжиною ділянок (рис. 3Б) відрізняється в межах 5-20%.

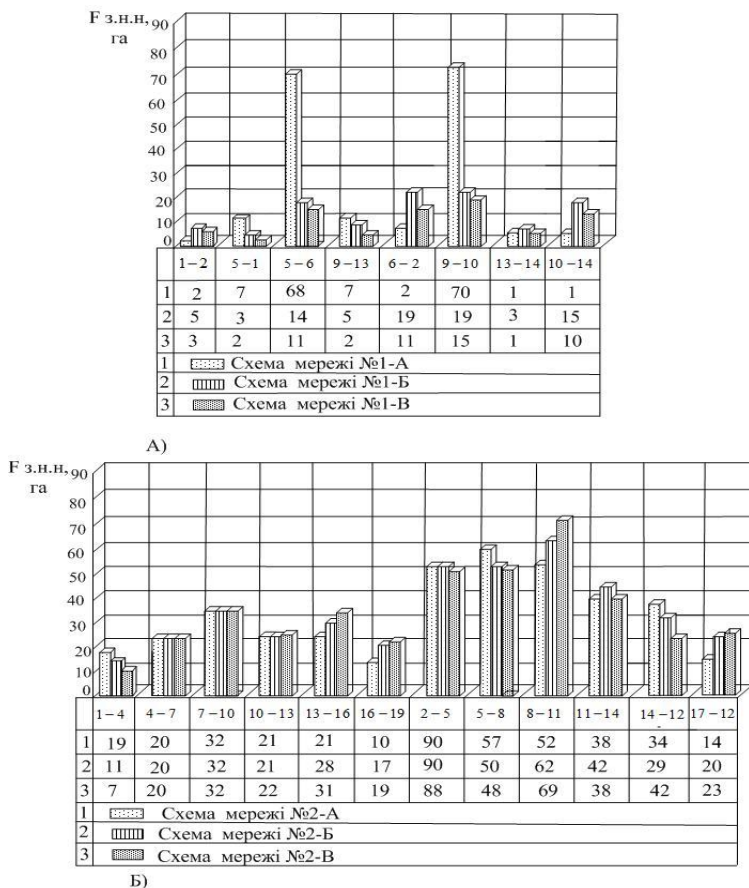


Рис. 3. Зміна площі зон недостатнього напору $F_{з.н.н}$ з урахуванням зміни структури мережі А) та зміни умов живлення Б)

Моделювання ситуацій, що зумовлюються змінами стану водопровідних мереж та умовами їх функціонування при експлуатації дозволяє оптимізувати роботу мережі при її проектуванні. Аналіз розташування та розмірів зон недостатнього напору на стадії проектування мереж дозволяє обґрунтувати вибір оптимального варіанту її живлення.

Висновки. 1. Виконано теоретичне обґрунтування щодо процесу утворення зон недостатнього напору з урахуванням аварійних ситуацій в мережі.

2. Виконано оцінку впливу зміни гідравлічних характеристик водопровідної мережі на розміри зон недостатнього напору з урахуванням її структури.

3. На стадії проектування водопровідної мережі крім критичної точки слід передбачати додаткові 2-3 контрольних вузла, розташованих на межі можливих зон недостатнього напору, моделювання утворення яких теж слід виконувати на стадії проектування мережі.

4. Аналіз гідравлічних характеристик роботи мережі з урахуванням її структури на стадії проектування дає можливість забезпечити надійність її роботи при розробці реальних систем водопостачання.

При керуванні потокорозподілом у водопровідних мережах необхідна візуальна оцінка очікуваної зони недостатнього напору. Це дозволяє працівникам диспетчерських служб комунальних підприємств не тільки візуально оцінити ситуацію, але й прийняти рішення за результатами розрахунків. При $F_{з.н.н}/F_{заг} < 40\%$ достатньо введення одного контрольного вузла з найменшим вільним напором з числа тих, що розташовані на межі очікуваної зони, при $F_{з.н.н}/F_{заг} = 40-60\%$ необхідно обладнання 2-3 додаткових контрольних вузлів, що вибираються за вказаними критеріями.[11].

References

1. Tchorzewska-Cieslak B. Failure risk analysis in the collective water supply systems in crisis situations. *Journal of Polish Safety and Reliability Association*. 2013. Vol.1(4), 129–136.
2. Tchorzewska-Cieslak B. Water supply of urban agglomeration in crisis situation. *Journal of Polish Safety and Reliability Association*. 2014. Vol.5, 143–155.
3. Tchorzewska-Cieslak B. Crisis situation management issues in urban areas water supply. *Journal of Polish Safety and Reliability Association Summer Safety and Reliability Seminars*. 2015. Vol.2, 135 – 145.
4. Klimentiev I.M., 2011. Suchasnyi stan vodopostachannia naselennia ta osnovni problemy zakhodiv shchodo yoho optymizatsii. Vodopostachannia ta vodovidvedennia. Kyiv: KNUBA, 2011. Vol.3, 57 – 58.
5. Novokhatnyi V.H. Nadezhnost vodovodov system vodosnabzheniya. MOTROL. Commission of motorization and energet-ic in agriculture. Polish Academy of sciences. Lublin – Rzeszow, 2013. Vol.15. 101–108.
6. Novokhatnii V. H. Nadiinist funktsionuvannia podavalno-rozpodilnoho kompleksu system vodopostachannia: avtoref. dys. ... dokt. tekhn. nauk: 05.23.04. Kyiv. 2012. 32 s.
7. Tkachuk O. A. Udoshkonalennia system podachi i rozpodilennia vody naselenykh punktiv / O. A. Tkachuk. Rivne: NUVHP, 2008. 301s.
8. Karathanasi, I. (2016). Constantinos Papageorgakopoulos Development of a Leakage Control System at the *Water Supply Network* of the City of Patras. *Procedia Engineering*, 162, 553–558.
9. Gençoğlu, G., Merzi, N. (2017). Minimizing Excess Pressures by Optimal Valve Location and Opening Determination in *Water Distribution Networks*. *Procedia Engineering*, 186. P. 319-326.
10. Vodopostachannia. Zovnishni merezhi ta sporudy. DBN V.2.5-74:2013, 172 s.

11. Dobrovol's'ka O. Development of procedure to control flow distribution in water supply networks in real time. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 6/8(96). С. 17-24.

Список використаної літератури

1. Tchorzewska-Cieslak B. Failure risk analysis in the collective water supply systems in crisis situations. *Journal of Polish Safety and Reliability Association*. 2013.Vol.1(4), 129–136.

2. Tchorzewska-Cieslak B. Water supply of urban agglomeration in crisis situation. *Journal of Polish Safety and Reliability Association*. 2014. Vol.5, 143–155.

3. Tchorzewska-Cieslak B. Crisis situation management issues in urban areas water supply. *Journal of Polish Safety and Reliability Association Summer Safety and Reliability Seminars*. 2015. Vol.2, 135 – 145.

4. Кліментьєв І.М., 2011. Сучасний стан водопостачання населення та основні проблеми заходів щодо його оптимізації. *Водопостачання та водовідведення*. Київ: КНУБА, 2011. Vol.3, 57 – 58.

5. Новохатний В.Г. Надежность водоводов систем водоснабжения. *MOTROL. Commission of motorization and energet-ic in agriculture*. Polish Academy of sciences. Lublin – Rzeszow, 2013.Vol.15. 101–108.

6. Новохатний В. Г. Надійність функціонування подавально-розподільного комплексу систем водопостачання: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.23.04. Київ. 2012. 32 с.

7. Ткачук О. А. Удосконалення систем подачі і розподілення води населених пунктів / О. А. Ткачук. Рівне: НУВГП, 2008. 301с.

8. Karathanasi, I. (2016). Constantinos Papageorgakopoulos Development of a Leakage Control System at the *Water Supply Network* of the City of Patras. *Procedia Engineering*, 162, 553–558.

9. Gençoğlu, G., Merzi, N. (2017). Minimizing Excess Pressures by Optimal Valve Location and Opening Determination in *Water Distribution Networks*. *Procedia Engineering*, 186. P. 319-326.

10. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. ДБН В.2.5-74:2013, 172 с.

11. Добровольська О. Development of procedure to control flow distribution in water supply networks in real time. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 6/8(96). С. 17-24.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОРТОВИХ КОНТЕЙНЕРІВ У СУЧАСНОМУ МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

POSSIBILITIES OF USING PORT CONTAINERS IN A MODERN URBAN ENVIRONMENT

Ільчук Н. І., к.т.н., доц., Олексин Х. А., магістр, (Луцький національний технічний університет)

Ilchuk N.I., PhD, Associate professor, Oleksun X. A., master, (Luts'k National Technical University)

***Анотація.** Проведено аналіз можливостей вторинного використання портових контейнерів. Проаналізовано існуючі комплекси у різних країнах. Визначено перспективи розвитку будівель різного функціонального призначення з використаних портових контейнерів.*

***Summary.** The possibility of reusing port containers has been analyzed. Analysis of existing complexes in different countries of the world. Prospects for the development of buildings of different functional purpose from port containers are determined. The functional purpose of the various types of buildings and structures that can be obtained when using containers of different sizes gives the prospect of their widespread use in urban development. Humanity is looking for ways to reduce its environmental footprint and become more environmentally conscious. The best and easiest way to do this is to build your home from recycled materials.*

Buildings with port containers and pre-dominated plumbing blocks are a good option for establishing an essential comfortable living, office, commercial or administrative center. Analyzing the experience of using container containers in different countries of the world, and exploring the possibility of designing different functional buildings and structures, gives an opportunity to determine the perspective of their use in urban environments. The design of the container is a frame with a large enough carrying capacity. In fact, it is a constructor that is easy to assemble and disassemble, as well as easy to transport, decorate with any materials depending on the region and design idea.

A container is a sturdy and compact transport unit designed to carry heavy loads during shipping or land transportation of different materials, different in volume and storage conditions, which is what determines the design of the container.

When designing and constructing different functional buildings from port containers, all the advantages and disadvantages, as well as some features of their use, should be taken into account. The construction of houses from block containers is carried out in a short time - from a week to a month. Such advantages make buildings with port containers and converted cargo units an excellent option for creating a modern comfortable home, office, shopping or administrative center.

***Ключові слова:** портові контейнери, вантажні блоки, модульні будівлі*

***Keywords:** port containers, cargo blocks, modular buildings*

Постановка проблеми. За останні кілька десятиліть значно збільшився вплив на навколишнє середовище, а саме – його забруднення як результат діяльності людини. Тому питання вторинного використання портових контейнерів, які вже виведено з експлуатації, є досить доцільним та потрібним для сьогодення.[1, 2].

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Аналіз досвіду використання портових контейнерів у різних країнах світу та дослідження можливості проектування різних за функціональним призначенням будівель та споруд дає можливість визначити перспективу їх використання у міському середовищі. Людство шукає способи зменшити свій вплив на природне середовище і стати більш екологічно свідомим. Кращий і найпростіший спосіб зробити це – побудувати свій будинок з перероблених матеріалів. Численні опитування мешканців модульних будівель по всій Європі показали, що екологічність будинку займає пріоритетну позицію для людей, які обирають контейнерне будівництво [3–4].

Кількість людей, які усвідомлюють свій вплив на навколишнє середовище, істотно збільшується.

Мета статті: проаналізувати можливості проектування будівель з портових контейнерів в Україні, які можна отримати при використанні різних за розміром портових контейнерів та вантажних блоків.

Відповідно до поставленої мети вирішуються наступні **завдання:**

- проаналізувати можливості використання портових контейнерів при проектуванні різних будівель та споруд в міському середовищі;
- проаналізувати доцільність використання портових контейнерів при проектуванні різних будівель та споруд в міському середовищі;
- запропонувати проект модульних будівель, різного функціонального призначення для благоустрою міської території.

Аналіз можливості використання портових контейнерів. На міжнародному будівельному ринку досить давно використовують цікаву ідею – будівництво з портових контейнерів.

Конструкція контейнера – рама з досить великою несучою здатністю – один контейнер може витримати ще 10 контейнерів, які можна поставити зверху. В країнах Європи досить часто використовують такий спосіб зведення будівель різного функціонального призначення. Фактично це конструктор, який легко можна зібрати і розібрати, а також, його легко транспортувати, оздоблення виконують будь-якими матеріалами в залежності від регіону та дизайнерської ідеї.

Функціональне призначення будівель досить різне, крім житлового будівництва – це готелі, кафе, точки роздрібної торгівлі та торгові центри, адміністративні будівлі, офісні центри та багато інших будівель. Контейнер – це міцний і компактний транспортний блок, розрахований на

велике навантаження під час морських або сухопутних транспортувань різних матеріалів, різних за об'ємом та умовами зберігання, саме це й визначає конструкцію контейнера.

Вантажний модуль для морських перевезень складається зі зварного каркаса, зібраного з профільованих сталевих балок. Стіни і стелю боксу обшивають профільованим листовим металом товщиною 1,5 мм, захищеним від корозії подвійним шаром фарби. Підлогу вистилають дошками або багатошаровою фанерою, обробленою композитним складом. Модуль обладнаний торцевими воротами для швидкого навантаження або розвантаження матеріалів. Існують моделі з бічним або вертикальним завантаженням, а також для негабаритних вантажів – моделі з висувним верхом.

Контейнер 20 футів, конструкція якого передбачає переміщення за допомогою навантажувача, оснащений бічними кишнями. Прорізи в нижній балці забезпечують надійну фіксацію боксу під час руху транспортного засобу.

Конструкція контейнера 40 футів виключає можливість використання навантажувача через високу ймовірність втрати рівноваги. Переміщення модуля здійснюють за допомогою кутових фітінгів і спеціальних підйомних пристроїв. Сталевий бокс оснащений тунелем для автопричепу. На внутрішній поверхні вантажу встановлені кільця або кріплення для фіксації нестандартних вантажів.

Блок-контейнер відрізняється від стандартного морського боксу внутрішньою будовою стін і стелі. Облаштування модуля передбачає попереднє утеплення, гідроізоляцію та інтер'єрну обробку, його використовують в якості мобільного складу, лабораторії, офісу, посту охорони, медпункту або житлового приміщення. В стіни боксу врізають вікна і двері для створення комфортних умов житлової або робочої зони. Універсальна конструкція дозволяє оперативно переміщувати об'єкти будь-яким доступним транспортом.

Сталевий каркас стає основою нового будинку. Конструкцію піддають переоснащенню та утеплюють. Всередині прокладають необхідні комунікації, створюють приємний мікроклімат, комплектують меблями та побутовими приладами. Готовий будинок переміщують на вибрану ділянку.

З блок-контейнерів досить легко можна зібрати різні будівлі з великими вікнами, мансардами, балконами та верандами. Також є можливість переміщення мобільних конструкцій без демонтажу інтер'єру приміщень, а також виконати модернізацію комплексу шляхом збільшення кількості приміщень.

Стіна контейнера товщиною 12 см має теплопровідність, яка відповідає стіні з цегляної кладки товщиною 1,5 м або триметровій бетонній конструкції. Багатошаровий принцип утеплення забезпечує

комфортні умови в північних регіонах з холодним і вологим кліматом. Енергоефективні комплекси дозволяють економити кошти на опалення і вентиляцію приміщень. Об'єднуючи окремі блоки, можна створювати масштабні конструкції будь-якої площі (рис.1, 2) [3].

Для прикладу, Agaligo Studio використали контейнери для престижного річкового курорту X2 RiverKwaiResort. Комплекс складається з 6-ти контейнерів X-Float, які ніби плывуть по воді. При такому виконанні проектних рішень, з номерів готелю відкривається неймовірний вигляд на річку і створюється ефект рухомого об'єкту (рис.2).



Рис.1. Будинок, виконаний з 2 контейнерів.



Рис.2. Річковий курорт із контейнерів

Аналіз можливості використання портових контейнерів в Україні. Українські архітектори також не відстають від тенденцій у світі контейнерної архітектури. Для прикладу, у Харкові архітектор Олег Дроздов (Drozdov&Partners) розробив проект житлового будинку Antipatio. Його площа складає 130 кв.м. і розташований він на схилі пагорба, що є головною перевагою, адже мешканцям будинку відкривається приголомшлива панорама. Очевидно, що у вітальній зоні передбачені панорамні вікна.

Будівля зібрана з трьох контейнерів площею 60 кв.м кожен. Два з них розташовані перпендикулярно один поверх іншого і формують основну будівлю, в той час, як третій контейнер стоїть одноосібно і є гостьовим блоком. Перший поверх представлений вітальною зоною, а на другому спроектована спальна частина (рис.3).



Рис.3. Будинок з контейнерів у м. Харкові

Аналіз можливості використання портових контейнерів при проектуванні різних будівель і споруд у міському середовищі. При проектуванні та будівництві різних за функціональним призначенням будівель з портових контейнерів потрібно враховувати усі переваги та недоліки, а також деякі особливості їх використання. Будівництво будинків з блок-контейнерів здійснюється в короткі терміни – від тижня до місяця, тому є можливість вести будівництво протягом року; можна зробити утеплення всередині та використовувати будівлі з контейнерів в будь-яку пору року, цим самим пристосувати житло до будь-яких кліматичних умов. Порівняно недорого вартість робіт при монтажі, можливість побудувати економічний фундамент. Маса блоків невелика (2-4 тонни) і не вимагає зміцнення фундаменту; можливо зробити полегшений фундамент для будинку на блоках або палях. Висока

мобільність – це зручність перевезення контейнерів, швидке будівництво і демонтаж при необхідності. Виконання внутрішнього оздоблення сучасними якісними матеріалами всередині модулів, а також привабливий зовнішній вигляд. Стіни таких конструкцій вертикальні, їх не треба рівняти і додатково використовувати матеріали, точна відповідність внутрішніх розмірів. Вогнезахисне покриття всередині і зовні контейнера. Міцність стін і захист від проникнення грабіжників. Швидке і легке підключення водопостачання і електрики, а також можливість монтажу теплої підлоги. Можливість вільного компонування і створення будь яких форм конструкцій. Довговічність блок-контейнерів, що дозволяє продовжити термін експлуатації до 50 років.

Хоча найбільшою перевагою будівництва з використанням портових і транспортних контейнерів вважається екологічна складова. Щоразу, коли стандартний 40-футовий контейнер підлягає утилізації, переробці піддається 3500 кг сталі. За оцінками експертів, щороку близько 500 000 контейнерів для перевезення перестають використовуватися за прямим призначенням. Крім того, існує кілька мільйонів транспортних контейнерів, які вже виведені з експлуатації. Це величезна кількість корисного будівельного матеріалу.

Проект модульних будівель різного функціонального призначення для благоустрою міської території. При розробці магістерської дипломної роботи було розроблено пропозицію щодо офісного центру із блок-контейнерів. Частина контейнерів лежить на стрічковому фундаменті. Частина - покладена зверху, утворюючи другий поверх. Один з контейнерів лежить під кутом 30 градусів. У цьому контейнері передбачено встановлення сходів. У деяких контейнерах передбачено зовнішні прорізи для встановлення віконних блоків. Всередині деяких контейнерів теж є прорізи, що дає можливість сформувати внутрішній простір встановленням дверей і системи коридорів. Для забезпечення надійності вся конструкція складена навколо «скелета» зі сталевих паль і балок, які також між собою зварені (рис.4).



Рис.4. Офісний центр

Проектом також передбачено будівництво кафе з контейнерів, з благоустроєм прилеглої території, що дає можливість реалізувати даний проект у будь-якому міському середовищі. Досить цікавим акцентом є те, що один із контейнерів розміщений вертикально (рис.5).



Рис.5. Кафе з морських контейнерів

Контейнерна архітектура зустрічається в усьому світі і дані будівлі успішно можна використовувати в будівництві на території України. Перераховані вище переваги роблять будівлі з портових контейнерів і переобладнаних вантажних блоків відмінним варіантом для створення сучасного комфортного житла, офісу, торгового або адміністративного центру.

Висновки.

У результаті проведеного аналізу встановлено доцільність використання портових контейнерів та вантажних блоків при проектуванні різних будівель та споруд широко використовується в різних країнах світу. Доцільність використання зумовлюється екологічністю, енергоефективністю а також, відносно невисокою вартістю будівництва.

Як проектна пропозиція запропоновано будівництво офісного центру та кафе для благоустрою міської території.

References

- 1.Oficijny`jsajt «FUT KONTEJNER» – Rezhy`mdostupu: <https://foot-container.ru/about/>
- 2.Oficijny`jsajt «eksKONTEJNER» – Rezhy`mdostupu: https://www.excontainer.com.ua/cafe_evrokoleso/

- 3.«Superdom» – Rezhy`mdostupu: <https://superdom.ua/view/kafe-iz-morskih-kontejnerov.html>
4. Containex – firma-destry`byutor kontejneriv v Ukraini
<http://www.containex.ua/uk/produkty/ofisnyj-blok-kontejner>
5. ДБН Б.2.2 – 12:2018 «Планувannyaizabudovatory`torij»
- 6.ДБН Б.1.1-22:2017 «Sklad ta zmistplanuzonuvannyatery`torij»
- 7.Планувannyamist :pidruchny`k / V.V. Didy`k, A.P. Pavliv ; Nacz. un-t "L`vivs`kapolitehnika", 2006.- 412 s.
- 8.Планувannyamist i transport: Navchal`ny`jposibny`k. O.S. Bezlyubchenko, S.M. Gordiyenko, O.V. Zaval`ny`j. - Xarkiv: XNAMG, 2008. - 156 s.
- 9.Urbanisty`ka: Navch. posibny`k/ O.S. Bezlyubchenko, O.V. Zaval`ny`j. -Xarkiv: XDAMG, 2003.- 254 s.

Список використаної літератури

- 1.Офіційний сайт «ФУТ КОНТЕЙНЕР» – Режим доступу: <https://foot-container.ru/about/>
- 2.Офіційний сайт «ексКОНТЕЙНЕР» – Режим доступу: https://www.excontainer.com.ua/cafe_evrokoleso/
3. «Superdom» – Режим доступу: <https://superdom.ua/view/kafe-iz-morskih-kontejnerov.html>
- 4.Containex – фірма-дистриб'ютор контейнерів в Україні
<http://www.containex.ua/uk/produkty/ofisnyj-blok-kontejner>
5. ДБН Б.2.2 – 12:2018 «Планування і забудова територій»
6. ДБН Б.1.1-22:2017 «Склад та зміст плану зонування територій»
- 7.Планування міст : підручник / В.В. Дідик, А.П. Павлів ; Нац. ун-т "Львівська політехніка", 2006.- 412 с.
- 8.Планування міст і транспорт: Навчальний посібник. О.С. Безлюбченко, С.М. Гордієнко, О.В. Завальний. - Харків: ХНАМГ, 2008. - 156 с.
9. Урбаністика: Навч. посібник/ О.С. Безлюбченко, О.В. Завальний. -Харків: ХДАМГ, 2003.- 254 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДЕРЕДУКУЮЧОГО ЕФЕКТУ БЕТОННОЇ
СУМІШІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПЛАСТИФІКАТОРА БІОПЛАСТ**

**RESEARCH OF THE WATER-DUCTING EFFECT OF CONCRETE
MIXTURE WITH THE APPLICATION OF BIOPLAST
PLASTIFICATOR**

**Кислюк Д.Я., к.т.н., доц., Чапук О.С., к.т.н., доц., Ротко С.В.,
к.т.н., доц., Самчук В.П., к.т.н., доц., (Луцький національний
технічний університет, м. Луцьк), Савенко В. І. к.т.н., доцент (КНУБА,
м. Київ)**

**Kyslyuk D.Y., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Chapiuk
O.S., Ph.D. in Engineering, Associate Professor Rotko S.V., Ph.D. in
Engineering, Associate Professor, Samchuk V.P. Ph.D. in Engineering,
Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk), Savenko
V.I. Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Kyiv National University of
Construction and Architecture, Kyiv)**

***Анотація.** Наведено дослідження впливу біополімерного пластифікатора «Біопласт-1» з упареної мелясної барди, яка є вторинним відходом виробництва біоетанолу. У роботі наведені результати випробування бетонних зразків із пластифікатором Біопласт-1, які показали можливість зниження витрати води в основній бетонній суміші.*

***Summary.** At present, the vast majority of concrete mixtures are made using plasticizers, which increase their mobility, convenience, reduce the energy and labor costs when enclosing monolithic building structures, facilitate the intensification of the technological cycle, and enhance the quality of structures.*

There is a large number of types of plasticizers, but in the city of Lutsk at the microbiooprom plant from the steamed molasses bards, which is a secondary waste of bioethanol production, an ecological biopolymer plasticizer Bioplast-1 was obtained, the properties of which have not yet been studied. The plaster is made on the basis of environmentally safe biopolymers that form useful, safe microorganisms - cellulose type, lignin-pectin type (microfibre), hydrocarbon, protein type (polymer molecule), alkali metals (potassium, sodium), alkaline earth metals (calcium, magnesium), phosphorus compounds and other biocomponents. Bioplast-1 is a dense syrup liquid of dark brown color with a concentration of substances of 50 - 60%, a density of 1,25 - 1,29 g / cm³. It is used for the production of prefabricated reinforced concrete pre-stressed and monolithic structures, for use in non-aggressive and aggressive gas and water environments.

In the paper the influence of the plasticizing ecological additive from the alcoholic waste production on the mobility of the concrete mixture and the strength of the concrete

cubes is considered. The work also establishes the criteria and properties of a plasticizer additive. The work was carried out in two stages: the first stage consisted in the study of the plasticization effects of the additive "Bioplast-1" on the concrete mixture; The second stage included the determination of the effect of the additive on the strength of concrete cubes. The study of the effectiveness of the additive was performed to determine the main effect, to achieve which the additive is intended and an experimental refinement of the optimal dosage of the additive. Bioplast-1 plasticizers have criteria for water-reducing effect and are highly water-reducing. Testing of concrete specimens with Bioplast-1 plasticizer showed the possibility of reducing the water flow rate in the main concrete mix (WRE) by up to 13%. The increase in strength of cubes with the addition of Bioplast-1BL was up to 16%, with the addition of Bioplast-1L - up to 21%.

Ключові слова: пластифікатори, біотехнологічна добавка, рухливість бетонної суміші, міцність на стиск.

Keywords: plasticizer, biotechnological additive, mobility of concrete mix, compressive strength

Постановка проблеми. На сьогодні переважна більшість бетонних сумішей виготовляється із використанням пластифікаторів, які підвищують їх рухливість, легкоукладальність, зменшують енерго- та трудовитрати при укладанні в опалубку монолітних будівельних конструкцій, сприяють інтенсифікації технологічного циклу, підвищенню якості конструкцій [1].

У якості пластифікуючих добавок широко використовують поверхнево-активні речовини (ПАР). Типовими представниками добавок ПАР із вираженими пластифікуючими властивостями є добавки на базі відходів або побічних продуктів промисловості (ССБ, СДБ, ЛСТ) і синтетичні суперпластифікатори (СП). Добавки цієї групи найбільш ефективні в бетонних сумішах з відносно високою витратою цементу. Як пластифікуючі добавки використовуються суперпластифікатор полікарбоксилатного типу Melflux (BASF, Німеччина), суперпластифікатор нафталін-сульфонатного типу С-3, пластифікатор на основі полікарбоксилатів і поліакрилатів СП-1, суперпластифікатор на основі сульфованих мелаїноформальдегідних поліконденсатів МФ, модифіковані пластифікатори лігносульфонатного типу ЛСТМ та інші.

ТзОВ «Мікробіопром» у м. Луцьку на основі меляси організовує виробництво біотехнологічного пластифікатора бетонів, цементних розчинів, інших будівельних розчинів «Біопласт-1».

Пластифікатор виготовлений на основі екологічно безпечних біополімерів, які утворюють корисні, безпечні мікроорганізми – целюлозного типу, лігнін-пектинового типу (мікроволокна), вуглеводневого, білкового типу (полімерні молекули), лужних металів (калій, натрій), лужноземельних металів (кальцій, магній), фосфорних сполук та інших біокомпонентів. Біохімічний склад та вигляд добавки був

встановлений ТОВ «Науково-виробнича біотехнологічна фірма «Мікробіопром».

На даний час отримано дві модифікації пластифікатора «Біопласт-1»: Біопласт-1БЛ і Біопласт-1Л. Хімічний склад кожної з них дещо відрізняється один від одного та від упареної післядріжджової барди, дія якої на будівельні розчини відома. Тому необхідно було вивчити вплив різних видів біотехнологічного пластифікатора «Біопласт-1» на властивості бетонної суміші, міцність бетону, можливості застосування та витрати пластифікуючої добавки.

Аналіз відомих досліджень. Водоредуруючі добавки, наприклад С-3, дозволяють управляти проникністю бетону. Ще в 50-ті роки М.І. Хигерович відзначав, що введення пластифікаторів істотно модифікує порову структуру бетону, зменшуючи її розмір. За рахунок використання комплексної добавки С-3 був отриманий бетон із високим рівнем водонепроникності (W18).

До пластифікаторів, які дозволяють зменшити водопотребу бетону з забезпеченням заданої рухомості суміші, відносяться комплексні добавки. Проведені дослідження показали можливість раціонального поєднання суперпластифікаторів полікарбоксилатного типу з пластифікуючими добавками інших видів і створення ефективних комплексних добавок, що характеризуються високими пластифікуючим і водоредуруючим ефектами та зниженням вартості добавок. Розроблені склади високоміцних бетонів класів С80...С100, які набувають міцності при нормальному твердінні до 70% від нормативної через 12 годин [3].

Результати експериментальних досліджень. Робота виконувалася у два етапи: перший етап полягав у дослідженні пластифікуючого ефекту добавки «Біопласт-1» на бетонну суміш [4]; другий етап включав в себе визначення впливу добавки на міцність бетонних кубів.

Програмою випробувань було передбачено виготовити та випробувати 13 серій бетонних зразків для дослідження рухливості бетонної суміші та кубикової міцності бетону у віці 7 діб та 28 діб і пропарених кубів на 2 добу.

Робота виконувалася для дослідження пластифікуючого ефекту на бетонну суміш та визначення впливу добавки на міцність бетонних кубів. Дослідження рухливості бетонної суміші та міцність бетонних кубів з введенням добавки Біопласт-1 за однакового водоцементного відношення було встановлено ефективність застосування біотехнологічного пластифікатора. Пластифікатор Біопласт-1БЛ відповідає пластифікуючим добавкам [5]. Використання добавки концентрацією 0,35 – 1,0% від маси цементу, викликає збільшення рухомості бетонної суміші на два ступені – від Р1 до Р3 (від 3-4 см до 13-14 см). Пластифікатор Біопласт-1Л концентрацією від 0,35% до 1% викликає збільшення рухомості бетонної

суміші на один ступінь – від P1 до P2 (від 3-4 см до 8-9 см) та може збільшувати міцність бетону до 10% [6].

Дослідження водоредукуючого ефекту (ВРЕ). Випробування бетонних сумішей за однакової консистенції відбувалось при зменшенні водоцементного відношення в бетонній суміші з добавкою Біопласт-1 з В/Ц=0,46 до В/Ц=0,4.

Визначення ВРЕ виконували за формулою:

$$ВРЕ = \frac{В - В_0}{В_0} \cdot 100\%$$

де В – витрата води при додаванні пластифікуючої добавки без зменшення початкової рухомості осідання;

В₀ – витрата води для бетонної суміші без вмісту пластифікатора.

Зниження витрати води в основній бетонній суміші у порівнянні з контрольною склала ВРЕ = 13%, що за критерієм ефективності відповідає супер водоредукуючим добавкам.

Випробування бетонної суміші за концентрації пластифікатора Біопласт-1БЛ 0,5% і 0,7%, показало осідання конуса 4,5 см та 5,4 см відповідно. В бетонній суміші з добавкою Біопласт-1Л отримали такі результати рухливості: при концентрації пластифікатора 0,5% – ОК=1,5 см; при концентрації 1,0% – ОК = 4 см; при 1,5% – ОК = 5,4 см. Осідання конуса контрольної суміші становило 3,5 см. При збільшенні кількості добавки спостерігалось збільшення рухливості бетонної суміші. Отже, використання в бетонах добавки концентрації 0,5% Біопласт-1БЛ та 1,0% Біопласт-1Л дозволяє знизити витрати води на 13% та забезпечити рухливість бетонної суміші на рівні контрольних зразків (марка за легкоукладальністю P1). Для збільшення водоредукуючого ефекту потрібно збільшити концентрацію пластифікатора.

Дослідження пластифікуючого ефекту (ПЕ). Ефективність комплексного впливу факторів (зменшення В/Ц та збільшення кількості добавки) на рухомість суміші оцінювали за величиною пластифікуючого ефекту, який визначався за формулою:

$$ПЕ = \frac{ОК - ОК_0}{ОК_0} \cdot 100\%$$

де ОК – осідання конуса при додаванні пластифікуючої добавки;

ОК₀ – осідання конуса контрольного складу.

Пластифікуючий ефект добавки для бетонних сумішей з В/Ц = 0,4 до контрольного бетону при вмісті пластифікатора Біопласт-1БЛ 0,5% та 0,7% від маси цементу знаходився в межах відповідно від 29% до 54%. Для добавки Біопласт-1Л пластифікуючий ефект становив 14% та 54% при концентрації відповідно 1% та 1,5%. Ефект застосування пластифікатора Біопласт-1БЛ в 1,5 рази вищий за Біопласт-1Л (рис. 1).

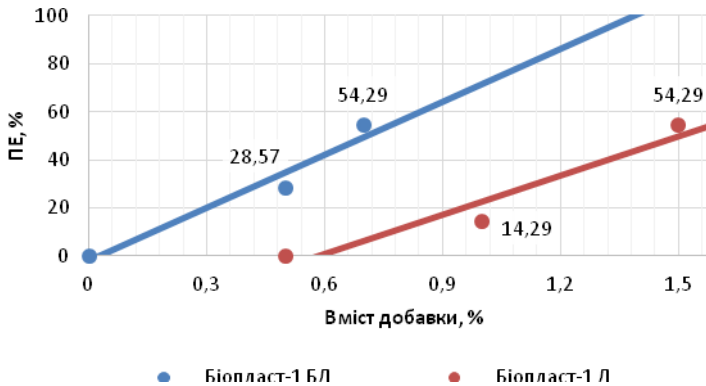


Рис. 1. Вплив кількості добавок на пластифікуючий ефект

Механічні характеристики бетону (кубова міцність) при одноразовому короточасному навантаженні визначались на гідравлічному пресі ПСУ-125 (з ціною поділки 2,5кН). Кубикову міцність бетону визначали у віці 7 і 28 діб. Результати випробувань наведені в таблиці 1.

При випробуванні контрольних кубиків (КК) на стиск у віці 7 діб міцність складала $f_{cm,cube} = 32,69$ МПа. У віці 28 діб було виконане випробування відповідних бетонних кубів, які показали суттєве збільшення міцності бетону. Цей приріст в середньому склав 43%, а міцність становила $f_{cm,cube} = 46,69$ МПа. Міцність кубів після твердіння у пропарювальній камері становила $f_{cm,cube} = 39,54$ МПа.

Дослідження міцності бетону при зниженні В/Ц. Пряма залежність між підвищенням міцності і ВРЕ спостерігається при збільшенні вмісту в бетоні добавки. Випробування кубів КБ-0,5* і КБ-0,7* дозволяє оцінити водоредукуючий ефект пластифікатора Біопласт-1БЛ. Міцність бетонних зразків КБ-0,5* збільшується на 16% від міцності контрольних кубів до $f_{cm,cube} = 54,16$ МПа, в кубках КБ-0,7* – на 13,8% до $f_{cm,cube} = 53,15$ МПа у віці 28 днів.

Міцність бетону на стиск при зменшенні водоцементного відношення (В/Ц=0,4) в кубках КЛ-0,5* із використанням пластифікатора Біопласт-1Л зростає на 21% – до $f_{cm,cube} = 56,68$ МПа. При концентрації пластифікатора 1% приріст кубикової міцності склав 12% – до $f_{cm,cube} = 52,37$ МПа, а в зразках КЛ-1,5* міцність падає до значень у контрольних зразках – до $f_{cm,cube} = 47,58$ МПа. Порівняння результатів випробувань на 7-й день та після пропарювання показали схожі результати, лише в кубках КЛ-1,5* природи міцності відрізнялись один від одного.

Таблиця 1

Результати випробувань з дослідження впливу пластифікатора

№	Вид бетонних зразків	ОК	Рухли- вість	Міцність бетону $f_{cm,cube}$ МПа		
				ПП	7 днів	28 днів
Біопласт-1БЛ						
1	Куби контрольні (КК-1)	3,50	P1	39,54	32,69	46,69
2	Куби з добавкою 0,35% пластифікатора «Біопласт-1БЛ» (КБ-0,35)	12,50	P3	36,51	33,57	47,19
3	Куби з добавкою 0,5% пластифікатора «Біопласт-1БЛ» (КБ-0,5)	12,80	P3	38,17	35,17	45,95
4	Куби з добавкою 1% пластифікатора «Біопласт-1БЛ» (КБ-1)	13,50	P3	37,36	33,05	44,63
5	Куби з добавкою 1,5% пластифікатора «Біопласт-1БЛ» (КБ-1,5)	13,80	P3	35,57	31,88	40,96
6	Куби з добавкою 0,5% пластифікатора «Біопласт-1БЛ» (КБ-0,5*) В/Ц= 0,4	4,50	P1	43,96	36,06	54,16
7	Куби з добавкою 0,7% пластифікатора «Біопласт-1БЛ» (КБ-0,7*) В/Ц= 0,4	5,40	P2	46,21	39,03	53,15
Біопласт-1Б						
1	Куби контрольні (КК-1)	3,50	P1	39,54	32,69	46,69
2	Куби з добавкою 0,35% пластифікатора «Біопласт-1Л» (КЛ-0,35)	7,00	P2	39,41	35,32	48,35
3	Куби з добавкою 0,5% пластифікатора «Біопласт-1Л» (КЛ-0,5)	8,40	P2	37,56	36,89	49,14
4	Куби з добавкою 1% пластифікатора «Біопласт-1Л» (КЛ-1)	9,00	P2	36,58	33,01	49,98
5	Куби з добавкою 0,5% пластифікатора «Біопласт-1Л» (КЛ-0,5*) В/Ц= 0,4	1,50	P1	47,81	40,70	56,68
6	Куби з добавкою 1% пластифікатора «Біопласт-1Л» (КЛ-1*) В/Ц= 0,4	4,00	P1	46,68	36,89	52,37
7	Куби з добавкою 1,5% пластифікатора «Біопласт-1Л» (КЛ-1,5*) В/Ц= 0,4	5,40	P2	44,99	35,70	47,58

Отже, пластифікатори Біопласт-1БЛ та Біопласт-1Л мають критерії сильноводоредукуючої добавки за ДСТУ Б В.2.7-171. Ефективна кількість добавок з урахуванням всіх факторів лежить у межах 0,5 – 1,0% від маси цементу.

Висновки. Пластифікатори Біопласт-1БЛ та Біопласт-1Л мають критерії водоредукуючого ефекту та відповідають сильноводоредукуючим за ДСТУ Б В.2.7-171.

Випробування бетонних зразків із пластифікатором Біопласт-1 показало можливість зниження витрати води в основній бетонній суміші (ВРЕ) до 13%. При цьому збільшення міцності кубів з добавкою Біопласт-1БЛ складало до 16%, із добавкою Біопласт-1Л – до 21%.

Ефективні концентрації біотехнологічних пластифікаторів Біопласт-1БЛ Біопласт-1Л для приготування бетонних сумішей в межах від 0,35 до 1,0% від маси цементу.

References

1. Bazhenov Yu.M. Tekhnologiya betona. Uchebnyk. Moskva.: Yzd-vo ASV, 2002. 500 s.
2. Dvorkin L.Y., Zhytkovskiy V.V., Skrypnyk M.M. Kompleksni plastyfikuiuchi dobavky dlia betonu na osnovi efiriv polikarboksylatu. Stroytelnye materialy u yzdeliya. Kyiv. 2016. #1. S. 38-41.
3. Dvorkin L.Y., Babych Ye.M., Zhytkovskiy V.V. ta in. Vysokomitsni shvydkotverdnuchi betony ta fibrobetony: monohrafiia. Rivne: NUVHP, 2017. 331s.
4. DSTU B V.2.7-114-2002 Sumishi betonni. Metody vyprobuvan Kyiv., 2002.
5. DSTU B V.2.7-171:2008 Dobavky dlia betoniv i budivelnnykh rozchyniv.– Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2010.
6. Kysliuk D.Ya., Rotko S.V., Kantseliarchyk O.M., Petrychuk R.M. Doslidzhennia vplyvu zastosuvannia plastyfikatora Bioplast na vlastyvoli betonnoi sumishi. Suchasni tekhnologii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi: zb. nauk. prats Lutsk: Lutskyi NTU, 2019. – Vyp. 11. – S. 31-37.

Список використаної літератури

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник. Москва.: Изд-во АСВ, 2002. 500 с.
2. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Скрипник М.М. Комплексні пластифікуючі добавки для бетону на основі ефірів полікарбоксилату. Строительные материалы и изделия. Київ. 2016. №1. С. 38-41.
3. Дворкін Л.Й., Бабич Є.М., Житковський В.В. та ін. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони: монографія. Рівне: НУВГП, 2017. 331с.
4. ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Суміші бетонні. Методи випробувань Київ., 2002.
5. ДСТУ Б В.2.7-171:2008 Добавки для бетонів і будівельних розчинів.– Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
6. Кислюк Д.Я., Ротко С.В., Канцелярчик О.М., Петричук Р.М. Дослідження впливу застосування пластифікатора Біопласт на властивості бетонної суміші. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць - Луцьк: Луцький НТУ, 2019. – Вип. 11. – С. 31-37.

**ВРАХУВАННЯ МАКРОКЛІМАТУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ
ВИСОТНИХ БІОКЛІМАТИЧНИХ БУДІВЕЛЬ**

**THE CONSIDERATION OF THE MACRO-CLIMATE IN THE
DESIGN OF HIGH-RISE BIOCLIMATIC BUILDINGS**

**Кривенко О.В., к.т.н., доцент (Київський національний
університет будівництва і архітектури, м. Київ)**

**Krivenko O.V., Ph.d. in Engineering, Associate Professor (Kyiv
National University of Building and Architectory , Kyiv)**

***Анотація.** Для вирішення задач біокліматичної висотної архітектури важливим є врахування кліматичних впливів. У статті на основі узагальнення досвіду будівництва висотних будівель у районах зі складними кліматичними умовами та аналізу досліджень впливу макроклімату при проектуванні запропоновано структурну схему утворення макрокліматичного середовища з визначенням факторів впливу при формуванні висотної біокліматичної архітектури. Надано визначення макрокліматичного середовища як об'єднання природних та антропогенних чинників, що уточнює макрокліматичну характеристику. Зроблено висновок, що дослідження макроклімату надає можливість при проектуванні враховувати комплекс кліматичних параметрів для визначення впливів на висотні біокліматичні будівлі.*

***Summary.** Architectural, structural and technological solutions for high-rise buildings should provide a long-term service life under considerable loads and impacts, including climatic conditions. The basis of the decisions of the bioclimatic project for high-rise buildings is to determine the parameters of the bioclimate and to evaluate it. Bioclimatic assessment is an identification of positive and negative impacts of various climatic factors, which reveals the potential of the territory for rational use in construction. Climate assessment can be considered at three levels: macroclimate; mesoclimate (local climate), microclimate. The macro-climatic characteristics give the first idea of the climate background of the design, as well as the possibility of taking into account long-term forecasts of climate change. In the article the analysis of previous studies on the effect macroclimate in the design (the formation of general town planning requirements and modes of buildings in different types of weather).*

The article states that the experience gained in constructing high-rise buildings in different climatic zones of the Earth requires analysis to extend previous research. This is especially true of climatic areas with complex climatic conditions, which significantly affect the design of high-rise buildings and their operation in extreme climatic conditions. The article discusses examples of high-rise buildings in more detail.

To solve the problems of bioclimatic high-altitude architecture, a structural scheme of formation of the macro-climatic environment is proposed, with the determination of

the factors of positive and negative influence in the formation of high-altitude bioclimatic architecture.

Ключові слова: *Макроклімат, біокліматичні висотні будівлі, кліматичні умови, тип погоди, антропогенні фактори.*

Key words: *macro-climate, bioclimatic high-rise buildings, climatic conditions, weather type, anthropogenic factors*

Постановка проблеми. Біокліматичне будівництво набуває важливого значення при проектуванні висотних будівель. Архітектурні, конструктивні та технологічні рішення висотних будівель мають забезпечувати тривалий термін їх експлуатації при значних навантаженнях та впливах, у тому числі і кліматичних. Відомо, що у висотних та надвисотних будівлях вплив кліматичних факторів змінюється також із висотою будівлі: температура зовнішнього повітря знижується на 1°C через кожні 150 м висоти, атмосферний тиск знижується на 1 гПа через кожні 8 метрів висоти, а швидкість вітру зростає із висотою) [1,2].

В основі проектування біокліматичних будівель лежить принцип максимальної адаптації будівлі до оточуючого природного середовища, що дозволяє отримати архітектуру, що відповідає якостям природної екосистеми. Біокліматичне проектування будівлі має ґрунтуватися на аналізі багатьох аспектів клімату, їх добових та сезонних змін. [2,3,4,5,7,8].

Основою рішень біокліматичного проектування висотних будівель є визначення параметрів біоклімату, а також можливість його оцінки. Біокліматична оцінка – визначення позитивних та негативних впливів різних кліматичних факторів, що виявляє потенціал території для національного використання при будівництві [2,6].

Оцінка клімату може розглядатись на трьох рівнях: макроклімат; мезоклімат (місцевий клімат), мікроклімат (рис.1.) [9,10,11].

Макрокліматичні характеристики дають перше уявлення щодо кліматичного фону проектування, а також можливість врахування при будівництві тривалих прогнозів зміни клімату. З точки зору розвитку біокліматичної архітектури висотних будівель корисним є досвід будівництва висотних будівель у різних макрокліматичних умовах, що дає можливість формувати типологічні особливості проектних рішень висотних будівель для територій з однаковими фоновими показниками клімату.

Аналіз попередніх досліджень. Згідно з [10] клімат (від грецької klima – нахил) довгий час зв'язували з кутом (нахилом) падіння на Землю сонячних променів та висотою стояння Сонця, що залежить від широтного поясу Землі. При більш глибокому вивченні клімату Землі було встановлено, що на умови формування клімату впливають циркуляційні фактори (сонячна радіація, атмосферна циркуляція, обіг вологи), характер

земної поверхні (рельєф, характер поверхні ґрунту, снігового та рослинного покриву), вплив моря [9,10,11,12].

Відповідно до існуючого кліматичного середовища відбувається адаптація людини до умов певного клімату. Це стосується як адаптації організму людини так і формування умов та укладу її проживання.

Вплив клімату враховують при вирішенні багатьох архітектурно - будівельних задач: вибір території забудови, планувальні та конструктивні рішення, розташування будівлі на місцевості з урахуванням орієнтації по сторонам світу, освітленості, інсоляції, аерації. [9,10,11,12].

Класифікація кліматів Землі проводиться як безпосередньо за кліматичними характеристиками (класифікація В. Кеппена), так і ґрунтується на особливостях загальної циркуляції атмосфери (класифікація Б. П. Алісова, рис.1.), чи відповідно до характеру географічних ландшафтів (класифікація Л. С. Берга). [10,11]

Відповідно із [9] у будівельній кліматології всі види клімату на Землі умовно поділяються на чотири типи: холодний, помірний, жаркий сухий та теплий вологий. У дослідженнях [9,10] для кожного з типів клімату сформовано найбільш загальні містобудівні умови пов'язані з захистом людини від переохолодження, перегріву, захистом території від вітру, снігових чи пилових бур, від підвищеної вологості та зливів, забезпечення інсоляції території.

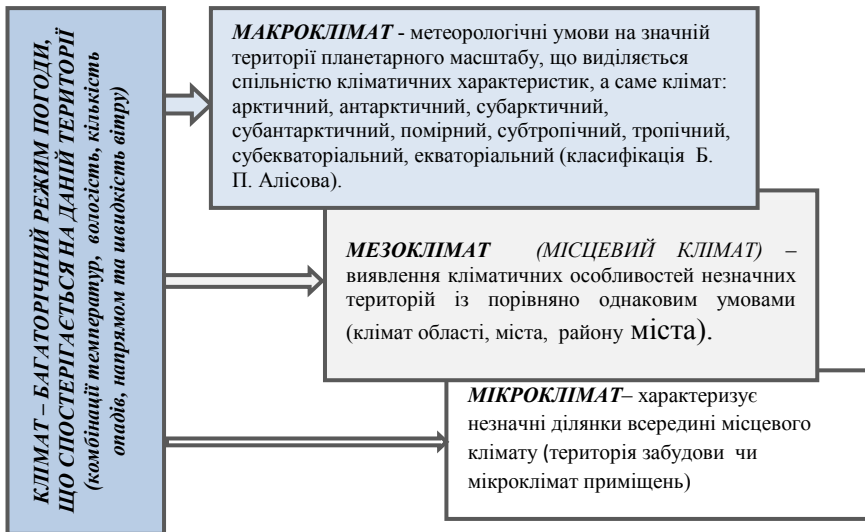


Рис.1. Клімат та рівні його оцінки

Кліматичні фактори та їх взаємодія визначають погоду. У кліматології в будівельній практиці відповідно із різноманітними сполученнями середньомісячних значень температури, вологості, швидкості вітру визначено сім типів погоди (спекотна суха, спекотна, тепла, комфортна, прохолодна, холодна, сурова). На основі класифікації типів погоди розроблені режими експлуатації будівель, де визначено загальні рекомендації щодо застосування архітектурних, конструктивних та інженерно - технічних засобів при проектуванні [9,10].

Слід зазначити, що у [9,10] автори виділяють основні характеристики режимів експлуатації будівель при різних типах погоди, в тому числі і для багатоповерхових будівель. Але питання проектування висотних та надвисотних будівель з урахуванням кліматичних умов та навантажень при їх експлуатації у зазначених дослідженнях не відображено. При цьому у дослідженнях відзначається важливість їх врахування [13].

Мета статті - визначити теоретично та практично обґрунтовані параметри щодо врахування макрокліматичних показників при проектуванні висотних біокліматичних будівель.

Постановка завдання - проаналізувати вплив макроклімату при проектуванні висотних будівель на основі узагальнення досвіду будівництва у районах зі складними кліматичними умовами та розробити структурну схему утворення макрокліматичного середовища з визначенням параметрів впливу при формуванні висотної біокліматичної архітектури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Клімат - багаторічний режим погоди, що спостерігається на даній території. Макроклімат - тип клімату, що переважає на великих територіях. Макрокліматичний район характеризується відносно однорідними кліматичними характеристиками, відмінними від характеристик інших регіонів. Кліматичні умови макроклімату визначаються: кількістю сонячного випромінювання в залежності від широти, в різні моменти і пори року, а також близькістю моря, системою циркуляції атмосфери і висотою над рівнем моря [9,10,11,12].

Як вже зазначалось, дослідження та досвід врахування параметрів різних типів клімату при проектуванні будівель мають значні напрацювання. Наприклад, розроблено архітектурно типологічні характеристики експлуатації будівель для різних типів погоди: спекотна суха, спекотна, тепла, комфортна, прохолодна, холодна, сурова.

Отриманий досвід будівництва висотних будівель у різних кліматичних поясах Землі потребує аналізу для розширення зазначеного вище досвіду. Особливо це стосується кліматичних районів із складними кліматичними умовами, що суттєво впливають на проектування висотних будівель та їх експлуатацію в екстремальних кліматичних умовах.

Розглянемо більш детально приклади на основі зведених висотних будівель.

У жарких та сухих районах екваторіального, субекваторіального, тропічного клімату враховуються наступні фактори при проектуванні будівель: перегріте повітря (35 – 45°C) при низькій вологості (24- 40%), надлишок сонячної радіації, сильні пустельні вітри, що утворюють піщані бурі. Для захисту будівель від зазначених кліматичних факторів здавна в архітектурі застосовувались: затінення, аерація, повітронепроникненість та теплозахист приміщень, захист від пилових вітрів, засоби для охолодження приміщень. Сучасна висотна архітектура має вже значний досвід при проектуванні висотних будівель у таких кліматичних умовах в країнах Азії, Африки, Південної Америки. [9,10,11,12,14].

Наприклад, концепція офісної будівлі в Малайзії «EquatorTower» (380м, 80 поверхів) розроблена спеціально для сухого та жаркого екваторіального клімату. Конструкція хмарочоса включає додаткову систему захисту від сонячних променів. Висувний зовнішній шар - завіса з армованого склопластику, що розкривається, за допомогою тросової конструкції в жарку пору доби, здатна захистити приміщення будівлі від перегріву, без шкоди панорамним видам - ніби це погляд через тоноване скло. А із заходом сонця, вежа повинна "розкриватись" у всій своїй архітектурній красі [15]

У хмарочосі О-14, ОАЕ, м. Дубай, район Бізнес Бей, з висотою 114м передбачено інноваційне рішення зовнішньої оболонки – залізобетонного екзоскелету товщиною 40 см з великим отворами. Різьблена тінь, яку дають стіни оболонки, допомагає утримувати приміщення від перегріву сонцем. Крім того, між білим фасадом і скляним ядром будівлі передбачений зазор шириною в один метр. При нагріванні у ньому виникають конвективні потоки повітря, що сприяють природній вентиляції всієї споруди, що знижує витрати енергії, забезпечуючи при цьому комфортні температури всередині будівлі .

При проектуванні в кліматичних районах з холодним та суворим типом погоди (арктичного, антарктичного, субарктичного та субантарктичного і наближеного до них помірного кліматичних районах) важливим є врахування небезпечної сумісної дії снігу, вітру та низьких температур, що може призвести до накопичення снігу – снігових заносів, обмерзання конструкцій, нерегульованого сходу снігу та криги з конструкцій будівлі. Для зниження небезпеки снігових заносів слід застосовувати аеродинамічні форми будівель, спеціальні рішення дахів з ухилом з завітреної сторони, будівництво на високих опорах. Крім того, слід застосовувати спеціальні об'ємно – планувальні рішення, які дозволяють знизити площу затінення, щоб унеможливити уповільнення танення снігу. [9,10,11,12,16]

При проектуванні найпівнічнішого на цей час хмарочосу світу «Лахта

центр», м. Санкт Петербург (біля 1 тис. кілометрів до широти Північного полярного кола) передбачено комплекс засобів для вирішення зазначених кліматичних проблем. У «Лахта центрі» шпиль по структурі сітчастий, що є пасивним засобом боротьби із обледенінням, тому що на сітці зменшується площа взаємодії металу та води. Коли на такій сітці все ж таки утворюється перший безпечний шар льоду, подається короткий електричний імпульс, який струшує його і не дозволяє льоду наростати далі. Крім того, буферні зони фасаду «Лахта центру» не дозволяють переохолоджуватися зовнішньому склу, а внутрішнє застеклення взагалі позбавляють від льоду. У сильні морози для стекол поза буферними зонами передбачено підігрів, що запобігає льодоутворенню. [17]

Потепління клімату відіграє певну роль в утворенні більш високого рівня моря та посилення штормів з небезпечними хвилями, ураганим вітром, проливними опадами. Особливої загрози зазнають кліматичні райони з океанічним (морським) кліматом, який панує над океанами і поширюється на частини материків, що піддаються впливам морських повітряних мас. Наприклад, у жовтні 2012 року супершторм Сенді вразив райони мегаполісу Нью-Йорка, внаслідок чого постраждало понад 300 000 будинків, 23 000 підприємств, 17 відсотків загальної маси землі у місті було під водою, збитки сягнули 70 мільярдів доларів[18].

Отже, на сьогодні стає актуальним питанням забезпечення більшої стійкості будівель до змін в кліматі, а саме до здатності витримувати підвищення рівня моря, температур та інших кліматичних катастроф. Наприклад, будівельні фірми, такі як JDS Development Group, інвестують у стійку інфраструктуру - будівлі, які можуть протистояти паводкам та відключенню електропостачання при природних катастрофах. Прикладами висотних будівель, які здатні протидіяти руйнівній дії у води в світі є:

- «Monad Terrace», Майамі, США, арх.. Ж. Нувель, (рис.) - нижній поверх будівлі піднятий на 3,5 метри; стійкі металеві та скляні опори, здатні протистояти урагану 5 категорії; потужна насосна система для видалення води з будівлі;

- «American Copper Buildings», м. Нью – Йорк, США - хмарочос JDSDevelopmentGroup стійкий до повеней, де передбачено засоби протидії стихії та її наслідкам, а саме: облицювання водостійкими та водонепроникними матеріалами нижніх поверхів (стіни облицьовано міддю, каменем); окремі пасажирські ліфти, що не спускаються до рівня можливого підтоплення; паркова зона зі спеціально підібраними рослинами стійкими до соленої води, яка слугує захисним бар'єром для попередження попадання паводкової води в будівлю; дренажна насосна система навколо будівлі; спеціальні аварійні системи з енергозабезпечення розраховані на тривалий термін роботи, що розміщені на другому поверсі над можливою лінією затоплення [18].

Вирішення задач біокліматичної висотної архітектури потребує врахування комплексу факторів впливу макроклімату. (рис. 2) На сьогоднішньому етапі розвитку нашої цивілізації крім факторів природного впливу на клімат, важливим є врахування антропогенних факторів впливу (щільність, склад населення; рівень урбанізації; політична ситуація в регіоні).

Антропогенний вплив ґрунтується на концепції системи «планетарних меж». Остання була запропонована у 2009 р. вченими – екологами під керівництвом Йохана Рокстрема та Уїла Штеффена. Концепція планетарних меж сформована із списку планетарних меж у 9 областях (зміна клімату, закислення океану, виснаження озонового шару, біогеохімічні зміни, споживання прісної води, використання земель, втрата біорізноманіття, аерозольне та хімічне забруднення), що дозволяє визначити та кількісно оцінити експлуатаційні межі людської діяльності. Згідно досліджень Уїла Штеффена та інших, планета Земля вступила в новітню епоху – антропоген, коли людство стало основними агентами зміни системи Землі [19,20,21].

Об'єднання природних та антропогенних факторів надає більш повну ніж макроклімат характеристику, що можна визначити як макрокліматичне середовище.

Слід зазначити, що природні та антропогенні фактори здійснюють як негативний так і позитивний вплив на формування макрокліматичного середовища (рис. 2).

Такий вплив при проектуванні варто розглядати з наступною черговістю:

1. Аналіз характерних типових факторів, що мають тривалу та прогнозовану характеристику дії. В більшій мірі це стосується природних факторів, що формують макрокліматичні показники та визначають кліматичний пояс.

2. Виявлення екстремальних впливів як природних (землетруси, шторми, цунамі, повені) так і антропогенних (можливі терористичні загрози, техногенні катастрофи).

3. Аналіз факторів можливих змін, що здатні призвести до зміни макрокліматичного середовища (перспективне зростання кількості та щільності населення, можливі зміни кліматичних показників, наприклад температурних, підняття рівня води, зміна характеру циркуляції атмосфери).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Врахування параметрів різних типів клімату при проектуванні будівель мають значні напрацювання: для кожного з типів клімату сформовано найбільш загальні містобудівні умови, а також визначені основні характеристики режимів експлуатації будівель при різних типах погоди. Але особливості



Рис.2. Структурна схема утворення макрокліматичного середовища

проектування висотних та надвисотних будівель з урахуванням макрокліматичних умов та навантажень при їх експлуатації не досліджуються та не систематизуються. Хоча висотні та надвисотні будівлі зводяться сьогодні практично в усіх макрокліматичних умовах, що надає можливість для систематизації архітектурних, будівельних та технологічних засобів при їх проектуванні.

Дослідження в області макроклімату та аналіз їх результатів надає можливість при проектуванні враховувати комплекс кліматичних параметрів для визначення глобальних та тривалих впливів на висотні біокліматичні будівлі. Об'єднання природних та антропогенних факторів впливу представляє більш повну макрокліматичну характеристику, що можна визначити як макрокліматичне середовище.

References

1. Chesnokov A.G., Cheremkhina Ye.A. *Proyektirovaniye ostekleniya vysotnykh zdaniy dlya slozhnykh klimaticheskikh usloviy*. M.: OAO «Institut stekla» (in Russian).
2. Krivenko O.V. *Doslidzhennya vplyvu klimatychnykh parametriv pry proektuvanni bioklimatychnykh vysotnykh budivel' // tezy 9-oyi mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Enerhointehratsiya – 2019»* (in Ukrainian).
3. Krivenko O.V. *Bioklimatychna arkhitektura yak yavyshe v ekolohichniy arkhitekturi // Enerhoefektyvnist' v budivnytstvi ta arkhitekturi*, vyp.4, KNUBA, K.:2013, s.155-160 (in Ukrainian).
4. Hyde, Richard. *Bioclimatic Housing. Innovative Designs for Warm Climates // Richard Hyde.- Paperback.- December 2007.-400 p.*
5. Olgyay, V. (1963). *Design with climate bioclimatic approach and architectural*. Princeton: Princeton University Press.
6. Krivenko O.V. *Opredeleniye parametrov bioklimata territorii zastroyki pri reshenii zadach bioklimaticheskoy arkhitektury gorodov // Construction of optimized energy potential*, вип..2, Czestochowa university of technology, Czestochowa : 2014, p. 23-29 (in Russian).
7. Ken Yeang, Lucy Bullivant. *Eco Skyscrapers II* , The Images Publishing Group, 01.01.2011
8. *Ecological basis for Architectural Design/ Ken Yeang.- New York: McGraw Hill Publication, 1995.*
9. Tymofeyev M.V., Serheychuk O.V., Shamrina H.V. *Kompleksna otsinka klimatychnykh umov zhytlovyi zabudovy.-K.,KNUBA, 2015. – 128s* (in Ukrainian).
10. Mikheyev A.P., Beregovoy A.M., Petryanina L.N. *Proyektirovaniye zdaniy i zastroyki naselennykh mest s uchetom klimata i energosberezheniya. – M.: Izdatel'stvo ASV, 2002. – 192 s.* (in Russian).
11. Kupriyanov V.N.: *Stroitel'naya klimatologiya i fizika sredy: Uchebnoye posobiye. – Kazan': KGASU, 2007. – 114 s.*
12. Markus T. A. and Morris E.N. *Buildings, Climate and Energy*, Pitman1980. 542 p.
13. Robert Goodwin *Context, Climate, Culture – Investigating Place in Tall Buiding Design.*: CTBUH Research Paper, 2015/ 257 p.

14. Rimsha A.N. Gradostroitel'stvo v usloviyakh zharkogo klimata: Uchebnik dlya vuzov.— М.: Stroyizdat, 1979.—312 s
15. Hyde, Richard. 2007. Bioclimatic Housing. Innovative Designs for Warm Climates/ *Richard Hyde.- Paperback.* 400 p.
16. Berezovskiy B.I., Vas'kov'skiy A.P. Proyektirovaniye i stroitel'stvo zdaniy v usloviyakh surovogo klimata i vechnomerzlykh gruntov. Ucheb. Posobiye dlya vuzov. L., Stroyizdat, 1977, 232 s.
17. Online resource <https://lakhta.center/en/>
18. Laurin J. Young. Building A Flood-Proof Skyscraper Resilient To Climate Change. Off – Air, 2017
19. Yeliseyev A.V. «Изменения климата и характеристик наземных экосистем при наличии антропогенного и естественного воздействия». Автореферат доктора физ. – мат. наук 25.09.29 — Физика атмосферы и гидросферы, М. – 2010, 48с.
20. Steffen W et al., (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: Science 349, No. 6254, pp. 1286-1287, doi:10.1126/science.1259855
21. Steffen W, Grinevald J, Crutzen P and McNeill J (2011) "The Anthropocene: conceptual and historical perspectives" Philosophical Transactions of the Royal Society A369(1938): 842–867. doi:10.1098/rsta.2010.0327

Список використаної літератури

1. Чесноков А.Г., Черемхина Е.А. Проектирование остекления высотных зданий для сложных климатических условий. М.: ОАО «Институт стекла»// электронный ресурс <https://docplayer.ru/31993500-Proektirovanie-ostekleniya-vysotnyh-zdaniy-dlya-slozhnyh-klimaticheskikh-usloviy-chesnokov-a-g-cheremhina-e-a-oao-institut-stekla-moskva.html>
2. Кривенко О.В. Дослідження впливу кліматичних параметрів при проектуванні біокліматичних висотних будівель // тези 9-ої міжнародної науково-практичної конференції «Енергоінтеграція – 2019»
3. Кривенко О.В. Біокліматична архітектура як явище в екологічній архітектурі// Енергоефективність в будівництві та архітектурі, вип.4, КНУБА, К.:2013, с.155-160
4. Hyde, Richard. Bioclimatic Housing. Innovative Designs for Warm Climates// *Richard Hyde.- Paperback.-* December 2007.-400 p.
5. Olgyay, V. (1963). Design with climate bioclimatic approach and architectural. Princeton: Princeton University Press.
6. Кривенко О.В. Определение параметров биоклимата территории застройки при решении задач биоклиматической архитектуры городов//Construction of optimized energy potential, вип..2, Czestochowa university of technology:, Czestochowa : 2014, p. 23-29
7. Ken Yeang, Lucy Bullivant. Eco Skyscrapers II , The Images Publishing Group, 01.01.2011
8. Yeang, Ken. Designing with Nature: The Ecological basis for Architectural Design/ Ken Yeang.- New York: McGraw Hill Publication, 1995.
9. Тимофеев М.В., Сергейчук О.В., Шамрина Г.В. Комплексна оцінка кліматичних умов житлової забудови.-К.,КНУБА, 2015. – 128с.
10. Михеев А.П., Береговой А.М., Петрянина Л.Н. Проектирование зданий и застройки населенных мест с учетом климата и энергосбережения. – М.:

Издательство АСВ, 2002. – 192 с.

11. Куприянов В.Н.: Строительная климатология и физика среды: Учебное пособие. – Казань:КГАСУ, 2007. – 114 с.

12. Markus T. A. and Morris E.N. Buildings, Climate and Energy, Pitman1980. 542 p.

13. Robert Goodwin Context, Climate, Culture – Investigating Place in Tall Buiding Design.: CTBUH Research Paper, 2015/ 257 p.

14. Римша А.Н. Градостроительство в условиях жаркого климата: Учебник для вузов.— М.: Стройиздат, 1979.—312 с

15. Интернет ресурс <https://rex-ny.com/project/equator-tower/>

16. Березовский Б.И., Васьковський А.П. Проектирование и строительство зданий в условиях сурового климата и вечномёрзлых грунтов. Учеб. Пособие для вузов. Л., Стройиздат, 1977, 232 с.

17. Интернет ресурс <https://lakhta.center/ru/>

18. Lourn J. Young. Building A Flood-Proof Skyscraper Resilient To Climate Change. Off – Air, 2017

19. Елисеєв Алексей Вікторович «Изменение климата и характеристик наземных экосистем при наличии антропогенного и естественного воздействия». Автореферат доктора физ. – мат. наук 25.09.29 — Физика атмосферы и гидросферы, М. – 2010, 48с.

20. Steffen W et al., (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: Science 349, No. 6254, pp. 1286-1287, doi:10.1126/science.1259855

21. Steffen W, Grinevald J, Crutzen P and McNeill J (2011) "The Anthropocene: conceptual and historical perspectives" Philosophical Transactions of the Royal Society A369(1938): 842–867. doi:10.1098/rsta.2010.0327

**ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ З
НАДБУДОВОЮ МАНСАРДИ**

**SEQUENCE OF IMPLEMENTATION OF WORK DURING
RECONSTRUCTION WITH BUILDUP OF THE MANSARD**

Ксьоншкевич Л. М., к.т.н., доцент, Крантовська О. М., к.т.н., доцент (Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса), Сунак П. О., к.т.н., доцент (Луцький національний технічний університет), Мельник О. В., к.т.н., доцент (Східноєвропейський національний університет ім. Л. Українки, Луцьк), Парасюк Б. О. (Луцький національний технічний університет)

Ksonshkevych L. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Krantovska O. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa), Sunak P. O., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University), Melnyk O. V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk), Parasiyk B. O. (Lutsk National Technical University)

***Анотація.** У статті описані основні принципи організації роботи при надбудові мансардного поверху в житлових будівлях, послідовність виконання робіт, визначення затрат праці та проектування календарного плану.*

***Summary.** In the article described the basic principles of the organization of work for the mansard floor in residential buildings, the sequence of work, the definition of labor costs and the design of the calendar plan. The most economical, simple and effective technical solution for the reconstruction of buildings of any structural systems is the superstructure of mansard floors. The sequence of organization and planning of works during the reconstruction of buildings with a mansard superstructure includes: establishment of nomenclature and counting of works; choice of methods of organization of production of works; calculation of labor costs of workers and the need for rotation of machine; determination of the duration of the reconstruction works; creation of a calendar plan and schedule of work. The main work cycles for a mansard floor superstructure should include: preparatory work; dismantling works; reinforcement of existing structures (foundations, piers and attic flooring), if necessary; arrangement of a monolithic ring beam for rigidity providing; erection of mansard floor structures (walls, roof, partitions, window and door fills); arrangement of engineering systems (mansard); decoration (internal and external); commissioning of the object. The choice of methods of organization of production of works is carried out in parallel with the definition of the nomenclature and the calculation of the volume of works. It is known that the operating method combines sequential and parallel one, it eliminates the disadvantages and retains*

the advantages of each. After determining the nomenclature and choosing the method of reconstruction, we calculate the of labor consuming. The next stage is the designing of the calendar plan of reconstruction . When designing a calendar plan of reconstruction, it is necessary to ensure maximum time alignment of technological processes and their continuity, taking into account the requirements of job security.

Ключові слова: реконструкція, організації та планування робіт, мансарда

Keywords: reconstruction, organization and planning of works, mansard

Постановка проблеми. На сьогодні реконструкція житлових будівель старої забудови міст набуває все більшого значення. При цьому, надбудова стає одним з найбільш затребуваних видів реконструкції особливо для тих територій міст, де відчутний дефіцит площ, придатних для нової забудови.

Надбудова дозволяє збільшити загальну площу будівлі, дає можливість придбати житло в центральній частині міста, а також підкреслює архітектурну виразність старої забудови.

Тому актуальними є питання, пов'язані з особливостями виконання робіт з влаштування надбудови при реконструкції будівель

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання пов'язані з проведенням реконструкції житлової забудови загалом, а також окремих будівель та споруд відображені в ряді наукових праць, зокрема [1-12].

Як показує вітчизняний та закордонний досвід, реконструкція існуючих житлових будинків найчастіше здійснюється в умовах обмеженого простору існуючої ущільненої міської забудови [1-6 та ін.], коли прилеглі території зайняті дорогами, площадками, зеленими насадженнями, різноманітними елементами благоустрою територій, елементами конструкцій та споруд інженерних мереж тощо, які ускладнюють розташування засобів механізації, місць прийому і складування матеріалів.

Мета і завдання дослідження - визначити основні етапи організації та планування робіт при реконструкції житлових будинків з надбудовою мансардного поверху.

Результати дослідження. Реконструкція житлових та громадських будівель старої забудови має достатньо широкий діапазон для прийняття рішень – модернізація, вбудова, прибудова, надбудова і влаштування квартир спеціальних типів чи підвищеного комфорту (комерційних квартир, які значно перевищують нормативні вимоги по забезпеченню житловою площею на 1 людину) [6 та ін.]. Причому, до найбільш економічних, простих та ефективних технічних рішень при реконструкції будівель будь-яких конструктивних систем належить надбудова мансардних поверхів.

Надбудова мансардних поверхів забезпечує отримання додаткової житлової площі, вартість якої не перевищує 50 % вартості нового

будівництва [9 та ін.]. Також є можливість використання місцевих будівельних матеріалів, роботи можуть виконуватися без використання кранового обладнання, за допомогою засобів малої механізації робіт.

Послідовність організації та планування виконання робіт при реконструкції будівель з надбудовою мансарди включає:

- 1) Встановлення номенклатури та підрахунок обсягів робіт;
- 2) Вибір методів організації виробництва робіт;
- 3) Розрахунок затрат праці робітників і потреби в машино-змінах;
- 4) Визначення тривалості робіт при реконструкції;
- 5) Побудова календарного плану та графіку виконання робіт.

Визначаючи структуру ремонтно-будівельного виробництва, з його складу виділяються основні цикли робіт, на яких одноманітно організовується виконання технологічних процесів, проводиться розбивка об'єкта реконструкції на захватки і монтажні ділянки, проектується спеціалізовані потоки [10, 11].

Основні цикли робіт при надбудові мансардного поверху повинні включати: підготовчі роботи; демонтажні роботи; підсилення, за необхідності, існуючих конструкцій (фундаментів, простінків та горищного перекриття); влаштування монолітного поясу для забезпечення жорсткості; зведення конструкцій мансардного поверху (стіни, покрівля, перегородки, віконні та дверні заповнення); влаштування інженерних систем (мансарда); оздоблення (внутрішнє та зовнішнє); введення об'єкту в експлуатацію.

Вибір методів організації виробництва робіт проводиться паралельно з визначенням номенклатури і підрахунком обсягів робіт.

Реконструкція будівель і споруд може бути організована послідовним, паралельним і поточним методами рис. 1. Найбільш ефективним методом організації робіт при реконструкції вважається поточний метод [10, 11].

При послідовному методі кожна будівля реконструюється за певний період (цикл) і тільки після закінчення попереднього.

Середня інтенсивність споживання ресурсів при цьому рівна на кожній ділянці.

Недолік такого методу виробництва робіт полягає в тому, що подовжується загальний термін реконструкції і утворюються вимушені перерви в роботі бригад, що виконують окремі процеси.

При паралельному методі всі будівлі реконструюються одночасно і термін реконструкції їх дорівнює часу реконструкції одного об'єкта. Однак при цьому потрібна максимальна кількість матеріально-технічних ресурсів.

Поточний метод поєднує послідовний і паралельний, в ньому усуваються недоліки і зберігаються переваги кожного з них.

Реконструкція будівель потоковим методом вимагає менше часу, ніж послідовним, а найбільша кількість одночасно споживаних ресурсів буде менше, ніж при паралельному методі.

Після визначення номенклатури та вибору методу реконструкції виконується розрахунок затрат праці та потреби в машино-змінах.

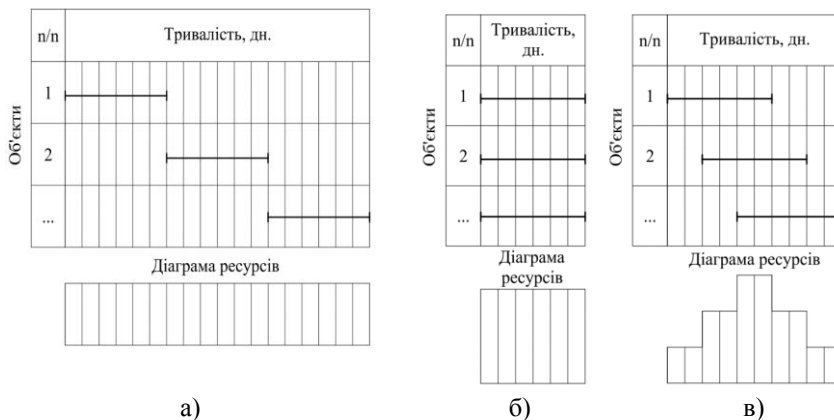


Рис. 1. Графік виконання робіт та діаграма ресурсів:

а) - при послідовному методі виконання робіт; б) - при паралельному методі виконання робіт; в) - при поточному методі виконання робіт

Розрахунок затрат праці робітників і потреби в машино-змінах підраховуються за формулами (1) та (2):

$$Q_p = \frac{V_p \times H_{q(роб)}}{8,2} \quad (1)$$

$$Q_m = \frac{V_p \times H_{q(м)}}{7,5} \quad (2)$$

де: V_p – обсяг робіт;

$H_{q(роб)}$ – норма часу (люд-год) з РЕКН [12];

$H_{q(м)}$ – норма часу (маш-год) згідно з РЕКН [12];

8,2 – тривалість зміни для робітників, год;

7,5 – тривалість розрахункового періоду роботи транспортного засобу на протязі зміни, год.

Тривалість (Т) виконання робіт при реконструкції визначається за формулою (3):

$$T = \frac{V_p \times H_{н(м)}}{N \times n \times k_{п.н.}} \quad (3)$$

де: Т – тривалість виконання робіт при реконструкції (дн.);

Н – кількість прийнятих робітників у бригаді (люд);

п – кількість змін на добу (зм).

$k_{п.н.}$ - коефіцієнт планованого перевиконання норм.

При користуванні формулою (3) величиною Т задаються, виходячи із загального строку реконструкції заданого об'єкту і необхідності технологічної та організаційної ув'язки процесів в графіку. Коефіцієнт планованого перевиконання норм приймають у межах $k_{п.н.} = 1 \div 1,3$.

Основні принципи, покладені в основу календарного плану - суміщення робіт в часі, змінність робіт, умови технологічної ув'язки робіт, тощо. Календарний план в лінійній формі будується у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Календарний план виконання робіт

№ з/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Затрати праці, люд. -дн.	Потреба в машинах		Тривалість роботи, дні	Число змін	Кількість робочих в зміні	Склад бригади	Графік виконання робіт				
		Од. виміру	Кількість		Найменуван-ня	Число маш. -зм.					Дні, місяці				
											1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				

У дві зміни організовуються роботи, які необхідно виконати в стислі терміни, а фронт їх обмежений і не дозволяє збільшити чисельність робітників у зміні, а також роботи, при виконанні яких зайняті основні будівельні машини (крани, екскаватори, скрепери, бульдозери та ін.).

При побудові календарного плану слід прагнути до максимального суміщення в часі технологічних процесів та їх безперервності з урахуванням вимог безпеки виконання робіт. У правій частині календарного плану (графа 12) кожен процес позначають горизонтальним відрізком прямої, довжина якої в прийнятому масштабі часу показує тривалість виконання процесу.

Для полегшення у подальшій побудові графіка потреби в робочих кадрах, над кожним з таких відрізків рекомендується надписувати число робітників і змінність робіт. Наприклад, 10х2 означає, що процес виконується десятьма робочими в кожен змін при двозмінній роботі на

добу. Можна також вказувати над відрізком цифрою тільки число робочих, а змінність зображати кількістю паралельних відрізків.

Висновки. При реконструкції житлових будівель з надбудовою мансарди немає необхідності у відведенні нових ділянок, збільшується ефективність використання існуючої забудови. Правильне проектування виробництва робіт та організаційно-технічної підготовки реконструкції забезпечує планомірне розгортання і здійснення ремонтно-будівельних робіт, закінчення реконструкції в передбачені планом терміни, виконання планових завдань зі зростання продуктивності праці і зниження собівартості робіт, а також забезпечує високу якість робіт.

References

1. Rossoxin S. O. Onovlennya mist i modernizaciya zhytlovogo fondu Ukrayiny: problemy i perspektyvy / S. O. Rossohin // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie: sb. nauch. trudov. – Vyp. 50. – Dnepropetrovsk: PGASA, 2009. – S. 455-461.
2. Kravchunovska T. S. Do pytannya kompleksnoyi rekonstrukciyi kvartaliv / T. S. Kravchunovska // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie: sb. nauch. trudov. – Vyp. 50. – Dnepropetrovsk: PGASA, 2009. – S. 271-276.
3. Domin M. M., Byvalina M. V. Problemy` ta metody modernizaciyi rajoniv masovoyi zhytlovoyi zabudovy 60-70-x rokiv (na prykladi m. Kyiva) / M. M. Domin, M. V. Byvalina // Mistobuduvannya ta teryt. planuv.: Nauk.-texn. zbirnyk. - K: KNUBA. - 2005. - Vyp. 21. - S. 67-75.
4. Lynnyk I. E. Metody rekonstrukcii zhilyh kvartalov / I. E. Lynnyk, Y. V. Tyxonenko, S. V. Synii // Komunalne gospodarstvo mist: nauk.-texn. zb. – Xarkiv: XNAMG, 2012. - Vyp. 105. – S. 268-272.
5. Verhogljadova N. I. Kompleksnoe razvitie i planirovanie rekonstrukcii zhiloy zastroyki / N. I. Verhogljadova, D. L. Levchinskij // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie: sb. nauch. trudov. – Vyp. 50. – Dnepropetrovsk: PGASA, 2009. - S. 90-94.
6. Sunak P.O. Analiz xaxodiv rekonstrukciyi zhytlovogo fondu zakordonom / P.O. Sunak, Y.A. Melnyk, O.V. Melnyk, S. V. Synii, O.P. Sunak, I.E. Lynnyk // Mistobuduvannya ta terytorial`ne planuvannya: nauk.-texn. zb. – K: KNUBA, 2014. - Vyp. 54. – S. 397-410.
7. Parasiyk B. O. Dosvid rekonstrukciyi zhytlovyx budynkiv serednoyi poverxovosti pershyx masovyx serij / B. O. Parasiyk // Mistobuduvannya ta terytorial`ne planuvannya: nauk.-texn. zb. – K: KNUBA, 2012. - Vyp. 45(2). – S. 96-99.
8. Bulgakov S. N. Varianty proektnykh reshenij mansardnyh jetazhej pri rekonstrukcii zhilyh domov: arhitekturno-planirovochnye reshenija // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. – 2000. - №1. – S. 41-44.
9. Osipov A. F. Osobennosti obemno-planirovochnykh i konstruktivnykh harakteristik rekonstruiromykh zhilyh zdaniy g. Kiev / A. F. Osipov, S. F. Akimov // Stroitelstvo i tehnogennaja bezopasnost. – 2002. – Vyp. 6. – S. 260-265.
10. Dikman L. G. Organizacija stroitelnogo proizvodstva / Uchebnik dlja stroitelnyh vuzov. - M: Izdatelstvo Associacii stroitelnyh VUZov, 2006 – 608 s.

11. Pankevych O. D. Organizaciya budivnyctva. Navchalnyj posibnyk. – Vinnytsya: VNTU, 2007. – 86 s.

12. DSTU B D.2.4-20:2012 Resursni elementni koshtorysni normy na remontno-budivelni roboty. Inshi remontno-budivelni roboty` (Zbirnyk 20) – Kyiv: Minregion Ukrainy. - 2013.

Література

1.Россохін С. О. Оновлення міст і модернізація житлового фонду України: проблеми і перспективи / С. О. Россохін // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Вып. 50. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – С. 455-461.

2.Кравчуновська Т. С. До питання комплексної реконструкції кварталів / Т. С. Кравчуновська // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Вып. 50. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – С. 271–276.

3.Дьомін М. М., Биваліна М. В. Проблеми та методи модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років (на прикладі м. Києва) [Текст] / М. М. Дьомін, М. В. Биваліна // Містобудування та терит. планув.: Наук.-техн. збірник. — К: КНУБА. — 2005. — Вип. 21. — С. 67-75.

4.Линник И. Э. Методы реконструкции жилых кварталов / И. Э. Линник, Ю. В. Тихоненко, С. В. Синий // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Харків: ХНАМГ, 2012. - Вип. 105. – С. 268-272.

5.Верхоглядова Н. И. Комплексное развитие и планирование реконструкции жилой застройки / Н. И. Верхоглядова, Д. Л. Левчинский // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Вып. 50. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – С. 90–94.

6.Сунак П.О. Аналіз заходів реконструкції житлового фонду закордоном / П.О. Сунак, Ю.А. Мельник, О.В. Мельник, С.В. Синій, О.П. Сунак, І.Е. Линник // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К: КНУБА, 2014. - Вип. 54. – С. 397-410.

7.Парасюк Б. О. Досвід реконструкції житлових будинків середньої поверховості перших масових серій / Б. О. Парасюк // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К: КНУБА, 2012. - Вип. 45(2). – С. 96-99.

8.Булгаков С. Н. Варианты проектных решений мансардных этажей при реконструкции жилых домов: архитектурно-планировочные решения // Промышленное и гражданское строительство. – 2000. - №1. – С. 41-44.

9.Осипов А. Ф. Особенности объемно-планировочных и конструктивных характеристик реконструируемых жилых зданий г. Киева / А. Ф. Осипов, С. Ф. Акимов // Строительство и техногенная безопасность. – 2002. – Вып. 6. – С. 260–265.

10. Дикман Л. Г. Организация строительного производства / Учебник для строительных вузов. - М: Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 2006. – 608 с.

11. Панкевич О. Д. Організація будівництва. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 86 с.

12. ДСТУ Б Д.2.4-20:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Інші ремонтно-будівельні роботи (Збірник 20) – Київ: Міністерство України. - 2013.

**АНАЛІЗ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ
ТА ЗАХОДИ ЇХНЬОГО УСУНЕННЯ**

**ANALYSIS OF LANDSLIDE IN UKRAINE
AND METHODS OF THEIR ELIMINATION**

Линник І.Е., д.т.н., проф., Шмуля І.А., студентка, (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Lynnyk I.E., Doctor of Engineering, Professor, Shmulya I.A., student, (O. M. Beketov National University of Municipal Economy in Kharkiv)

***Анотація.** Проведено аналіз зсувних процесів на території України та Харківської області. У місті Харкові зсувонебезпечні території розташовані переважно на берегах річок Лопань, Харків та схилах ярів Олексіївська балка, Чуніхін Яр тощо. Як проектна пропозиція запропоновано проведення інженерного захисту берегової смуги уздовж р. Немышля.*

***Summary.** Landslides are a dangerous physico-geological phenomenon that leads to the destruction of buildings, engineering structures and the death of people. The study of landslide processes not only in Ukraine but in the whole world is an urgent problem both during the construction of new objects and during the exploitation of already built ones.*

In article the analysis of landslide processes in the territory of Ukraine was carried out, which revealed that the spread and development of landslides has a tendency to increase, and the landslide zones in the last 30 years have increased by 2–5 times. The most common are landslides in the Crimea, Transcarpathian, Ivano-Frankivsk, Lugansk, Odesa, Lviv, Mykolaiv, Kharkiv, Cherkasy and Chernivtsi regions. Volyn and Rivne regions have no geological preconditions for the development of the landslide process at all.

In article the analysis of landslide processes in the Kharkiv region was carried out. As a result, it was found that 1615 landslides with a total area of 40,3 km² were recorded on its territory, two of them, with an area of 0,09 km², are active. In Kharkiv landslide areas are located mainly on the banks of the rivers Lopan, Kharkiv and the slopes of ravines Oleksiivska Beam, Chunikhin Yar, etc.

In article as a project proposal, it is proposed to conduct engineering protection of the coastal strip along the Nemyshlya River. For this purpose, construction is proposed on the right bank, where there is a significant difference in the height, construction of reinforced concrete retaining wall. In the sole of this wall is proposed to lay coastal drainage. On the left bank of the Nemyshlya river the slope is more gentle. Therefore, it is proposed to install a three-dimensional geogrid on this shore. And then, on the thus formed topography of the shore, the grass is sown. As a result of engineering protection, the coastline can be used as a recreational area for the rest of the population.

Ключові слова: зсувні процеси, заходи усунення зсувів

Keywords: landslide processes, methods of landslide removal

Постановка проблеми. Зсуви є небезпечним фізико-геологічним явищем, яке призводить до руйнування будівель, інженерних споруд, а також до загибелі людей. Тому дослідження зсувних процесів не тільки в Україні, але й у всьому світі є актуальною проблемою як під час будівництва нових об'єктів, так і під час експлуатації вже збудованих [1, 2].

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідження зсувних процесів, прогнозування їхнього розвитку і способи боротьби із ними проводяться багатьма вченими різних країн світу [3–9]. Систематичне спостереження за зсувами, і своєчасна боротьба з ними, дозволяє запобігти руйнуванню укосів, схилів, не допустити загрози аварійних ситуацій у будівлях і спорудах, тобто уникнути людських жертв. Але незважаючи на це, за статистикою кількість загиблих у всьому світі від зсувних процесів збільшується з кожним роком. Згідно з дослідженнями, кількість жертв збільшилася в 10 разів, ніж вважалося раніше.

Мета статті: проаналізувати зсувні процеси в Україні і, зокрема, Харківській області та запропонувати інженерний захист зсувонебезпечної берегової смуги уздовж р. Немишля в м. Харкові.

Відповідно до поставленої мети вирішуються наступні **завдання**:

- проаналізувати зсувні процеси в Україні, Харківській області і місті Харкові та навести методи боротьби зі зсувами;
- запропонувати заходи з ліквідації зсувів на р. Немишля (Московський район, вул. Самсонівська) в м. Харкові та висунути пропозиції щодо використання зсувної території.

Аналіз зсувних процесів в Україні. Поширення та розвиток зсувів на території України має тенденцію до зростання, зокрема площі зсувонебезпечних зон за останні 30 років збільшились у 2–5 разів. Згідно даних Державної служби геології та надр України на території України зафіксовано 22 958 зсуви (рис. 1), із них активних зсувів – 1 116 (рис. 2) [10]. Загальна площа зсувних ділянок становить 2 135,45 км² (рис. 3), із них в активному стані – 79,08 км² (рис. 4) [10]. У зонах зсувів знаходяться 1 638 об'єктів господарської діяльності.

З аналізу діаграм можна зробити висновок, що найбільш поширеними є зсуви у Криму, Закарпатській, Івано-Франківській, Луганській, Одеській, Львівській, Миколаївській, Харківській, Черкаській і Чернівецькій областях за винятком Волинської та Рівненської, які взагалі не мають геологічних передумов для розвитку зсувного процесу.

Загальна сума втрат від зсувів за останні 30 років сягає близько 85 млн грн., зокрема у Січеславській обл. – понад 35 млн грн., Луганській обл. – близько 22 млн грн., у Чернівецькій обл. – понад 20 млн грн.

Значних збитків від активізації процесу зазнають міста Київ, Кам'янське, Дніпро, Запоріжжя, Одеса, Чернігів, Полтава, Чернівці та інші [10].



Рис. 1. Загальна кількість зсувів у межах адмінісдиниць України



Рис. 2. Кількість активних зсувів у межах адмінісдиниць України

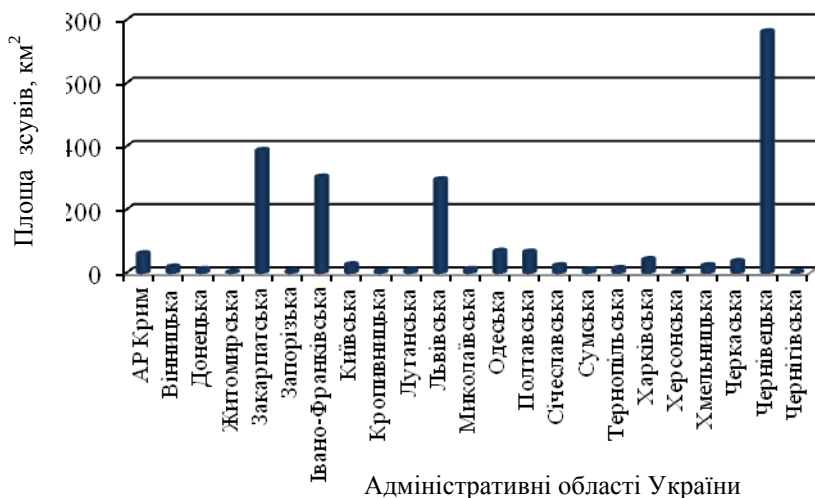


Рис. 3. Загальна площа зсувів у межах адмінісдиниць України



Рис. 4. Площа активних зсувів у межах адмінісдиниць України

Сучасна активізація зсувів викликана цілою низкою природних і техногенних причин. Техногенний характер виникнення, розвитку та активізації зсувів завдає економіці держави значних збитків. Розташування

інженерних об'єктів на схилах чи поблизу них є провокуючим чинником, який призводить до порушення рівноваги у масиві порід, і, як наслідок, до активізації зсувів.

Аналіз зсувних процесів у Харківській області і м. Харкові. У Харківській області зафіксовано 1 615 зсувів загальною площею 40,3 км², з них 11, площею 0,011 км² є активними [10]. На забудованій території знаходяться 68 зсувів.

У м. Куп'янську нових зсувних проявів не виявлено, але залишається активним Голубівський зсув. Низька зсувна активність відзначається в м. Краснокутську. У селищі Крейдяна Балаклійського району зрушення по вул. Підлісній залишається активним.

На території міста Харкова досить розвинена водна й вітрова ерозія, тому, як наслідок, є багато ділянок із зсувами та зсувонебезпечними територіями (табл. 1) [11].

Таблиця 1

Зсувонебезпечні ділянки м. Харкова [11]

Номер ділянки	Площа зсувонебезпечної зони, га	Характеристика та рекомендації
1	2	3
Ділянка № 1	20	Журавлівські схили в районі навчального корпусу ХДПУ (від вул. Манізера до вул. Дегтярної). II категорія ризику. Рекомендовано закласти мережу й організувати режимні спостереження за динамікою змінення порід, коливанням рівня ґрунтових вод
Ділянка № 2	3,0	Журавлівські схили, вул. Омська, 67. III категорія ризику. Рекомендовано закласти геодезичну сітку, організувати дренаж і виконати комплекс заходів з агролісомеліорації
Ділянка № 3	15	Балка Олексіївська в районі мосту (вул. Дерев'янка). III категорія ризику. Рекомендовано встановити технічний контроль за станом конуса на ділянці примикання дороги до гаражів і насипних схилів
Ділянка № 4	1,0	Шевченківський район, провулок Кравцова. I категорія ризику. Рекомендовано організувати геодезичну мережу (ґрунтові та настінні реperi)
Ділянка № 5	2,5	Лівий схил долини р. Лопань (вул. Клочківська) в районі 7-ї міської лікарні. I категорія ризику. Рекомендовано цю ділянку включити в систему моніторингу та проводити періодичні обстеження з метою виявлення змін у стійкості схилів

Продовження таблиці 1

1	2	3
Ділянка № 6	0,01	Балка Чуніхін Яр (в районі пр. Олександрівський і вул. Северина Потоцького). І категорія ризику. Рекомендовано періодичне візуальне обстеження території
Ділянка № 7	6,0	Журавлівські схили (вул. Студентська). II категорія ризику. Рекомендовано встановити мережу спостережень за динамікою деформації споруд гуртожитку ХНАДУ
Ділянка № 8	менше 0,3	Селище Лідне. І категорія ризику. Рекомендовано виконати комплекс інженерно-технічних вишукувань за умови будівельного освоєння
Ділянка № 9	0,12	Київський район (вул. Шишківська). III категорія ризику. Рекомендовано організувати режимні інструментальні спостереження за динамікою розвитку зсуву

У межах міста зсувонебезпечні території поділяються на три категорії (рис. 5):



Рис. 5. Зсувонебезпечні ділянки на території міста Харкова:

 – I категорії;
  – II категорії;
 – III категорії

I – слабкого ризику – 158,5 км (92,7 %);

II – суттєвого ризику – 11,2 км (6,5 %);

III – екстремальної ситуації – 1,3 км (0,8 %) (ця категорія встановлена тільки в Шевченківському районі на ділянці примикання автодорожнього мосту до правого схилу Олексіївської балки по вул. Дерев'янка і в Київському районі – Журавлівські схили на території Політехнічного університету).

У м. Харкові зсувонебезпечні території розташовані переважно на берегах річок Лопань і Харків та схилах ярів Олексіївська балка, Чуніхін Яр тощо. Це обумовлено інженерно-геологічними умовами Харківської області, антропогенними та природними факторами. У цілому територія міста сприятлива для господарського освоєння схилів.

Заходи усунення зсувів. Боротьба із зсувами в багатьох випадках є надзвичайно складною, зазвичай неефективною та дорогою. Для успішного застосування протизсувних заходів необхідне високоякісне виконання інженерно-геологічних вишукувань для оцінки фактичного ступеня стійкості схилу [1, 2, 6–9, 12].

Заходи боротьби із зсувами можуть бути спрямовані як на збереження, так і на поліпшення природних властивостей і напруженого стану ґрунтів.

Збереженню механічних властивостей ґрунтів сприяє регулювання поверхневого стоку (улаштування зливової каналізації, нагірних каналів, огороджувальних валів, протифільтраційні заходи), запобігання витоку із водопровідних та каналізаційних мереж [1, 2, 12].

Для збереження напруженого стану укосів недопустиме їхнє підрізання при влаштуванні доріг. Велике значення мають берего- та дноукріплювальні роботи в межах ділянки, що прилягає до схилу дна ріки чи яру. Недопустимо зводити важкі споруди в межах верхньої частини схилів та поблизу їхньої верхньої бровки [1, 2, 6–9, 12]. Поліпшити механічні властивості ґрунтів на схилі можна за допомогою осушення (дренаж, електроосмос, випалювання, заморожування, електродренаж чи електрохімічне закріплення) [1, 2, 6–9, 12].

Щоб змінити напружений стан порід, що складають схили, зменшують крутизну укосів. У тих випадках, коли видалити породи з верхньої частини неможливо (при наявності тих чи інших споруд), роблять привантаження нижньої частини схилу [1, 2, 6–9, 12].

Для утримання ґрунтів від зсуву застосовують підпірні стінки, удержуючі пальові конструкції, бурунабивні залізобетонні палі, контрбанкети, контрфорси, анкерне і нагельне кріплення, металеві сітки, геомати тощо [1, 2, 6–9, 12].

У багатьох регіонах України, де розповсюджені зсуви, розроблено генеральні схеми протизсувних заходів та намічено першочергові дії для захисту територій. Відповідно до Генеральної схеми протизсувних заходів на чорноморському узбережжі були вивчені екзогенетичні процеси в трьох областях півдня України – Одеській, Миколаївській, Херсонській і

зазначено шляхи протизсувної боротьби. Вибір засобів захисту територій та їхні обсяги визначаються особливостями інженерно-геологічних умов окремих районів узбережжя. Перевага надається спорудам активного захисту, наприклад, для захисту одеського узбережжя потрібно споруджувати штучні пляжі, гідротехнічні траверси й підводні хвилеломи.

Проектна пропозиція інженерного захисту зсувонебезпечної берегової смуги уздовж р. Немишля в м. Харкові. Згідно проведеного аналізу зсувонебезпечних територій у м. Харкові запропоновано проведення інженерного захисту берегової смуги уздовж р. Немишля (рис. 5, ділянка 6), детальніше розглянутої на рис. 6.

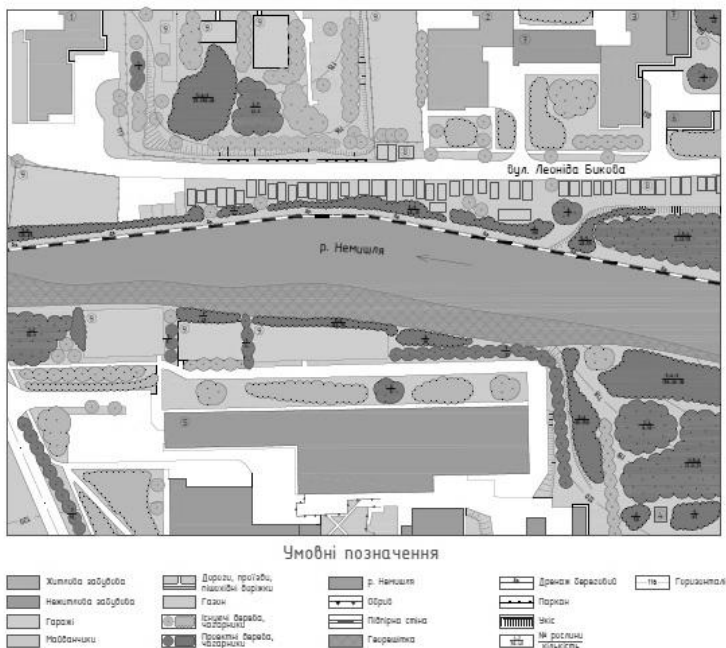


Рис. 6. Інженерний захист зсувонебезпечної берегової смуги уздовж річки Немишля в місті Харкові (фрагмент)

Інженерний захист даної ділянки берегової смуги виконується шляхом улаштування на правому березі, де спостерігається значний перепад висот, залізобетонної підпірної стінки на пальовому ростверку з прокладанням берегового дренажу у підшві стінки та влаштування об'ємної георешітки з посівом трав на лівому березі, де схил більш пологіший (рис. 6).

У результаті проведення інженерного захисту берегову смугу можливо використовувати як рекреаційну зону для відпочинку населення.

Висновки

У результаті аналізу зсувних процесів на території України виявлено, що поширення та розвиток зсувів має тенденцію до зростання, площі зсувонебезпечних зон за останні 30 років збільшилися у 2–5 разів.

У Харківській області зафіксовано 1615 зсувів загальною площею 40,3 км², з них два, площею 0,09 км², є активними. У м. Харкові зсувонебезпечні території розташовані переважно на берегах річок Лопань, Харків та схилах ярів Олексіївська балка, Чуніхін Яр тощо.

Як проектна пропозиція запропоновано проведення інженерного захисту берегової смуги уздовж р. Немишля в місті Харкові.

References

1. Zakhyst vid nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv, shkidlyvykh ekspluatatsiinykh vplyviv, vid pozhezhi. Zakhyst vid nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv. Osnovni polo-zhennia proektuvannia : DBN V.1.1-24:2009. – Chynnyi vid 2011-01-01. – Kyiv : Minre-hionbud Ukrainy, 2010. – 108 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).
2. Zakhyst vid nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv. Inzhenernyi zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennia : DBN V.1.1-3-97. – Chynnyi vid 01.07.97 r. – Kyiv : Derzhbud Ukrainy, 1998. – 47 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).
3. Kuzmenko E.D., Kryzhanivskiy Ye.I., Karpenko O.M., Zhuravel O.M. Dov-hostrokoviy prohnaz zsuivnoi aktyvnosti na terytorii pravoberezhzhia Kyivskoho vodoshkovyshcha. Heodynamika, 2012. № 1(12)/2012. S. 93–102.
4. Kuzmenko E.D., Kryzhanivskiy Ye. I., Karpenko O.M., Zhuravel O.M. Pro-hnoz rozvytku zsuivnykh protsesiv yak faktor zabezpechennia nadiinosti ekspluatatsii truboprovodiv. Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch, 2005. № 4(17). S. 24–35.
5. Kasiianchuk D.V. Statystychnyi analiz faktoriv pryrodnoi ta tekhnohennoi skladovoi rozvytku zsuiv. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriia: Heolohiia – Heohrafiia – Ekolohiia, 2014. № 1128, Vyp. 41. S. 139–148.
6. Claudio Margottini, Paolo Canuti, Kyoji Sassa (2013), Landslide Science and Practice. Volume 1 : Landslide Inventory and Susceptibility and Hazard Zoning. – New York – London: Springer International Publishing. 615 p.
7. Matjaž Mikoš, Binod Tiwari, Yueping Yin, Kyoji Sassa (2017), Advancing Culture of Living with Landslides. Volume 2 : Advances and Landslide Science. New York : Springer International Publishing. 1193 p.
8. Kyoji Sassa, Hiroshi Fukuoka, Fawu Wang, Gonghui Wang (2007), Progress in Landslide Science. Germany, Berlin : Springer Berlin Heidelberg New York. 375 p.
9. Agarwal, D.K., Krishna, A.P., Joshi, V., Kumar, K. and Palni, L.M.S. [Eds.] (1997), Perspectives of mountain Risk Engineering in the Himalayan region. Gyanodaya Prakashan, Nainital, p. 244.
10. Analitychnyi ohliad stanu tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini za 2018 rik [Tekst] / Derzhavna sluzhba Ukrainy z nadzvychaynykh sytuatsii, Ministerstvo

ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy, Natsionalna akademiia nauk Ukrainy. – Kyiv, 2018. – 278 s.

11. Generalnyi plan mista Kharkova [Elektronnyi resurs]. – URL : <http://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova.html>

12. Lynnyk I. E. Inzhenerna pidhotovka terytorii naselenykh mist: navch. posi-bnyk. Kharkiv : KhNAMH, 2004. 337 s.

Список використаної літератури

1.Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування : ДБН В.1.1-24:2009. – Чинний від 2011-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 108 с. (Державні будівельні норми України).

2.Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-3-97. – Чинний від 01.07.97 р. – Київ : Держбуд України, 1998. – 47 с. (Державні будівельні норми України).

3.Кузьменко Е.Д., Крижанівський Є.І., Карпенко О.М., Журавель О.М. Довгостроковий прогноз зсувної активності на території правобережжя Київського водосховища. *Геодинаміка*, 2012. № 1(12)/2012. С. 93–102.

4.Кузьменко Е.Д., Крижанівський Є. І., Карпенко О.М., Журавель О.М. Прогноз розвитку зсувних процесів як фактор забезпечення надійності експлуатації трубопроводів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*, 2005. № 4(17). С. 24–35.

5.Касянчук Д.В. Статистичний аналіз факторів природної та техногенної складової розвитку зсувів. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія: Геологія – Географія – Екологія, 2014. № 1128, Вип. 41. С. 139–148.

6.Claudio Margottini, Paolo Canuti, Kyoji Sassa (2013), Landslide Science and Practice. Volume 1 : Landslide Inventory and Susceptibility and Hazard Zoning. – New York – London: Springer International Publishing. 615 p.

7.Matjaž Mikoš, Binod Tiwari, Yueping Yin, Kyoji Sassa (2017), Advancing Culture of Living with Landslides. Volume 2 : Advances and Landslide Science. New York : Springer International Publishing. 1193 p.

8.Kyoji Sassa, Hiroshi Fukuoka, Fawu Wang, Gonghui Wang (2007), Progress in Landslide Science. Germany, Berlin : Springer Berlin Heidelberg New York. 375 p.

9.Agarwal, D.K., Krishna, A.P., Joshi, V., Kumar, K. and Palni, L.M.S. [Eds.] (1997), Perspectives of mountain Risk Engineering in the Himalayan region. Gyanodaya Prakashan, Nainital, p. 244.

10. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік [Текст] / Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Міністерство екології та природних ресурсів України, Національна академія наук України. – Київ, 2018. – 278 с.

11. Генеральний план міста Харкова [Електронний ресурс]. – URL : <http://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova.html>

12. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць: навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2004. 337 с.

**ПАРКОВКИ ТА СТОЯНКИ В СИСТЕМІ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ
ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В М. РІВНЕ**

**PARKING IN THE MULTIFLOOR RESIDENTIAL BUILDING
SYSTEM IN THE CITY RIVNE**

**Ліпнянін В.А., к.т.н., доц., Стичук В.А., магістр, (Національний
університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)**

**Lipyanin V.A. Ph.D., Associate Professor, Stychuk V.A., master
degree, (National University of Water Management and Natural Resources,
Rivne)**

***Анотація.** Досліджено можливість влаштування системи парковок та
стоянок для автомобільного транспорту у житлових зонах з багатоповерховою
забудовою в м. Рівне.*

***Summary.** Currently, one of the most pressing problems of cities is congestion with
cars, the number of which is increasing every year. Parking space shortage puts forward
the challenge of a comprehensive parking management solution.*

*So, the main problems with the organization of permanent storage of vehicles are:
the lack of space for the organization of permanent storage of vehicles, especially in the
areas of the central planning zone; predominance in the structure of places of permanent
storage of motor transport garages-boxes and open parking lots, which determines the
low efficiency of use of territories; insufficient availability of permanent storage of
vehicles. According to regulatory documents in residential areas should provide storage
of all residents cars and temporary storage of cars (not less than 15% of the estimated
fleet of cars belonging to residents of the area) so-called "guest parking" for visitors,
taking into account the predicted level of automation on settlement period of master plan.*

*In residential areas with a new multi-story buildings, the priority type of garages
for the permanent storage of individual cars should include separately located multi-
story aboveground, underground and combined aboveground-underground, built-in,
including mechanized garages. It is allowed devising garages built into the first, and
basement floors of multi-story residential buildings, as well as open car parks with their
subsequent rearrangement in the garage. In terms of residential buildings of up to five
floors, it is advisable to provide for permanent storage of cars in low-rise, individually
located aboveground, underground and aboveground-underground, including
mechanized (automated) garages of the simplest types, as well as in open parking lots.
The article conducted a deep analysis and made the necessary calculations for territories
with multistorey residential buildings in order to determine the required number of cars
for their orderly storage, which meets the modern regulatory requirements.*

***Ключові слова:** житлова забудова, машиномісця, парковки, стоянки.*

***Keywords:** housing development, parking spaces, parking lots, parking lots.*

Вступ. У наш час серед основних містобудівних проблем міст України істотне місце займає ряд питань, які безпосередньо пов'язані з постійним зберіганням транспортних засобів. Сьогодні стрімко зростає рівень автомобілізації, тому проблема відведення території під паркувальні місця та стоянки набуває особливо великого значення. Наявність і зручність паркувальних місць часто являє собою вирішальний критерій у використанні автомобілів у межах міста.

На сьогодні для кожного об'єкту будівництва так чи інакше вирішується питання розміщення паркувальних місць для їх відвідувачів.

У житлових районах з багатоповерховою забудовою зберігання автотранспорту здебільшого залишається невирішеним.

Аналіз відомих досліджень. Цій актуальній темі було присвячено наукові та методичні роботи Богацького Г.Ф. [1], Осетріна М.М. [2], Дьоміна М.М. [3], Рейцена Є.О. [4], Щеглова В.А. [5] Ткачука О.А., Стародуб І.В. [6].

Згідно з ДБН Б 2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" у житлових районах, мікрорайонах повинно бути забезпечене зберігання усіх легкових автомобілів мешканців, а також тимчасове зберігання автомобілів (не менше 15% розрахункового парку автомобілів, які належать жителям даного району, мікрорайону), так звані «гостьові стоянки» відвідувачів з урахуванням прогнозованого рівня автомобілізації на розрахунковий період генерального плану.

У житлових районах із новою багатоповерховою забудовою пріоритетним типом гаражів для постійного зберігання індивідуальних легкових автомобілів слід передбачати окремо розташовані багатоповерхові надземні, підземні та комбіновані надземно-підземні, вбудовано-прибудовані, в тому числі і механізовані (автоматизовані), гаражі. Допускається влаштування гаражів, вбудованих в перші, цокольні й підвальні поверхи багатоповерхових житлових будинків, а також відкритих автостоянок із подальшим їх перевлаштуванням у гаражі.

В умовах житлової забудови до п'яти поверхів постійне зберігання легкових автомобілів доцільно передбачати у малоповерхових окремо розташованих наземних, підземних та наземно-підземних, у тому числі й механізованих (автоматизованих) гаражах найпростіших типів, а також на відкритих автостоянках.

При розміщенні об'єктів у межах історичних ареалів найкрупніших, крупних та великих міст, у тому числі при будівництві багатоквартирних житлових будинків, у їх складі рекомендується передбачати влаштування підземних гаражів.

Розміщення боксових гаражів на території житлових кварталів, мікрорайонів багатоквартирної житлової забудови не допускається.

Постановка мети і задач досліджень. У зв'язку з наведеними вимогами необхідно провести детальний аналіз поверховості житлової забудови

та розрахунок необхідної кількості машиномісць, опираючись на існуючу забудову м. Рівне; дослідити можливість оптимального влаштування паркінгів у сельбищних зонах.

Методика досліджень. У житлових районах з багатоповерховою забудовою пріоритетним типом гаражів для постійного зберігання є багатоповерхові надземні, підземні паркінги з радіусом обслуговування 700 м, в умовах реконструкції – 1000 м. Згідно цього основного критерію, м. Рівне було умовно поділено на ділянки для влаштування паркомісць і стоянок з радіусом обслуговування 700 метрів, де переважає багатоповерхова забудова. Сельбищні зони з одноповерховою садибною забудовою до уваги не брали, так як на таких ділянках можливе влаштування індивідуальних гаражів.

З метою отримання кількості машиномісць для територій з багатоповерховою забудовою був проведений аналіз існуючої забудови з врахуванням перспективи автомобілізації.

Згідно поділу на ділянки, було виділено 11 територій з радіусом обслуговування 700 м (рис. 1) з багатоквартирною забудовою і був проведений розрахунок кількості машиномісць для кожної конкретної території.

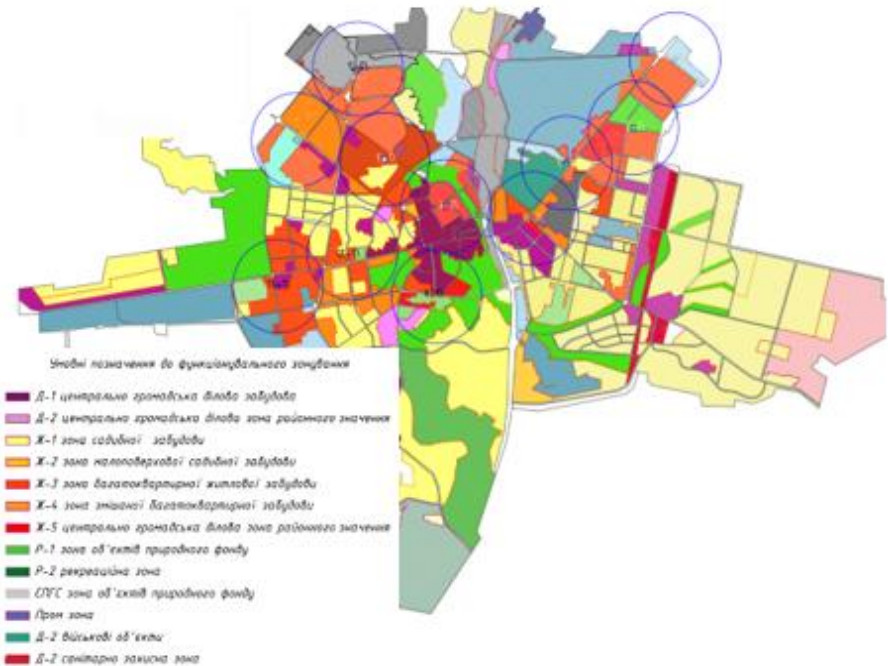


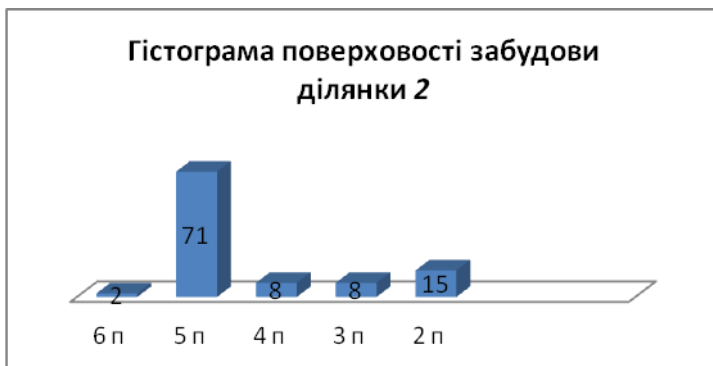
Рис. 1. Схема розміщення ділянок радіусом обслуговування 700 м у м. Рівне

Ділянка № 1. Ділянка характерна значною кількістю 5-поверхових цегляних будинків серії 1-511 (за типовим плануванням кожна секція має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні), також 9-ти поверховими панельними будинками серії 87-021, двома 14-ти поверховими будинками серії 124-87-10.



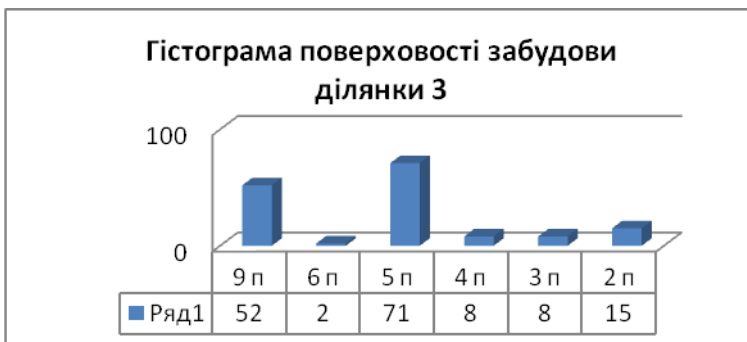
Для ділянки №1 необхідно: $1715 + 724 + 168 + 56 + 6 + 32 + 315 = 3016$ машиномісць. Враховуючи коеф. 0,8 для серединної частини міста: $3016 \times 0,8 = 2412$ машиномісць.

Ділянка № 2. Ділянка характерна мікрорайонною забудовою панельних будинків від 7 до 10 поверхів П-серії (за типовим плануванням секція має в середньому 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатних і більше квартири)., невеликою кількістю 5-6 поверхових цегляних будинків серії серії 1-511 (за типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні), також двома 2 поверховими будинками.



Для ділянки №2 необхідно: $560+3465+144+98+210+8=4485$ машиномісць. Враховуючи коеф. 0,8 для середньої частини міста: $4485 \times 0,8 = 3588$ машиномісць.

Ділянка № 3. Ділянка характерна змішаною забудовою мікрорайонною забудовою панельних будинків від 9-10 поверхів П-серії (за типовим плануванням секція має в середньому 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири), невеликою кількістю 5-ти поверхових цегляних будинків серії 1-511 (за типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні).



Для ділянки №3 необхідно: $3644+1085+248+80+252=5309$ машиномісць. Враховуючи коеф. 0,8: $5309 \times 0,8 = 4237$ машиномісць.

Ділянка № 4. На ділянці розміщується історична частина міста, здебільшого з малоповерховою забудовою 5-ти поверховими цегляними будинками серії Серії 1-511. За типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше.



Для 2-х поверхових будинків необхідно: $12+72 = 105$ машиномісць.

Для ділянки №4 необхідно: $1607+1523+42+112+84+105=3473$ машиномісць. Враховуємо коеф. 0,8 для середньої частини міста: $3473 \times 0,8 = 2779$ машиномісць.

Ділянка № 5. На ділянці розміщується мікрорайонна забудова з 5 цегляних та 9 секційних панельних будинків.

За типовим плануванням дані будинки мають 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири.



Для 5-ти поверхових будинків необхідно: $123+735$ місць = 858 машиномісць.

Для ділянки №5 необхідно: $1607+858= 2465$ машиномісць.

Враховуємо коеф. 0,8: $2465 \times 0,8 = 1972$ машиномісць.

Ділянка № 6. На ділянці розміщується мікрорайонна забудова з 5 цегляних та 9 секційних панельних будинків.

За типовим плануванням дані будинки мають 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири.

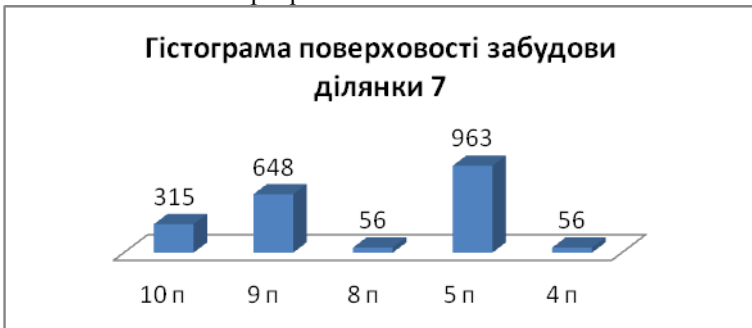


Для ділянки №6 необхідно: $2142+123= 2265$ машиномісць.

Враховуємо коеф. 0,8 як для середньої частини: $2265 \times 0,8 = 1812$ машиномісць.

Ділянка № 7. На ділянці розміщується малоповерхова забудова – здебільшого 5-ти поверховими цегляними будинками серії Серії 1-511.

За типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири.



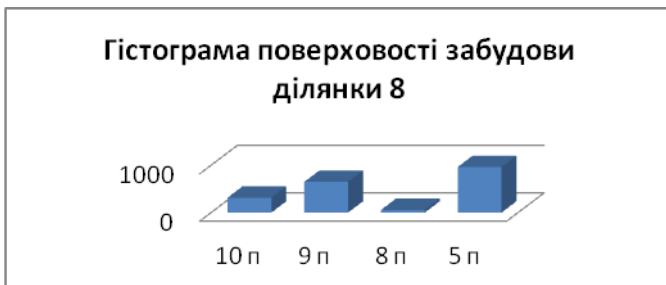
Для 2-х поверхових будинків необхідно: $3+18=21$ машиномісце.

Для ділянки №7 необхідно: $1607+88+56+84+84+21=1940$ машиномісць.

Враховуємо коеф. 0,8 для серединної частини міста: $1940 \times 0,8 = 1552$ машиномісця.

Ділянка № 8. На ділянці розміщується частина міста здебільшого з малоповерховою забудовою – здебільшого 3-х поверховими цегляними будинками.

За типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири.



Для 2-х поверхових будинків необхідно: $3+18=21$ машиномісце.

Для ділянки №8 необхідно: $31+175+56+399+21=682$ машиномісць.

Враховуємо коеф. 0,8 для серединної частини міста: $682 \times 0,8 = 545,6$ машиномісць.

Ділянка № 9. На ділянці розміщується малоповерхова забудова, здебільшого трьох поверховими цегляними будинками.

За типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири.



Для ділянки №9 необхідно: $72+756+56+963+56+242+126=2271$ машиномісць. Враховуємо коеф. 1 для центральної частини міста: $2271 \times 1 = 2271$ машиномісць.

Ділянка № 10. На ділянці розміщуються здебільшого малоповерхова забудова, здебільшого 3-х поверховими цегляними будинками.

За типовим плануванням даний будинок має 1 однокімнатну квартиру та 3 двокімнатні і більше квартири.

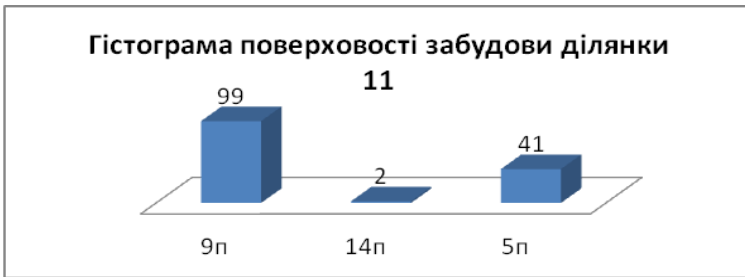


Для 4-х поверхових будинків необхідно: $168+48=216$ машиномісць.

Для ділянки №10 необхідно: $1796+1488+216=3500$ машиномісць.

Враховуємо коеф. 0.8: $3500 \times 0,8 = 2800$ машиномісць.

Ділянка № 11. На ділянці розміщується здебільшого багатоповерхова забудова, здебільшого 9 панельними та 5 цегляними секційними будинками, також двома 14 поверховими будинками.



Для 3 поверхових будинків необхідно $4+27=31$ машиномісце.

Для ділянки № 11 необхідно: $31+717+2835+252=3835$ машиномісць.

Враховуємо коеф.0,8: $3835 \times 0,8 = 3068$ машиномісць.

Результати досліджень. За результатами досліджень було встановлено, що для забезпечення потреби в машиномісцях для жителів, які проживають на досліджуваних територіях, необхідно влаштувати додатково стоянки та парковки на 27792 машиномісця.

Висновки. Ситуація, яка склалась, повинна бути змінена та виправлена шляхом реалізації основних положень, що ґрунтуються на аналізі світового досвіду організації місць для зберігання автотранспорту:

- у багатьох країнах поширені перехоплюючі парковки та стоянки. Вони розташовуються на периферії міст, поруч зі станціями метро, на в'їздах до міста для того, щоб вранці і вдень залишати автомобіль в надійному, охоронюваному місці і пересуватись далі містом у громадському транспорті. Вночі перехоплюючі парковки та стоянки використовується для зберігання автотранспорту мешканців, які проживають на прилеглий території. В англійських країнах цьому поняттю відповідає термін "Park and ride" - "припаркуйся та їдь далі" - і позначається спеціальним знаком "P+R";

- мережу гаражів необхідно розширити відповідно до вимог ДБН Б 2.2-12:2019 за рахунок проведення поступової реконструкції існуючих одноповерхових гаражів із надбудовою над ними 3-5-поверхових механізованих (автоматизованих) гаражів;

- існуючі автомобільні парковки та стоянки реконструювати з будівництвом підземних-наземних паркінгів, що дозволить у декілька разів збільшити місткість паркувальних площ;

- при реконструкції території житлової забудови проектувати та будувати внутрішньоквартальні та дворові підземні та напівпідземні гаражі-стоянки під житловими будинками, дворовими територіями, проїздами, враховуючи особливості прокладання інженерних мереж та організації дворових територій;

- заборонити використання території житлової забудови для паркування автомобілів відвідувачами громадських закладів, магазинів,

офісів, що знаходяться поряд із житловою забудовою шляхом встановлення відповідних забороняючих знаків;

- здійснювати регулярний контроль за дотриманням громадянами порядку у використанні дворових територій для зберігання та паркування особистого автотранспорту.

References

1. Bogatsky G.F. Issues of parking of motor vehicles in the complex transport scheme of the city. // Transport and communication routes in cities / Materials republic. scientific-technical Conf. - Alma-Ata, 1971, p.157-160.
2. Osetrin N.N. Choosing a parking system in the city. // Urban planning. Rep. inter. scientific and technical Sat Issue 25.-Kiev: Budivelnik, 1978, S.80-83 (Kiev Scientific Research Institute of Urban Development and Urban Development).
3. Demin N.M. Problems of humanization of the urban environment // Ann. Publishing House of the Moscow Branch of the International Academy of Architecture, 2004, S.24-27.
4. State building codes of Ukraine: Transport structures. Parking lots and garages for cars. DBN B.2.3-15: 2007. - Kyiv, 2007. - 38s.
5. Scheglov V.A. Car parking in urban centers. - M.: City economy of Moscow, 1970. - 209 p.
6. O.A. Tkachuk, I.V. Starodub. Organization of the system of parking and parking in the residential development of the city of Rivne // Urban planning and territorial planning. Issue 37, - Kyiv: KNUBA, 2010, no., P. 489... 498.
7. DBN B.2.2-12: 2019. Territory planning and development. - K: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine, 2019. - 177 p.

Список використаної літератури

1. Богацкий Г.Ф. Вопросы паркирования легкового автотранспорта в комплексной транспортной схеме города. // Транспорт и пути сообщения в городах / Материалы республ. научн.-техн. конф. - Алма-Ата, 1971, С.157- 160.
2. Осетрин Н.Н. Выбор системы автостоянок в городе. // Градостроительство. Респ. межвед. науч.-техн. сб. Вып.25.-Киев: Будівельник, 1978, С.80-83 (КиевНИИГрадостр-ва).
3. Демин Н.М. Проблемы гуманизации городской среды // Ежегодн. изд-е Московского отделения Международной Академии архитектуры, 2004, С.24-27.
4. Державні будівельні норми України : Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. ДБН В.2.3-15:2007. - Київ,2007. - 38с.
5. Щеглов В.А. Автомобильные стоянки в городских центрах. – М.: Городское хозяйство Москвы, 1970. – 209 с.
6. О.А. Ткачук, І.В.Стародуб. Організація системи парковок та стоянок в житловій забудові міста Рівного// Містобудування та територіальне планування. Випуск 37, – Київ: КНУБА, 2010, №., с. 489...498.
7. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с.

**КЛАСИФІКАЦІЯ ЛІСОВКРИТИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА
МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИМИ ДАНИМИ**

**CLASSIFICATION OF FORESTED AREAS
BY MULTISPECTRAL DATA**

**Мельник О.В., к.т.н., доц., Манько П.В., аспірант
(Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки,
м. Луцьк)**

**Melnyk O.V. Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Manko P.V.,
Postgraduate Student (Lesya Ukrainka Eastern European National
University, Luts'k)**

***Анотація.** В статті досліджено питання поєднання сучасних відкритих геоінформаційних систем та даних дистанційного зондування Землі в задачах лісовпорядкування. На основі існуючих планів лісонасаджень розроблено класифікатори лісових порід дослідного об'єкта з урахуванням вікових груп та без їх урахування. Здійснено контрольовану класифікацію дослідних об'єктів та проведено оцінку точності отриманих результатів. Встановлено, що точність визначення окремих класів на основі запропонованої методики є тотожною.*

***Summary.** The question of the combination of modern open geoinformation systems and remote sensing data of the Earth in the problems of forest management is investigated in the article. The purpose of this work is to develop a methodology for obtaining and prompt processing of high quality multispectral remote sensing data for mapping and monitoring of forest environments. The multispectral data of the remote sensing of the earth indicate that the waves of the visible and near infrared bands have a great perspective in solving the classification of forests. Accurate identification of forest types is essential for sustainable forest management and planning, for estimating timber reserves and for modeling species and habitat distribution. The object of the study was a fragment of the forest massif within the Osiv and Verbichan forests, located in the Turiysky district of Volyn region, whose area is 65.61 km². On the basis of existing afforestation plans, classifiers of the forest species of the study site were developed, taking into account age groups and without taking them into account. In this paper, we used the method of increasing the area to form training samples. Image classification was performed using the maximum likelihood algorithm, which calculates the probability distribution for the classes according to the Bayesian theorem, estimating the pixel belonging to the land cover class. The most common method of estimating accuracy is to calculate an error matrix that compares the image data obtained with the control data for the corresponding number of classification units. According to the results of the accuracy assessment, the coefficient κ for the classifications according to the training sample, taking into account the age groups and without them, is 90.3% and 91.4%, respectively.*

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, космічний знімок, моніторинг лісів, контрольована класифікація, еталон, метод максимальної вірогідності, метод нарощування області, метод окреслення полігонів.

Keywords: remote sensing, space shot, monitoring of forests, controlled classification, standard, method of maximum probability, method of field enhancement, method of defining polygons.

Постановка проблеми. Класифікація лісових масивів потрібна для вирішення широкого кола екологічних питань, пов'язаних з визначенням лісових класів та/або процесів сукцесії [8], міри заліснення та вирубок лісів [6,10], глобальних екологічних змін [12] тощо. Всі ці галузі застосування вимагають дуже точного картографічного відображення та моніторингу типів лісу, що до цих пір було обмежено спектральною, просторовою та досить низькою роздільною здатністю даних, що доступні з відкритих джерел (наприклад, Landsat, MODIS).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередні дослідження, що використовують мультиспектральні дані ДЗЗ, вказують на те, що хвилі видимого та близького до інфрачервоного діапазонів мають велику перспективу у вирішенні питання класифікації лісів [7,9,14]

Як альтернатива супутниковому дистанційному зондуванню, безпілотні літальні апарати останнім часом отримують все ширше застосування для отримання докладних даних в масштабі окремих лісових господарств, але їх широкомасштабне застосування все ще знаходиться на експериментальній стадії [3]. Точне визначення типів лісу також має важливе значення для сталого ведення та планування лісового господарства [2], для оцінки запасів деревини та моделювання розподілу видів та ареалів [5].

Мета та завдання досліджень: Площі лісових угідь Волинської області 696 тис. га, з них 62% – ліси державного значення, 37,5% – ліси сільськогосподарських підприємств, 0,5% ліси інших користувачів. За господарським значенням ліси поділяють на 2 групи: захисні ліси – 23% державного фонду (ліси біля доріг, річок, національні парки), експлуатаційні – 77% державного фонду.

Сучасний рівень лісистості Волині 34,6%. Найбільша концентрація в Маневиському (65% його території), Камінь–Каширському (41%). Найбільш поширеними є хвойні породи – 60% лісів, м'яколистяні (береза, осика) – 24%, твердолистяні – 16%. Лісові ресурси області становлять 16,2% сумарного ПРП і в 4 рази перевищують загально-державний показник.

Місія Sentinel-2 (S2), яка розпочалася у червні 2015 року [15], має великий потенціал для точної класифікації та моніторингу типів лісів у великих масштабах [1]. Навіть якщо S2 не має гіперспектрального датчика, це було спеціально задумано для цілей ведення зондування та пропонує інноваційні функції для дослідження навколишнього середовища [7]. S2

може поєднувати високу просторову роздільну здатність, широке покриття та швидкий час перегляду (близько 5 днів), що дає безпрецедентні можливості для чіткого розрізнення класів наземних покриттів. S2 має багатоспектральний сенсор з 13 смугами, від 0,443 до 2,190 мкм. Мультиспектральні дані у видимому та NIR діапазонах, що доступні в 10 м просторовій роздільній здатності як найкраще придатні для застосування в розпізнаванні рослинних покривів. Також доступні чотири сегменти червоного спектру з роздільною здатністю 20 м на піксель, які підходять для аналізу вмісту хлорофілу та для параметризації еколого-фізіологічних великомасштабних моделей. Незважаючи на свій потенціал, в деяких дослідженнях було оцінено здатність S2 в картографуванні лісів і моніторингу [7]. Використовували фактичні дані S2 для картографування лісів, проте вони використовували "сирі" дані без радіометричної та геометричної корекції, що перешкоджає порівнянню з іншими наборами даних. Дійсно, некореговані дані часто демонстрували артефакти, які обмежують узгодженість інформації, доступної від S2 [7, 13].

Метою даної роботи є розробка методики отримання та оперативної обробки високоякісних даних багатоспектрального дистанційного зондування для картографування та моніторингу лісових середовищ.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження було обрано фрагмент лісового масиву в межах Осівського та Вербичанського лісництв, що знаходяться на території Турійського району Волинської області, площа якого становить 65,61 км²

Методика дослідження. Дані Sentinel-2 містять 13 спектральних смуг з просторовим дозволом 10, 20 і 60 м при 12-бітній радіометричній роздільній здатності. Для подальшого аналізу ми зосередилися лише на діапазонах 10 і 20 м. Три зони просторової розбивки на 60 м не використовувалися в цьому дослідженні, оскільки вони в першу чергу стосуються корекції атмосфери. У цій роботі було використано дані Sentinel 2A, що були завантажені з ресурсу Sentinel Hub (<https://apps.sentinel-hub.com>) рівня 1C станом на 30 серпня 2017 року, код продукту "Sentinel 2A L1C_T35ULS_A011430_20170830T093331".

Для знімків було здійснено атмосферну корекцію та ресамплінг з роздільною здатністю 10 м в середовищі QGIS з використанням розширення Semi-Automatic Classification Plugin [16]. В подальшому отримані знімки було обрізано по області інтересу.

Існуючі плани лісонасаджень для дослідної території слугували як основа для вибору ділянок із характерними видами деревної рослинності, які в подальшому використовувались для створення навчальних вибірок для контрольованої класифікації. На основі знімка супутника Sentinel 2A та плану лісонасаджень масштабу 1:25000 станом на 2012 рік обирались виділи із основними елементами лісу одного виду. Перевага у виборі надавалась виділам із зімкнутими кронами лісових культур. У роботі

використано метод нарощування області для формування навчальних вибірок [17]. Вибір "тренувальних" ділянок проводився в каналах знімку 8-4-2 з довжинами хвиль 0.842 μm , 0.665 μm та 0.490 μm відповідно та роздільною здатністю 10 м.

Початковим завданням було створення класифікатора, що відповідає легенді плану лісонасаджень основних елементів лісу без урахування груп віку. Відповідність видів лісової рослинності та кольорів створених макрокласів представлена в табл. 1.

Таблиця 1.

Відповідність макрокласів і кольорів класифікатора без урахування груп віку

Клас	Колір
Сосна, модрина	
Ялина, ялиця	
Дуб високоствобурний, червоний	
Бук, явір	
Граб, ільмові	
Береза	
Вільха чорна	
Осика, вільха сіра	

Іншим завданням була спроба оцінки лісових культур досліджуваного лісового господарства з урахуванням груп віку. За аналогічною методикою та на основі створених макрокласів лісової рослинності було розроблено класифікатор, що включає в себе поділ на вікові групи. Відповідність вікових груп рослинності та кольорів класифікатора представлена в табл. 2.

Таблиця.2

Відповідність класів і кольорів класифікатора з урахуванням груп віку

Клас	Вікова група	Колір	Клас	Вікова група	Колір
Сосна, модрина	молодняк		Береза	молодняк	
	середньовікові			середньовікові	
	пристигаючі			пристигаючі	
	стиглі та перестиглі			стиглі та перестиглі	
Ялина, ялиця	молодняк		Вільха чорна	молодняк	
	середньовікові			середньовікові	
	пристигаючі			пристигаючі	
	стиглі та перестиглі			стиглі та перестиглі	
Дуб високоствобурний, дуб черв.	молодняк		Осика, вільха сіра	середньовікові	
	пристигаючі			пристигаючі	
	стиглі та перестиглі			стиглі та перестиглі	
Граб, ільмові	молодняк		Граб, ільмові	пристигаючі	
	середньовікові			стиглі та перестиглі	

Для даних класифікаторів було визначено спектральні сигнатури по кожному з класів. Графічно результати представлені на рис. 1. та рис. 2 відповідно.

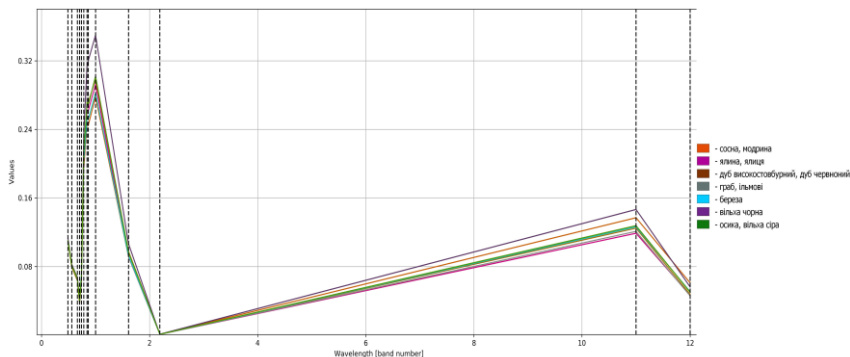


Рис. 1. Графік спектральних сигнатур класифікатора без урахування груп віку.

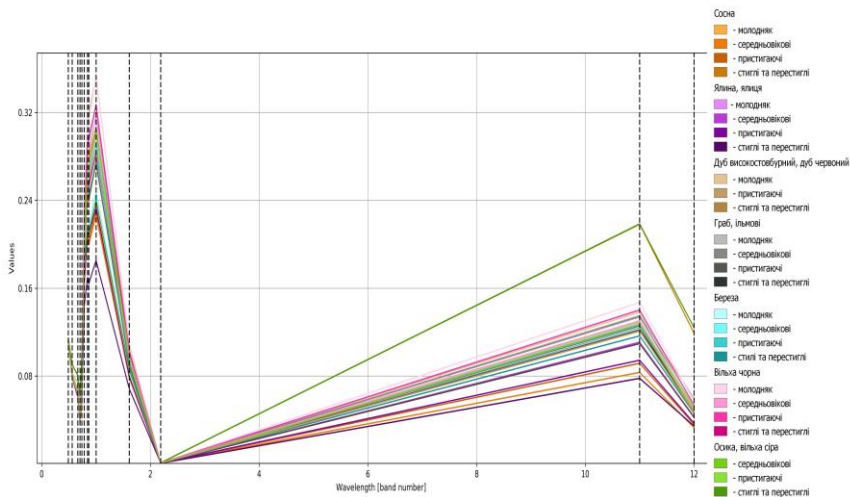


Рис. 2. Графік спектральних сигнатур класифікатора з урахуванням груп віку.

Розподіл ймовірностей для класів вважається формою багатоваріантних нормальних моделей [11]. Для виконання даного алгоритму необхідна достатня кількість пікселів для розрахунку матриці коваріації. Функція дискримінанта, розраховується для кожного пікселя як:

$$g_k(x) = \ln p(C_k) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (x - y_k)^t \Sigma_k^{-1} (x - y_k) \quad (1)$$

де, C_k - тип наземного покриву k ; x - спектральна сигнатура вектору сигналу пікселя зображення; $p(C_k)$ - вірогідність того, що C_k правильний клас; $|\Sigma_k|$ - визначник коваріаційної матриці даних у класі C_k ; Σ_k^{-1} - обернена коваріаційна матриця; y_k - спектральна сигнатура вектору k .

Тому:

$$x \notin C_k \Leftrightarrow g_k(x) > g_j(x) \forall k \neq j, \quad (2)$$

$$\text{де, } x_1 \notin g_a(x), x_2 \notin g_a(x).$$

Враховуючи порогове значення для функції дискримінанта для виключення з класифікації пікселів нижче T_i , стан класифікації стає таким:

$$x \notin C_k \Leftrightarrow g_k(x) > g_j(x) \forall k \neq j, \quad (3)$$

$$\text{де, } g_k(x) > T_i.$$

Класифікація за алгоритмом максимальної вірогідності є однією з найбільш поширених контрольованих класифікацій, однак процес класифікації може бути повільнішим порівняно з методом мінімальних відстаней [4].

Результати дослідження. Результатом процесу класифікації є растрове зображення, в якому відповідні ідентифікатори класів співставленні з окремими пікселями вихідного зображення і відображаються в обраній користувачем кольоровій гамі. На основі запропонованої методики та створених навчальних вибірок було виконано контрольовану класифікацію фрагменту території лісового масиву в межах Осівського та Вербичанського лісництв в середовищі QGIS з використанням розширення Semi-Automatic Classification Plugin. Графічно результати контрольованої класифікації за алгоритмом максимальної вірогідності з використанням навчальної вибірки за методом нарощування області представлено на рис. 3 та 4 відповідно.

Найпоширенішим методом оцінки точності є розрахунок матриці похибок, у якій порівнюються дані отриманого зображення з контрольними даними для відповідної кількості класифікаційних одиниць. Відповідно, на основі отриманої матриці похибок розраховується загальна точність класифікації, як відношення вірно класифікованих елементів до загальної кількості елементів вибірки.

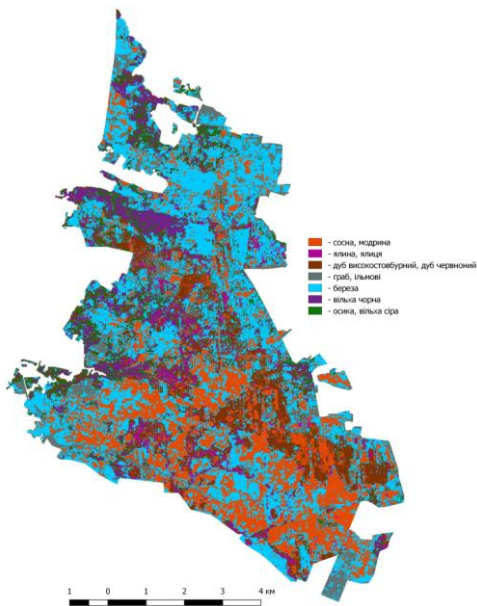


Рис. 3. Результат класифікації без урахування вікових груп лісів.

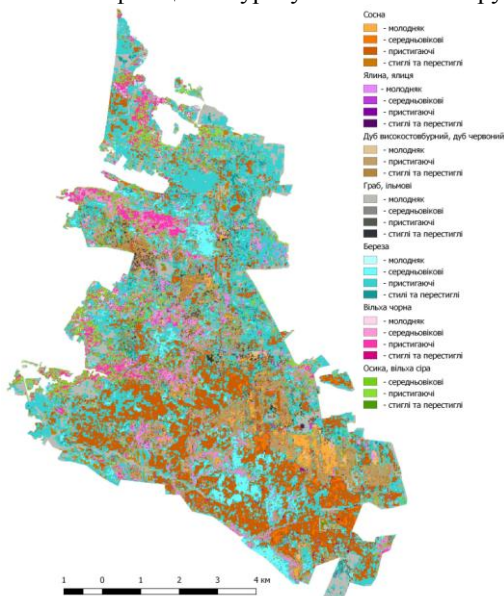


Рис. 4. Результат класифікації з урахуванням вікових груп лісів.

Відповідні матриці похибок класифікації наведених вище методик представлені в табл. 3 та табл. 4.

Таблиця 3.

Матриця похибок класифікації без урахування вікових груп лісів.

№	1	2	3	4	5	6	7	Total
1	1609	2	79	2	1	0	1	1694
2	10	317	0	2	1	6	2	338
3	67	4	775	2	2	1	8	861
4	36	5	15	429	7	2	5	499
5	4	0	1	5	1196	2	8	1265
6	3	0	1	0	7	604	7	625
7	5	1	17	0	10	8	384	426
Total	1734	329	888	440	1224	625	417	5712

Таблиця 4.

Матриця похибок класифікації з урахуванням вікових груп лісів.

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total
1	1051	0	0	0	0	2	0	0	0	0	79	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1135
2	0	209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209
3	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243
4	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
5	10	0	0	0	173	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	4	2	0	1	1	0	194
6	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
7	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
8	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
9	2	0	0	0	0	0	0	0	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145
10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	143	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	164
11	62	0	0	0	4	0	0	0	0	2	473	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	3	0	552
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	104	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	119
13	19	0	0	0	5	0	0	0	2	0	4	0	120	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	5	0	158
14	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	499
18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	1	435	8	0	0	2	0	2	6	0	495
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	157	0	0	0	0	0	0	0	211
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	38
21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	374	2	0	0	0	0	0	378
22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	140	2	5	2	0	168
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41
24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8	0	154	36	0	206
25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	150	176
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	44
Total	1176	209	243	106	183	57	45	44	145	147	596	109	127	127	77	58	504	497	165	40	387	155	43	167	206	44	5712

Згідно результатів проведеної оцінки точності встановлено, що коефіцієнт k для класифікацій за навчальною вибіркою з урахуванням вікових груп та без їх урахування становить 90.3 % та 91.4% відповідно.

Висновки. Сучасні відкриті дані дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності дозволяють у повній мірі вдосконалити методику таксації лісових масивів, зокрема визначення переважаючих порід. Створені класифікатори, в основу яких були покладені існуючі плани лісонасаджень, дозволяють вирішувати широке коло завдань, пов'язаних із визначенням лісових класів та/або суцесійних процесів, міри заліснення та вирубок лісів. На основі результатів проведеної оцінки точності можна стверджувати, що результати класифікації лісових масивів тотожні як з урахуванням вікового складу, так і без.

Отримані результати можуть, в певній мірі, слугувати доповненням до архівних картографічних матеріалів при проведенні лісотаксаційних робіт, або оновленні існуючих матеріалів. Важливим невирішеним питанням є

точність визначення окремих класифікаційних вибірок для порід, що у відсотковому складі становлять мізерно малу частку у лісовому масиві.

References

1. Laurin G.V. Optical and SAR sensor synergies for forest and land cover mapping in a tropical site in West Africa / Laurin G.V., Liesenberg V., Chen, Q., Guerriero, L. Del Frate, F., Bartolini, A., Coomes D., Wilebore, B., Lindsell, J., Valentini, R. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2013. Vol. 21. P. 7-16. DOI: 10.1016/j.jag.2012.08.002
2. Hirose K. Contribution of Hyperspectral Applications to Tropical Peatland Ecosystem Monitoring / Hirose K., Osaki, M., Takeda, T., Kashimura O., Ohki, T., Segah H., Gao Y., Evri M// Tropical Peatland Ecosystems. 2016. ISBN 978-4-431-55681-7
3. Omruuzun F. Utilizing hyperspectral remote sensing imagery for afforestation planning of partially covered areas / Omruuzun F., Baskurt D.O., Daglayan H., Cetin Y.Y. // In SPIE Remote Sensing (pp. 96432N-96432N). International Society for Optics and Photonics. 2015. DOI:10.1117/12.2196532
4. Trumbore S. Forest health and global change / Trumbore S., Brando P., Hartmann H. // Science. 2015. Vol 349. P. 814-818. DOI: 10.1126/science.aac6759
5. Immitzer M. First experience with sentinel-2 data for crop and tree species classifications in Central Europe / Immitzer M., Vuolo F., Atzberger C. // Remote Sensing. 2016. Vol. 8, Issue 3. P. 166. DOI: 10.3390/rs8030166
6. Moore, M.M. Classification of forest vegetation in North-Central Minnesota using Landsat multispectral scanner and thematic mapper data / Moore, M.M., Bauer, M.E. // Forest Science. 1990. Vol. 36. Issue 2. P. 330–342.
7. Waser, L.T. Evaluating the potential of WorldView-2 data to classify tree species and different levels of ash mortality/ Waser, L.T., Küchler, M., Jütte, K., Stampfer, T. //Remote Sensing. 2014. Vol.6. Issue 5. P. 4515–4545. DOI: 10.3390/rs6054515
8. Chianucci F. Estimation of canopy attributes in beech forests using true colour digital images from a small fixed-wing UAV / Chianucci F., Disperati L., Guzzi D., Bianchini D., Nardino V., Lastri C., Rindinella A., Corona P. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2016. Vol. 47. P.60-68. DOI: 10.1016/j.jag.2015.12.005
9. Barbati A. European forest types and forest Europe SFM indicators: tools for monitoring progress on forest biodiversity conservation / Barbati A., Marchetti M., Chirici G., Corona P. // Forest Ecology and Management. 2014. Vol 321. P. 145-157. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.07.004
10. Foody G. M. Predictive relations of tropical forest biomass from Landsat TM data and their transferability between regions / Foody G. M., Boyd D. S., Cutler M. E. // Remote sensing of environment. 2003. Vol. 85, Issue 4. P. 463-474. DOI: 10.1016/S0034-4257(03)00039-7
11. ESA Sentinel online. URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (date of appeal: 05.09.2018)
12. Baillarin S.J. Sentinel-2 level 1 products and image processing performances / Baillarin S.J., Meygret A., Dechoz C., Petrucci B., Lacherade S., Tremas T., Isola C.,

Martimort P. Spoto F. // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. 2012. P. 7003-7006. DOI: 10.1109/IGARSS.2012.6351959

13. Vaiopoulos A.D., Karantzalos K. Pansharpening on the Narrow Vnir and SWIR Spectral Bands of SENTINEL-2 // ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016. P. 723-730. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B7-723-2016

14. QGIS. A Free and Open Source Geographic Information System // QGIS. URL: <http://www.qgis.org/> (date of appeal: 04.09.2019).

15. Melnyk O. Classification of Volyn woodlands according to many spectral satellite images / Melnyk O., Manko P. // Scientific Journal «ScienceRise» №9(50)2018

16. Richards, J. A. and Jia, X. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction: monography / res. editor Richards, J. A. Berlin: Springer 2006. 438 p. DOI 10.1007/3-540-29711-1

17. Congedo L. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation // ResearchGate. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>

Список використаної літератури

1.Laurin G.V. Optical and SAR sensor synergies for forest and land cover mapping in a tropical site in West Africa / Laurin G.V., Liesenberg V., Chen, Q., Guerriero, L. Del Frate, F., Bartolini, A., Coomes D., Wilebore, B., Lindsell, J., Valentini, R. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2013. Vol. 21. P. 7-16. DOI: 10.1016/j.jag.2012.08.002

2.Hirose K. Contribution of Hyperspectral Applications to Tropical Peatland Ecosystem Monitoring / Hirose K., Osaki, M., Takeda, T., Kashimura O., Ohki, T., Segah H., Gao Y., Evri M// Tropical Peatland Ecosystems. 2016. ISBN 978-4-431-55681-7

3.Omruuzun F. Utilizing hyperspectral remote sensing imagery for afforestation planning of partially covered areas / Omruuzun F., Baskurt D.O., Daglayan H., Cetin Y.Y. // In SPIE Remote Sensing (pp. 96432N-96432N). International Society for Optics and Photonics. 2015. DOI:10.1117/12.2196532

4.Trumbore S. Forest health and global change / Trumbore S., Brando P., Hartmann H. // Science. 2015. Vol 349. P. 814-818. DOI: 10.1126/science.aac6759

5.Immitzer M. First experience with sentinel-2 data for crop and tree species classifications in Central Europe / Immitzer M., Vuolo F., Atzberger C. // Remote Sensing. 2016. Vol. 8, Issue 3. P. 166. DOI: 10.3390/rs8030166

6.Moore, M.M. Classification of forest vegetation in North-Central Minnesota using Landsat multispectral scanner and thematic mapper data / Moore, M.M., Bauer, M.E. // Forest Science. 1990. Vol. 36. Issue 2. P. 330–342.

7.Waser, L.T. Evaluating the potential of WorldView-2 data to classify tree species and different levels of ash mortality/ Waser, L.T., Küchler, M., Jütte, K., Stampfer, T. //Remote Sensing. 2014. Vol.6. Issue 5. P. 4515–4545. DOI: 10.3390/rs6054515

8.Chianucci F. Estimation of canopy attributes in beech forests using true colour digital images from a small fixed-wing UAV / Chianucci F., Disperati L., Guzzi D., Bianchini D., Nardino V., Lastri C., Rindinella A., Corona P. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2016. Vol. 47. P.60-68. DOI: 10.1016/j.jag.2015.12.005

9. Barbati A. European forest types and forest Europe SFM indicators: tools for monitoring progress on forest biodiversity conservation / Barbati A., Marchetti M., Chirici G., Corona P. // *Forest Ecology and Management*. 2014. Vol 321. P. 145-157. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.07.004
10. Foody G. M. Predictive relations of tropical forest biomass from Landsat TM data and their transferability between regions / Foody G. M., Boyd D. S., Cutler M. E. // *Remote sensing of environment*. 2003. Vol. 85, Issue 4. P. 463-474. DOI: 10.1016/S0034-4257(03)00039-7
11. ESA Sentinel online. URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (дата звернення: 05.09.2018)
12. Baillarin S.J. Sentinel-2 level 1 products and image processing performances / Baillarin S.J., Meygret A., Dechoz C., Petrucci B., Lacherade S., Tremas T., Isola C., Martimort P. Spoto F. // *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. 2012. P. 7003-7006. DOI: 10.1109/IGARSS.2012.6351959
13. Vaiopoulos A.D., Karantzas K. Pansharpening on the Narrow Vnir and SWIR Spectral Bands of SENTINEL-2 // *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2016. P. 723-730. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B7-723-2016
14. QGIS. A Free and Open Source Geographic Information System // QGIS. URL: <http://www.qgis.org/> (дата звернення: 04.09.2018).
15. Мельник О. В. Класифікація лісових масивів Волині за даним багато спектральних супутникових знімків / О. В. Мельник, П. В. Манько. // *Scientific Journal «ScienceRise»*. – 2018. – №9
16. Richards, J. A. and Jia, X. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction: monography* / res. editor Richards, J. A. Berlin: Springer 2006. 438 p. DOI: 10.1007/3-540-29711-1
17. Congedo L. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation* // ResearchGate. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИЗ ОБЫЧНОГО И ЛЕГКОГО БЕТОНОВ ПРИ УСИЛЕНИИ
НАБЕТОНКОЙ В УСЛОВИЯХ СТАТИЧЕСКОГО
МАЛОЦИКЛОВОГО НАГРУЖЕНИЯ**

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ ЗІ ЗВИЧАЙНОГО І ЛЕГКОГО БЕТОНІВ ПРИ
ПОСИЛЕННІ НАБЕТОНКОЮ В УМОВАХ СТАТИЧНОГО
МАЛОЦИКЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

**CALCULATION FEATURES FOR FLEXURAL REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES STRENGTHED USING NORMAL AND
LIGHTWEIGHT CONCRETE UNDER LOW-
CYCLE LOADING CONDITIONS**

**Москалькова Ю.Г., к. т. н., доц. (Белорусско-Российский
университет, г. Могилев, Республика Беларусь)**

**Moskalkova Yu. G., PhD, associate professor (Belarusian-Russian
University, Mogilev, Republic of Belarus)**

***Аннотация.** В представленной статье приведены новые зависимости для определения уровней нагрузок, соответствующих образованию микротрещин и формированию макротрещин. В расчет введен параметр, который позволяет охарактеризовать способность бетона сопротивляться действию статических малоцикловых нагрузок. Предлагаемая методика расчета гармонизирована с положениями Eurocode 2. Предложено описание трансформированной диаграммы деформирования при малоцикловом нагружении, отражающей влияние малоцикловых нагрузок на прочностные и деформативные свойства бетона.*

***Анотація.** У представленій статті наведені нові залежності для визначення рівнів навантажень, що відповідають утворенню мікротріщин і формуванню макротріщин. У розрахунок введено параметр, який дозволяє характеризувати можливість бетону протидіяти статичним мало цикловим навантаженням. . Запропонована методика розрахунку узгоджена з положеннями Eurocode 2. Запропоновано опис трансформованої діаграми деформування бетону при малоцикловому навантаженні, що відображає вплив мало циклових навантажень на міцнісні та деформаційні властивості бетону.*

***Summary.** Reconstruction of old buildings and structures is relevant in connection with the great physical and moral deterioration of their building structures. The consideration of low-cycle loading is relevant for public and industrial buildings, where the level of load on load-bearing building structures does not remain constant over time.*

From literary sources it is known that loading with a number of cycles up to $2 \cdot 10^6$ refers to low-cycle loading.

This article presents new dependences are given for determining the load levels corresponding to the microcracks and macrocracks formation. The proposed formulas can be applied to concretes of various classes in terms of compressive strength, as well as for concrete of various types with their corresponding modification.

The parameter k_{cr} was introduced into the calculation, which allows us to characterize the ability of concrete to resist the action of static low-cycle loads: the higher the coefficient k_{cr} , the less the effect of static low-cycle loading on the strength and deformation characteristics of concrete. The proposed calculation procedure is harmonized with the provisions of Eurocode 2.

According to the results of empirical studies the coefficient $k_{c,p}$ for claydite concrete was introduced for the first time. The one establishes the effect of the density of claydite concrete on the crack formation limits values.

A description of the transformed strain diagram under low-cycle loading is proposed. The transformed strain diagram takes into account the effect of low-cycle loads on the strength and deformation properties of concrete.

In the case of calculating the strengthened bending elements the negative effect of low-cycle loading on the compressed zone concrete strength in stage before strengthening can be taken into account.

Ключевые слова: изгибаемый элемент, железобетон, малоцикловое нагружение, пределы микротрещинообразования, трансформированная диаграмма

Ключові слова: елемент, що згинається, залізобетон, малоциклове навантаження, межі мікротріщиноутворення, трансформована діаграма.

Keywords: flexible element, reinforced concrete, low-cycle loading, microcracking limits, transformed diagram.

Постановка проблемы и критический обзор литературных источников

Реконструкция зданий и сооружений старой застройки актуальна в связи с их физическим и моральным износом. В случае необходимости усиления изгибаемых железобетонных элементов часто применяемым методом является усиление набетонкой в сжатой зоне, поскольку это способ прост в технологическом исполнении и не требует больших трудовых и финансовых затрат. Возможность применения данного способа обоснована также тем фактом, что колонны и стены реконструируемых зданий имеют, как правило, значительный запас по несущей способности и могут воспринять дополнительную нагрузку [1–4].

Учет действия малоциклового нагружения актуален для общественных и промышленных зданий, где уровень нагрузки на несущие строительные конструкции не остается постоянным во времени. К малоцикловым относятся нагрузки, вызывающие в элементе ступенчатое изменение во времени усилий, включая полную разгрузку, в том числе возникновение знакопеременных напряжений. Такая нагрузка считается

статической, однако длительность каждой фазы цикла исчисляется в сутках, что достаточно для ощутимого влияния на работу бетона и железобетонной конструкции в целом. В частности, малоциковыми считаются нагружения с числом циклов до $2 \cdot 10^6$ [5].

Одним из параметров, характеризующим работу бетона под нагрузкой, является формирование микро- и макротрещин. Важно с достаточной достоверностью определить верхнюю границу микротрещинообразования (т. н. критическую границу), т. к. при превышении этой границы образуются макротрещины и начинается необратимый процесс разрушения даже при сохранении текущего уровня нагрузки (третья стадия напряженно-деформированного состояния). Для несущих конструкций достижение критической границы приводит не только к исчерпанию несущей способности, но влечет изменение некоторых других параметров. Например, в [6] доказано, что при превышении верхнего предела образования микротрещин стойкость бетона к воздействию хлоридов резко уменьшается, но практически не изменяется при уровне нагружения, близком к критической границе, но не превышающем ее.

Однако в настоящее время расчетными методиками не учтено влияние малоциковых нагрузок на работу усиленных набетонкой изгибаемых элементов.

Цель и задачи исследования

Целью проводимых исследований является усовершенствование методики расчета изгибаемых железобетонных конструкций, усиленных набетонкой в сжатой зоне, с учетом действия статических малоциковых нагрузок.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проведены испытания опытных образцов в виде цилиндров, призм и кубов для определения прочностных и деформативных характеристик исследуемых видов бетона (традиционный бетон на плотных заполнителях, керамзитобетон);
- выведены эмпирические зависимости для определения пределов микротрещинообразования для исследованных видов бетона;
- проведены испытания опытных образцов в виде балок, усиленных набетонкой в сжатой зоне, при статическом однократном и малоциковом нагружениях;
- установлено влияние режима нагружения на несущую способность балок, учтено влияние малоцикового нагружения в предыстории работы конструкции (до усиления);
- получены трансформированные диаграммы деформирования бетона (обычного бетона, сталефибробетона, керамзитобетона), отражающие изменение прочностных и деформативных характеристик бетона при статических малоциковых нагрузках различных уровней;

– на основе трансформированных диаграмм усовершенствована модель расчета изгибаемых железобетонных элементов, усиленных набетонкой в сжатой зоне, при малоцикловом нагружении.

Основные научные результаты

Эмпирически установлено, что между относительными значениями нижнего (η_{crc}^0) и верхнего (η_{crc}^v) пределов микротрещинообразования существует линейная зависимость. Отношение значения уровня нагрузки, соответствующего образованию микротрещин (η_{crc}^0), к значению уровня нагрузки, соответствующего формированию макротрещин (η_{crc}^v), является величиной постоянной и не зависит от вида бетона и его класса по прочности на сжатие [7]:

$$\eta_{\text{crc}}^0 / \eta_{\text{crc}}^v = \text{const.} \quad (1)$$

Величина отношения $\eta_{\text{crc}}^0 / \eta_{\text{crc}}^v$ для исследованных видов бетона может быть принята [8]:

- 0,67 – для обычного бетона;
- 0,70 – для сталефибробетона (с применением фибры «Vulkan Harex»);
- 0,73 – для бетона на основе отходов литейно-металлургических производств (ОМП-бетона).

На основании величины $\eta_{\text{crc}}^0 / \eta_{\text{crc}}^v$ впервые введен эмпирический коэффициент k_{crc} , учитывающий вид бетона и плотность заполнителей:

$$k_{\text{crc}} = k_{\text{c,p}} \cdot \frac{\eta_{\text{crc}}^0}{\eta_{\text{crc}}^v}, \quad (2)$$

где $k_{\text{c,p}}$ – коэффициент, учитывающий плотность бетона:

- для бетонов на плотных заполнителях $k_{\text{c1}} = 1$;
- для керамзитобетона на основе проведенных экспериментальных исследований выведена формула для расчета коэффициента k_{c1} в зависимости от параметра ($\rho/2200$) [9]:

$$k_{\text{c,p}} = 2,075 - 1,1 \cdot \frac{\rho}{2200}, \quad (3)$$

где ρ – расчетная плотность легкого бетона, принимаемая по классу плотности [9, таблица 11.1], в кг/м^3 .

Для определения относительных значений пределов микротрещинообразования предложены следующие эмпирические зависимости:

$$\eta_{\text{crc}}^0 = \frac{f_{\text{crc}}^0}{f_{\text{cm}}} = 0,33 k_{\text{crc}} \ln \frac{f_{\text{cm}}}{f_{\text{cm},0}} - 0,15; \quad (5)$$

$$\eta_{\text{кр}}^v = \frac{f_{\text{кр}}^v}{f_{\text{см}}} = 0,33k_{\text{кр}} \ln \frac{f_{\text{см}}}{f_{\text{см},0}} + 0,1, \quad (6)$$

где $f_{\text{см}}$ – средняя прочность бетона, МПа;

$f_{\text{см},0}$ – единичное значение средней прочности бетона, $f_{\text{см},0} = 1$ МПа.

Отличие предлагаемых формул от традиционно применяемых [10] заключается в использовании для расчета натурального логарифма вместо десятичного и введение эмпирического коэффициента $k_{\text{кр}}$, учитывающего вид бетона. Это делает формулы универсальными и применимыми для бетона разных видов и классов.

Коэффициент $k_{\text{кр}}$ может служить критерием малоцикловой приспособляемости бетона: чем выше значение данного коэффициента, тем меньшее влияние оказывает действие статической малоцикловой нагрузки.

Для учета изменения прочностных и деформативных характеристик бетона при действии малоцикловой нагрузки предложено использовать полную трансформированную диаграмму деформирования бетона [11], на основании которой можно производить расчет сопротивления сечений, нормальных к продольной оси железобетонного изгибаемого элемента (без усиления или усиленного).

Трансформирование диаграммы основано на уточнении значений ее параметрических точек (рисунок 1).

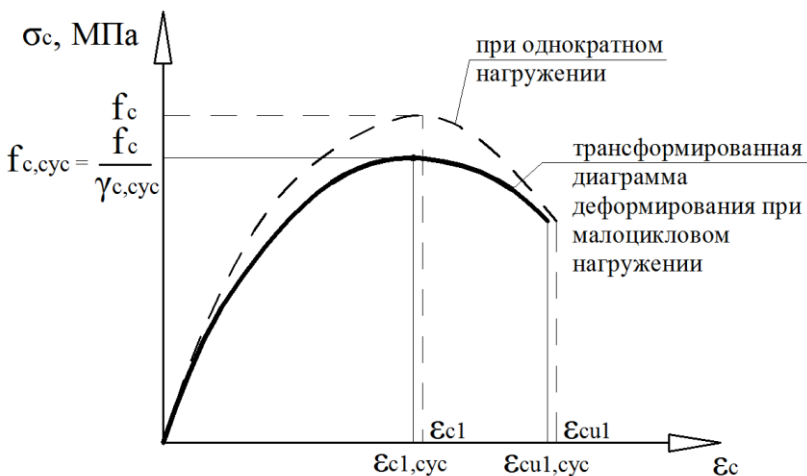


Рис. 1. Трансформированная диаграмма деформирования бетона при малоцикловом нагружении

Корректировки параметрических точек диаграммы (f_c , ε_{c1} , ε_{cu}) производится путем введения частных эмпирических коэффициентов.

Частный коэффициент $\gamma_{c,cyc}$, учитывающий изменение прочности бетона, определяется исходя из расчетных значений верхнего предела микротрещинообразования и прогнозируемого верхнего уровня нагружения η_{top} (при $\eta_{top} < 1,0$):

$$\gamma_{c,cyc} = \frac{1}{0,97\sqrt{\eta_{trc}^v} - 0,3\ln\eta_{top}}. \quad (7)$$

Тогда малоцикловая прочность бетона:

$$f_{c,cyc} = \frac{f_c}{\gamma_{c,cyc}}. \quad (8)$$

Относительные деформации $\varepsilon_{c1,cyc}$, соответствующие пиковой точке трансформированной диаграммы деформирования, определяются по расчетному значению малоциклового прочности бетона согласно методике [9]:

$$\varepsilon_{c1,cyc} = 0,7f_{c,cyc}^{0,31} \leq 2,8\% . \quad (7)$$

Предельные деформаций бетона при малоцикловом нагружении $\varepsilon_{cu,cyc}$ предложено определять следующим образом:

$$\varepsilon_{cu,cyc} = \left(1 + \frac{20}{f_{c,cyc}}\right) \cdot \varepsilon_{c1,cyc} \leq 3,5\%_{oo}. \quad (8)$$

В формулах (7) и (8) $f_{c,cyc}$ – в МПа.

Среднее значение секущего модуля деформаций бетона при малоцикловом нагружении $E_{cm,cyc}$ (в ГПа) зависит от верхнего уровня нагружения η_{top1} , имевшего место на начальном этапе нагружения (на 1–3 циклах), и малоциклового прочности бетона $f_{c,cyc}$ (в МПа):

$$E_{cm,cyc} = \frac{55f_{c,cyc}}{19 + \eta_{top1}f_{c,cyc}}. \quad (9)$$

Таким образом, трансформированная диаграмма деформирования бетона описывается уравнением, приведенным в действующих ТНПА:

$$\frac{\sigma_{c,cyc}}{f_{c,cyc}} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k - 2)\eta}, \quad (7)$$

где

$$k = 1,05E_{cm,cyc} \frac{|\varepsilon_{c1,cyc}|}{f_{c,cyc}}. \quad (11)$$

Несущая способность железобетонных изгибаемых элементов, усиленных набетонкой, зависит от предыстории нагружения (режима нагружения до усиления).

При расчете сопротивления сечений, нормальных к продольной оси железобетонного элемента, усиленного набетонкой, предыстория нагружения учитывается уточнением прочностных характеристик бетона усиливаемого образца в зависимости от режима предварительного нагружения:

$$f'_{c, \text{cyc}} = \frac{f'_c}{\gamma_{c, \text{cyc}}}, \quad (12)$$

где f'_c – сопротивление бетона усиливаемой конструкции до усиления (согласно результатам инструментального обследования или проектным данным);

$f'_{c, \text{cyc}}$ – сопротивление бетона усиливаемой конструкции до усиления с учетом влияния малоциклового нагружения.

Если усиление производится под нагрузкой, необходимо учитывать тот факт, что при проценте армирования, близком к проценту армирования большинства используемых на практике плит покрытий и перекрытий, нагрузка, действующая на конструкцию к моменту усиления, практически не влияет на несущую способность усиленной конструкции [12]. Однако в некоторых случаях при усилении под нагрузкой ее необходимо учитывать. К моменту усиления конструкция находится в определенном напряженно-деформированном состоянии, и в бетоне сжатой зоны имеют место начальные напряжения σ_{c0} , определяемые из условия равновесия внешних и внутренних усилий (эпюра в сжатой зоне принимается в виде треугольника):

$$\sigma_{c0} = \frac{M_{Ed0}}{A_{st} \alpha_m \left(d - \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_m A_{st}}{b} \right)}. \quad (13)$$

Выводы

1. В результате исследования предложены новые зависимости для определения уровней нагрузок, соответствующих образованию микротрещин и формированию макротрещин. Предложенные формулы могут быть применены для бетонов различных классов по прочности на сжатие, а также для бетонов разных видов при соответствующей их модификации.

2 Коэффициент k_{cr} может использоваться для характеристики малоцикловой приспособляемости бетона: чем выше значение коэффициента k_{cr} , тем выше малоцикловая приспособляемость (т. е. менее существенно влияние малоциклового нагружения на прочность и деформативность бетона).

2. Для керамзитобетона по результатам эмпирических исследований впервые введен коэффициент $k_{c,p}$, устанавливающий влияние плотности керамзитобетона на величины пределов трещинообразования.

3. Трансформированная диаграмма деформирования позволяет учитывать влияние малоциклового нагружения на прочностные и деформативные свойства бетона.

4. Расчет на основе трансформированных диаграмм деформирования может быть произведен по любой расчетной модели согласно предпочтениям проектировщика. В случае расчета изгибаемых элементов, усиленных методом набетонки, может быть учтено негативное влияние малоциклового нагружения на прочность бетона сжатой зоны в процессе эксплуатации до усиления.

5. Предлагаемая методика расчета гармонизирована с положениями Eurocode 2.

References

1. Rekonstrukciya i obnovenie slozhivshejsya zastrojki goroda / Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov. Pod obshch. red. P. G. Grabovogo, V. A. Haritonova. – M.: Izd-va «ASV» i «Realproekt», 2006. – 623 s., s ill.

2. Afanas'ev, A. A. Rekonstrukciya zhilyh zdaniy. CHast' I. Tekhnologii vosstanovleniya ekspluatacionnoj nadezhnosti zhilyh zdaniy / A. A. Afanas'ev, E. P. Matveev. – Moskva: OAO «СРР», 2008. – 234 s.

3. Kustikova, YU. O. Priemy rekonstrukcii sohranyaemogo zhilogo fonda / YU. O. Kustikova, A. S. Matushkina // Vestnik MGSU. – T. 12, vyp. 10 (109). – 2017. – S. 1090–1095.

4. CHazova, O. L. Problema snosa zhil'ya pervyh massovyh serij pri kompleksnoj rekonstrukcii zhiloy zastrojki / O. L. CHazova // Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'. – № 4. – 2015. – S. 95–97.

5. Babich Є. M. Betonni ta zalizobetonni elementi v umovah malociklovih navantazhen': monografiya / Є. M. Babich, YU. O. Krus'. – Rivne : Vid-vo RDTU, 1999. – 119 s.

6. Lim, C. C. Microcracking and chloride permeability of concrete under uniaxial compression / C. C. Lim, N. Gowripalan, V. Sirivivatnanon / Cement and Concrete Composites. – Vol. 22, Issue 5. – 2000. – Pp. 353–360.

7. Semenyuk, S. D. Prochnost' i deformativnost' izгибаемых zhelezobetonnyh elementov, usilennyh narashchivaniem szhatoy zony, pri staticheskom i malociklovom nagruzheniyah: monografiya / S. D. Semenyuk, YU. G. Moskal'kova. – Mogilev: Belarus.-Ros. un-t, 2017. – 274 s.

8. Semenyuk, S. D. Svravnenie raznyh metodik opredeleniya granic mikrotreshchinoobrazovaniya / S. D. Semenyuk, YU. G. Moskal'kova // Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. Construction of Unique Buildings and Structures. – Sankt-Peterburg, 2018. – № 7 (70). – S. 22–30.

9. Evrokod 2. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij. CH. 1-1. Obshchie pravila i pravila dlya zdaniy: TKP EN 1992-1-1-2009. – Vved. 01.01.10. – Minsk: Minstrojarkhitektury RB, 2015. – 206 s.

10. Berg O. YA. Fizicheskie osnovy teorii prochnosti betona i zhelezobetona / O. YA. Berg. – М.: Gosstroizdat, 1962. – 96 s.
11. Tur V. V. Prochnost' i deformacii betona v raschetah konstrukcij: monogr. / V. V. Tur, N. A. Rak. – Brest: Izd. BrGTU, 2003. – 252 s.
12. Kremneva E. G. Prochnost' normal'nyh sechenij izgibaemyh zhelezobetonnyh elementov, usilennyh namonolichivaniem pod nagruzkoy: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.01 / E. G. Kremneva; CNIIpromzdaniy. – М., 1996. – 22 s.

Список использованной литературы

1. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города / Учебное пособие для студентов вузов. Под общ. ред. П. Г. Грабового, В. А. Харитонов. – М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект», 2006. – 623 с., с илл.
2. Афанасьев, А. А. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев. – Москва: ОАО «ЦПП», 2008. – 234 с.
3. Кустикова, Ю. О. Приемы реконструкции сохраняемого жилого фонда / Ю. О. Кустикова, А. С. Матушкина // Вестник МГСУ. – Т. 12, вып. 10 (109). – 2017. – С. 1090–1095.
4. Чазова, О. Л. Проблема сноса жилья первых массовых серий при комплексной реконструкции жилой застройки / О. Л. Чазова // Таврический научный обозреватель. – № 4. – 2015. – С. 95–97.
5. Бабич Є. М. Бетонні та залізобетонні елементи в умовах малоциклових навантажень: монографія / Є. М. Бабич, Ю. О. Крусь. – Рівне: Вид-во РДТУ, 1999. – 119 с.
6. Lim, C. C. Microcracking and chloride permeability of concrete under uniaxial compression / C. C. Lim, N. Gowripalan, V. Sirivivatnanon / Cement and Concrete Composites. – Vol. 22, Issue 5. – 2000. – Pp. 353–360.
7. Семенюк, С. Д. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны, при статическом и малоцикловом нагружении: монография / С. Д. Семенюк, Ю. Г. Москалькова. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2017. – 274 с.
8. Семенюк, С. Д. Сравнение разных методик определения границ микротрещинообразования / С. Д. Семенюк, Ю. Г. Москалькова // Строительство уникальных зданий и сооружений. Construction of Unique Buildings and Structures. – Санкт-Петербург, 2018. – № 7 (70). – С. 22–30.
9. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Ч. 1-1. Общие правила и правила для зданий: ТКП EN 1992-1-1-2009. – Введ. 01.01.10. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2015. – 206 с.
10. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона / О. Я. Берг. – М.: Госстройиздат, 1962. – 96 с.
11. Тур В. В. Прочность и деформации бетона в расчетах конструкций: моногр. / В. В. Тур, Н. А. Рак. – Брест: Изд. БрГТУ, 2003. – 252 с.
12. Кремнева Е. Г. Прочность нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов, усиленных намоноличиванием под нагрузкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Е. Г. Кремнева; ЦНИИПромзданий. – М., 1996. – 22 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ УРБАНІСТИЧНОГО ВПЛИВУ НА
ТЕРИТОРІЮ СМТ. ОЛИКА**

**URBAN INFLUENCE RESEARCH ON THE TERRITORY OF
OLYKA VILLAGE**

Парфентьева І. О. к.т.н., доц., **Мельник Ю.А.**, к.т.н., доц., **Гурик М.Ю.**, магістр, **Яйченя В.П.**, магістр, **Ляшук С.В.**, студент 4 курсу (Львівський національний технічний університет)

Parfenteva I.O., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, **Melnyk Yu.A.**, Ph.D. in Engineering, Associate, **Huryk M.Yu.**, MSc, **Yaichenia. V. P.**, MSc, **Liashuk S.V.**, 4th year student, (Lutsk National Technical University)

***Анотація.** Проведено аналіз урбаністичного впливу на містобудівну діяльність. Розглянуто перспективи розвитку українських міст та сіл, вплив історичної спадщини, на формування розвитку поселення на прикладі, смт. Олика.*

***Summary.** This article is about the unique special villages of Olyka. For the first time, Olyka is mentioned in the Ipatiev Chronicle of 1149, and the settlement is located in the Volyn region at the intersection of roads from the cities of Dubno, Rivne and Lutsk. Not in the corner of Olyka's historical monuments - the entrance gates, the castle, the collegium, the town hall. They rise above the hills of the village, showing the great disadvantages. Repeatedly research, cultural and historical heritage of the area has been carried out. At present the settlement is included in the list of historical settlements of Ukraine, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 26, 2001. 878. Olyka is a historically enriched place, a center that combines landmarks of architecture. It is the historical sites that make this place unique and emphasize its uniqueness. The main purpose of this work is the development plan of the village Olyka, which is to promote the historical heritage in combination with modern living conditions, which will attract tourists to this area. A comprehensive analysis of the village of Olyka was carried out, which included schemes on all aspects of activity, existence and life in general; allows you to identify the necessary priorities for the development of the settlement. Creating functional area maps shows a clear separation of existing and required objects. Using functional zoning Olyka villages were identified and analyzed the large number of water resources; possibility of settlement development; a large number of historical monuments; industrial and residential area. Organizing interesting leisure, highlighting the features and values of the village, creating comfortable amenities will emphasize the uniqueness of the village Olyka.*

***Ключові слова:** містобудування, аналіз, урбаністика, дослідження.*

***Keywords:** urban planning, analysis, urbanization process, research.*

Постанова проблеми. Місто чи село, мегаполіс чи невеликий хутір – це живий організм, який постійно потребує модернізації та змін. Для того, щоб зрозуміти, що саме потрібно місту чи селу, необхідно зробити урбаністичний та містобудівний аналіз. В даному випадку це селище міського типу Олика.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Згадка про невелике поселення Олика з'являється ще Іпатіївському літописі під 1149 роком. Селище, що у Волинській області, знаходиться на перетині доріг з міст Дубно, Рівного і Луцька, утворивши своєрідний вузол на шляху з Азії у країни Західної Європи, що у минулому сприяло торговельним відносинам і зростанню його оборонного значення [1].

Протягом чотирьох століть у містечку господарювала династія Радзивілів. Чи не у кожному куточку Олики історичні пам'ятки – в'їзні ворота, замок, костел-колегіата, ратуша. Вони височіють над пагорбами селища, щодня нагадуючи про величне минуле [2].

«Оригінальна кладка, перевірена століттями. Жоден асфальт не зрівняється з цією старовинною технологією. А вібрації під колесами створюють цілу мелодію. Чим не волинський тунель кохання?» – ділиться думками депутат Волинської обласної ради Олександр Омельчук [3].

Неодноразово були проведенні дослідження культурної та історичної спадщини даної території, тут знаходяться і старовинні архітектурні споруди, як оборонного, так і сакрального зодчества, і порослі полином кургани, а історія цього містечка княжої доби оповита таїною давніх переказів і легенд.

На даний час селище внесено до списку історичних населених місць України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. № 878 [4].

Мета статті: аналіз містобудівного стану території, шляхом дослідження генерального плану; створенням детальних схем та виокремленням функціональних зон; розвиток даного поселення шляхом підкреслення особливостей селища, перспективи розвитку в туристичній сфері, шляхом покращення умов життя жителів, на фоні отриманих при містобудівному аналізі досліджень.

Завдання:

- необхідно провести аналіз території даного селища міського типу та дослідити його з позицій формування історико-культурної спадщини, розвитку житлової інфраструктури, торгівельної, промислової;
- розробити план розвитку смт. Олики, як центру історичного та культурного відпочинку;
- запропонувати варіант створення цікавого, пізнавального та комфортного місця відпочинку.

Аналіз існуючого стану. Як правило, містобудівний аналіз починається з виявлення розташування ділянки проектування відносно населеного пункту. Від того, чи розташована ділянка у місті, селищі міського типу, селі або ж взагалі за межами населених пунктів, залежать як нормований її розмір, так і функціональне призначення й склад приміщень об'єкта [2].

Визначення основних характеристик архітектурного об'єкта та планування нового відбувається з узгодженням містобудівної документації, зокрема, з генеральним планом та схемою функціонального зонування та на основі ДБН Б.2.2.-12:2019 «Планування і забудова територій».

За [3] генеральний план є головним містобудівним документом, який визначає використання землі в місті: скільки, де і чого будувати: житла, транспортної інфраструктури, промисловості, послуг, офісів чи рекреаційних зон. Він може містити матеріали, які є державною таємницею і недоступні публічно.

Аналізуючи генеральний план смт. Олика, виділяючи функціональне зонування (рис.1), було виявлено велику кількість руїн, наявність багатьох озер та великої кількості лісів і зелених насаджень.

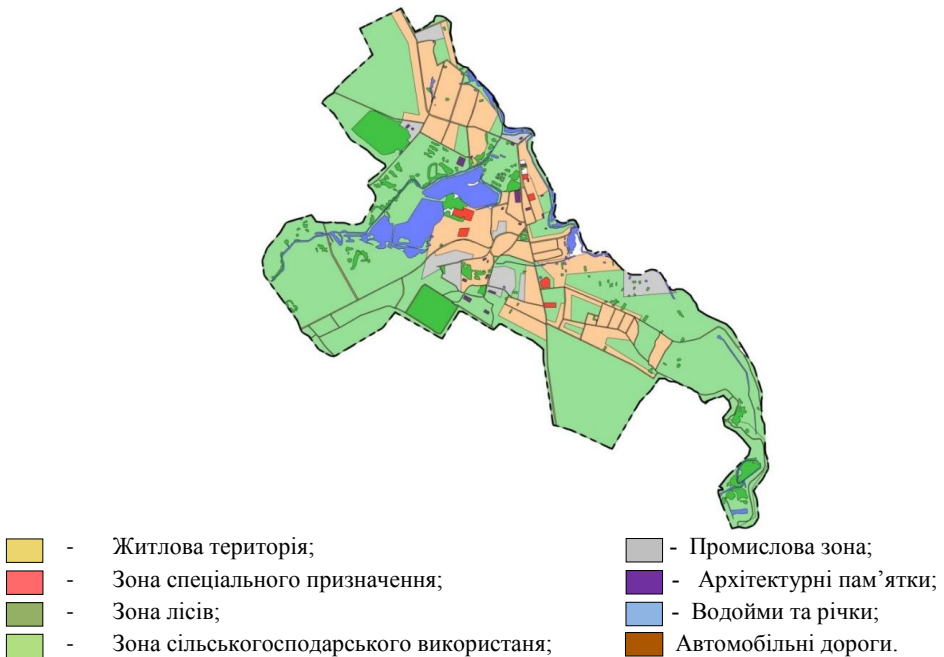


Рис. 1. Функціональне зонування смт. Олика

Від селища Олика до міжнародної автомагістралі E85 (M19) Клайпеда – Каунас – Слонім – Луцьк – Дубно – Тернопіль – Чернівці 35 км. До національної автомобільної дороги Н22 Устилуг – Луцьк – Рівне 6 км. У селищі працює автостанція, через яку автобусами та маршрутними таксі здійснюються перевезення Ківерцівським районом, Волинською областю та Україною. Основні вантажопасажирські перевезення здійснюються через залізничну станцію Олика, відстань до якої 11 км [5].

Забудова ділянки переважно однотипна, багатопверхівки відсутні, максимальна висота забудови – два поверхи. Наявна школа, садочок, будинок культури, міська бібліотека, лікарня.

Олика – історично збагачене місце (рис.2), центр, який об'єднує в собі визначні пам'ятки архітектури. Саме історичні пам'ятки надають особливість цьому місцю та підкреслюють його унікальність.



Рис. 2. План с.Олика

На території знаходиться багато полів, які не використовуються в повному обсязі, хоча існують маленькі підприємства та заводи. З точки зору містобудівної діяльності та урбаністичного аналізу Олика знаходиться на межі руйнації історичної спадщини. Унікальні пам'ятки історії у критичному стані, потребують реставрації або зміни призначення.

Так наприклад, Олицький замок (рис.3) – перший в Україні прямокутний замок постійного типу, використовується як психіатрична лікарня. Тому основним напрямком або ж стратегією для розвитку селища є створення цікавого місця для туристів та комфортного життя для населення.



Рис. 3. Олицький замок з висоти пташиного польоту

Пропозиції. Для підкреслення особливостей та покращення статусу смт. Олика потрібно провести такі дії.

1. Відокремити замок та психіатричну лікарню:
 - на віддаленій території від центру, в тихій зоні створити лікарню для реабілітації пацієнтів з можливістю проживання персоналу.
2. Провести реставрацію всіх можливих пам'яток архітектури:
 - за підтримки місцевої влади та органів самоврядування створити групу, що буде сприяти пошуку спеціалістів, залученню спонсорів та контролю якості.
3. Виокремити зони відпочинку та туристичні маршрути:
 - за наявності великої кількості ставків, створити зони для відпочинку мешканців та гостей селища, шляхом благоустрою прибережної зони (лавки, освітлення, місця для риболовлі);
 - створити туристичні маршрути, карти та цікаві історії селища за допомогою QR-кодів.
4. Модернізація аграрної промисловості:
 - засадження полів для імпорту та внутрішнього споживання;
 - створення ферм.
5. Створення публічних просторів:
 - забезпечення вуличними меблями, спортивними тренажерами, дитячими ігровими елементами; передбачити захист від несприятливих погодних умов: притінені місця у спеку та накриття у дощову погоду;
 - доглянута територія, відповідний дизайн;
 - для залучення відвідувачів використовувати інсталяції - скульптури, проводити фестивалі, ярмарки, роботи відкриті кіноперегляди та майстер класи.

Висновки: Основною ціллю даної роботи є план розвитку селища Олика, який полягає в популяризації історичної спадщини в поєднанні з

сучасними умовами життя, що дозволить залучити туристів до даної території.

Комплексний аналіз, що включає схеми по всіх аспектах діяльності, існування та життя в цілому, дає змогу визначити необхідні пріоритети для розвитку поселення. Створення карт з функціональними зонами показує чітке виокремлення наявних та потрібних об'єктів.

За допомогою функціонального зонування смт. Олика було виявлено та проаналізовано:

- наявність великої кількості водних ресурсів;
- можливість розбудови та розвитку поселення;
- велику кількість історичних пам'яток;
- промислову та житлову зону.

Організація цікавого дозвілля, виокремлення особливостей та цінностей селища, створення комфортного благоустрою підкреслить унікальність смт. Олика.

References

1. "Drymba" — ukrayins'kyu turystychno-kraeyznavchyy portal [Elektronnyi resurs]. – URL : <https://drymba.com/uk/1004864-smt-olyka>;
2. Zakonodavstvo Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-%D0%BF>;
3. Stat'ya «Slidamy dynastii Radzyvilliv, abo koly Olyka stane turystychnym tsentrom?» [Elektronnyi resurs]. – URL : <https://www.hroniky.com/articles/view/144-slidamy-dynastii-radzyvilliv-abo-koly-olyka-stane-turystychnym-tsentrom>;
4. Mistosite – ukrayins'ka urbanistychna platforma [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://mistosite.org.ua/ru/articles/shcho-take-urbanistyka-korotka-istoriia-i-shist-vyznachen>.
5. Parfent'yeva I.O., Osoblyvosti rekonstruktsiyi terytoriyi rynku smt. Olyka v aspekti istoryko-kul'turnoyi spadshchyny /Parfent'yeva I.O., Lyashuk S.V. // materialy III Vseukrayins'koyi naukovy-praktychnoyi internet-konferentsiyi – Syevyerodonets'k: SNU im. V. Dala, 2019.- 55 s.

Список використаної літератури

- 1."Дримба" — український туристично-краєзнавчий портал [Електронний ресурс]. – URL : <https://drymba.com/uk/1004864-smt-olyka>;
- 2 Законodawство України [Електронний ресурс]. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-%D0%BF>;
- 3 Стаття «Слідами династії Радзивіллів, або коли Олика стане туристичним центром?» [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.hroniky.com/articles/view/144-slidamy-dynastii-radzyvilliv-abo-koly-olyka-stane-turystychnym-tsentrom>;
- 4 Mistosite – українська урбаністична платформа [Електронний ресурс]. – URL : <https://mistosite.org.ua/ru/articles/shcho-take-urbanistyka-korotka-istoriia-i-shist-vyznachen>.
- 5 Парфентьева И.О., Особенности реконструкции территории рынка смт. Олика в аспекті історико-культурної спадщини /Парфентьева И.О., Ляшук С.В. // матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції – Северодонецьк: СХУ ім. В. Дала, 2019.- 55 с.

ВПЛИВ ТИСКУ НА КОРЕКТНІСТЬ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

THE INFLUENCE OF PRESSURE ON THE ACCURACY OF THERMAL IMAGING EXAMINATION

Пахолук О.А., к.т.н., доц., Чапюк О.С., к.т.н., доц., Дмитрук О.В.,
магістр (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)

**Pakholiuk O.A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Chapiuk
O.S., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Dmytruk O.V., Master
(Lutsk National Technical University, Lutsk).**

***Анотація.** Обґрунтовано необхідність проведення тепловізійного обстеження будівель, наведено типи дефектів, які можна виявити при такому обстеженні, та умови, за яких проведене обстеження дозволить виявити всі дефекти. Описано вплив на якість дослідження перепадів тиску назовні та всередині будівлі, обладнання, яке даний перепад забезпечує.*

***Summary.** Thermal imaging examination in Ukraine is performed in accordance with DSTU B EN 13187: 2011 "Thermal characteristics of buildings. Qualitative detection of thermal failures in enclosing structures. Infrared method. It is completely identical to the European standard EN 13187: 1998.*

This standard is used to identify the locations of heat failure sites and the location of air filtration areas through enclosure structures.

When conducting surveys, it is necessary to monitor and record information regarding outside air temperature, cloud cover, rainfall and humidity outside the building, along with wind parameters. The orientation of the building to the sides of the world should also be recorded.

To determine the anomaly of the thermal insulation properties of the observed deviations on the obtained thermograms, they are compared with the expected temperature distribution over the surface, determined by the design characteristics of the enclosure structure in the environmental conditions observed during the survey. The expected temperature distribution can be determined using "reference" thermograms, calculations or other studies.

If air filtration can affect the test results, a pressure difference on either side of the enclosure should be created, or the test should be performed under conditions where a pressure difference exists. If the primary purpose of the thermal imaging examination is to determine the air filtration, then the pressure difference must be not less than 5 Pa at the test site. Thermal imaging is performed with less pressure.

When defining air filtration locations, the operator is faced with uncertainty in the distribution of the pressure difference between the inner and outer parts of the structure. Such uncertainty arises from the influence of the following factors: temperature

difference between indoor and outdoor air; building height; effect of wind on the structure; influence of mechanical ventilation.

A qualitative result can be obtained if, during the shooting, the wind is directed directly to the investigated part of the facade, or if excess pressure or dilution in comparison with the ambient pressure is created in the house. This can be implemented with the help of special equipment for determining the breathability of buildings, called the Blower Door Test.

Ключові слова: *тепловізійне обстеження, дефект, тест на повітропроникність.*

Keywords: *thermal imaging examination, defect, Blower Door Test.*

Неоднаковість теплових властивостей елементів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі призводить до зміни температури на поверхні конструкції. На температуру поверхні також впливає потік повітря в будівлі та/або крізь огорожу будівлі. За характером розподілу температури поверхні можна виявляти теплові відмови внаслідок, наприклад, дефектів ізоляції, вмісту вологи та/або фільтрації повітря в елементах зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку.

Термографія будівлі - метод, що відображає та представляє температурний розподіл на ділянці поверхні зовнішньої огорожувальної конструкції будинку [1]. Термографія будівель здійснюється за допомогою тепловізорів.

Тепловізійне обстеження в Україні виконується згідно з ДСТУ Б EN 13187:2011 «Теплові характеристики будівель. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод». Він повністю ідентичний європейському стандарту EN 13187:1998.

Цей стандарт застосовують для виявлення місць розташування ділянок із тепловими відмовами та розташування ділянок фільтрації повітря крізь огорожувальні конструкції.

При проведенні обстежень необхідно контролювати та проводити фіксацію інформації, що стосується температури зовнішнього повітря, хмарності, кількості опадів та вологості з зовнішнього боку будівлі, разом із параметрами вітру. Також слід фіксувати орієнтацію будівлі за сторонами світу.

Тепловізійне обстеження ділянок будинків передбачає:

- визначення розподілу температури по поверхні ділянки огорожувальної конструкції будинку за розподілом дійсної радіаційної температури, яка отримана за допомогою системи для сприйняття інфрачервоного випромінювання;
- визначення, чи розподіл температури поверхні є аномальним, тобто спричиненим, наприклад, дефектами ізоляції, вмістом вологи та/або фільтрації повітря;

- при підтвердженні аномальності розподілу температури поверхні необхідно визначити тип та ступінь дефектів.

Для визначення аномальності теплоізоляційних властивостей за поміченими відхилами на отриманих термограмах їх порівнюють з очікуваним розподілом температури по поверхні, визначеним за запроєктованими характеристиками огорожувальної конструкції в умовах навколишнього середовища, що спостерігалися під час проведення обстеження. Очікуваний розподіл температури може бути визначений за допомогою «еталонних» термограм, розрахунків або інших досліджень [1]. Визначення можна провести за допомогою креслень та інших документів, які характеризують зовнішні огорожувальні конструкції та системи опалення і вентиляції будинку, який обстежується.

У випадку, якщо фільтрація повітря може впливати на результати обстеження, потрібно створювати різницю тиску по обидва боки огорожувальної конструкції, або обстеження проводити в умовах, коли існує різниця тисків. Якщо головною метою тепловізійного обстеження є визначення фільтрації повітря, тоді різниця тисків повинна бути не меншою, ніж 5 Па на місці перевірки. Тепловізійне обстеження виконують з боку меншого тиску.

При обстеженні необхідно визначати вплив вентильованих повітряних прошарків, наприклад, у стінах або джерел теплоти (при наявності), встановлених у будівлю (вбудовані труби, димоходи тощо), які впливають на температуру обстежуваних конструкцій. Джерела теплоти, що впливають на результати обстеження, повинні бути відключені до початку обстеження. Меблі, картини та інші предмети, що можуть впливати на результат, повинні бути усунені, для звільнення обстежуваних ділянок.

Безпосередньо перед початком обстеження потрібно визначити температуру внутрішнього та зовнішнього повітря з абсолютною похибкою ± 1 К. Коли різниця тисків з обох боків конструкції підлягає визначенню, рекомендується виміряти її з похибкою ± 2 Па з підвітряного та навітряного боків кожного поверху. Розглянуті значення мають бути занотовані. Особливо важливо визначити напрям різниці тисків крізь ділянку будівельної конструкції і розташування нейтральної площини, якщо така є.

За допомогою тепловізійного обстеження зазвичай виявляють три види дефектів:

- температурні (теплові);
- вологісні;
- фільтраційні.

Перші два типи дефектів при визначенні вимагають відповідного температурного напору, який, як правило, повинен складати не менше 15

градусів. Третій тип вимагає наявності сталого перепаду тиску, який далеко не завжди присутній, особливо у міжсезоння.

При визначенні місць фільтрації повітря оператор стикається з невизначеністю розподілу різниці тиску між внутрішньою і зовнішньою частинами будівельної конструкції. Така невизначеність виникає при впливі таких факторів:

- різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря;
- висота будівлі;
- вплив вітру на конструкцію;
- вплив механічної вентиляції.

Наведені вище чинники і їх взаємодія можуть впливати на напрям потоків фільтрації або призводити до їх відсутності. Тому дефект може бути не виявлений, якщо вектор перепаду тиску повітря, тобто повітряний потік у момент зйомки спрямований від оператора.

Якісний результат можна отримати, якщо під час зйомки вітер спрямований саме на досліджувану частину фасаду або якщо в будинку створено надлишковий тиск або розрідження у порівнянні з тиском навколишнього середовища. Це може бути реалізовано за допомогою спеціального обладнання для визначення повітропроникності будівель, яке носить назву Blower Door Test (аеродвері).

До складу даного обладнання входять:

- розсувна металева рамка;
- повітронепроникна тканина;
- калібрований вентилятор;
- диференційний манометр

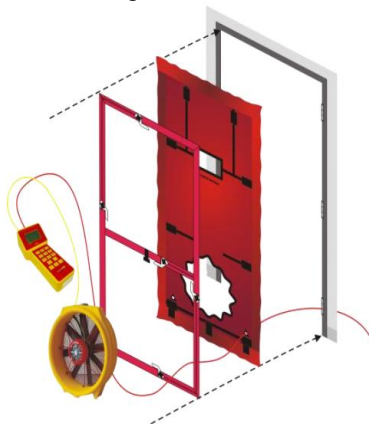


Рис. 1. Схема аеродверей

Слід зазначити, що дана система може бути як одно-, так і багатовентиляторною.

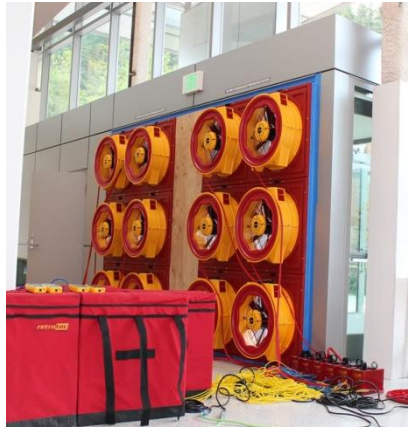


Рис. 2. Багатовентиляторна установка для перевірки будівель на повітропроникність

Тепловізійне обстеження, проведене при гарантованому перепаді тиску, дозволяє:

- виключити вплив чинників, що знижують ймовірність визначення дефекту (наприклад, вітер, ефект димової труби тощо);
- визначати місця фільтрації при малих різницях температур (наприклад, влітку або на об'єктах, де ця різниця незначна);
- знаходити місця фільтрації при проведенні вимірювання повітропроникності огорожувальної конструкції.

Чинна редакція ДБН В 2.6-31-2016 «Теплова ізоляція будівель» визначає, що необхідною умовою проектування при новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті, термомодернізації є досягнення класу енергетичної ефективності не нижче, ніж клас «С». Однією з обов'язкових умов досягнення цього класу є відповідність огорожувальних конструкцій нормам повітропроникності, які визначені у ДСТУ-Н Б В.2.6-191~2013. «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій». Усі будівлі енергетичного класу С, В або А та їх частини повинні бути спроектовані та збудовані так, щоб їх повітрообмін, виміряний згідно з ДСТУ Б В.2.2-19:2007. «Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах» при різниці тисків між внутрішньою та зовнішньою частиною 50Па не перевищував значень кратності повітрообміну, наведених у ДБН В 2.6-31. Для житлових, громадських, адміністративних, навчальних та медичних будівель це значення не повинно перевищувати 2,0 год⁻¹.

Сутність методу полягає в тому, що через об'єкт, який випробовується, пропускають потік повітря і після встановлення

стаціонарного потоку вимірюють витрати повітря та перепад тиску між об'ємом та зовнішнім середовищем чи між протилежними поверхнями конструкції. Випробування проводять при зниженні тиску та при підвищенні тиску відносно довкілля. За результатами вимірювань обчислюють узагальнені характеристики повітропроникності випробовуваного об'єкта або опір повітропроникності огорожувальної конструкції (приймається менше значення з двох отриманих результатів). [5]

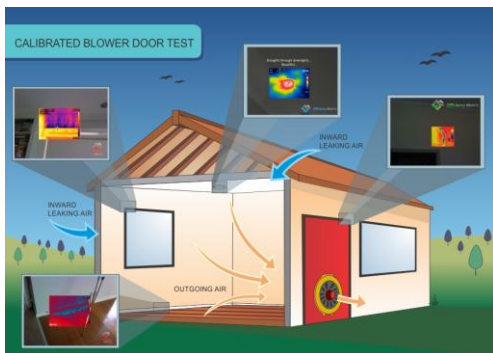


Рис. 3. Робота установки

Суть роботи установки полягає у створенні всередині будівлі розрідження або надлишкового тиску у 50 Па, що еквівалентно одночасному тиску вітру на огорожувальні конструкції зі швидкістю в межах 9-10 м/с.

Досягнути таких умов природним чином неможливо, тому дане обладнання є незамінним при проведенні тепловізійного обстеження для виявлення місць інфільтрації та ексфільтрації повітря.

Для розуміння різниці між обстеженням з гарантованим перепадом тиску та без нього наведемо наступні термограми.

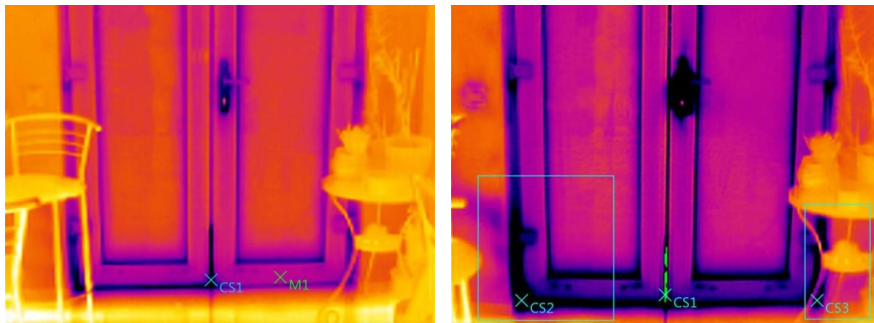


Рис. 4. Інфільтрація через вхідну групу

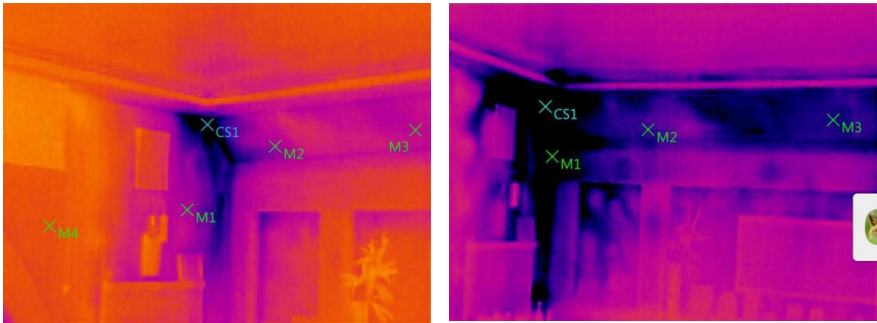


Рис. 5. Інфільтрація через стінове огородження

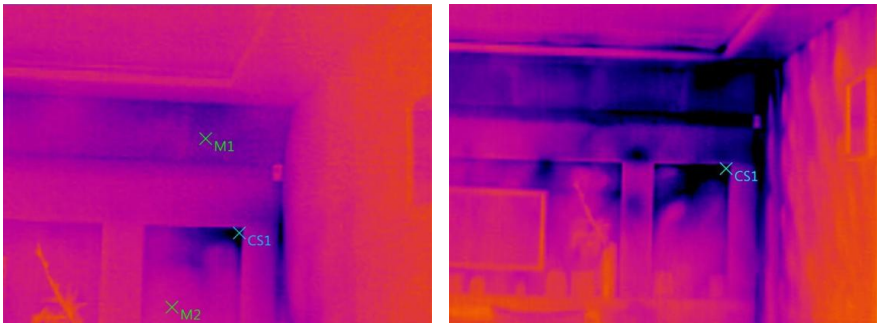


Рис. 6. Інфільтрація через стінове огородження

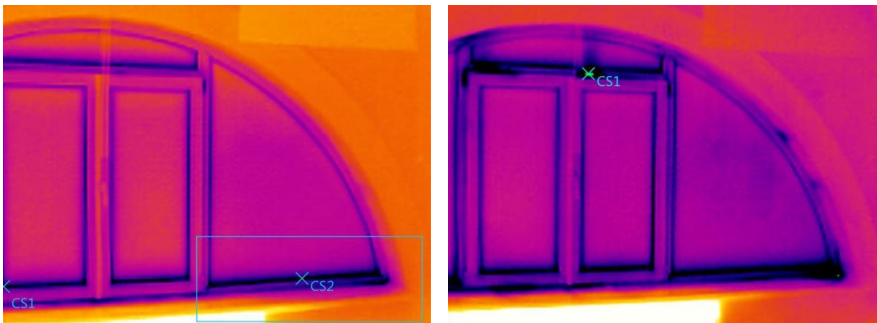


Рис. 7 Інфільтрація через примикання вікна та віконну конструкцію

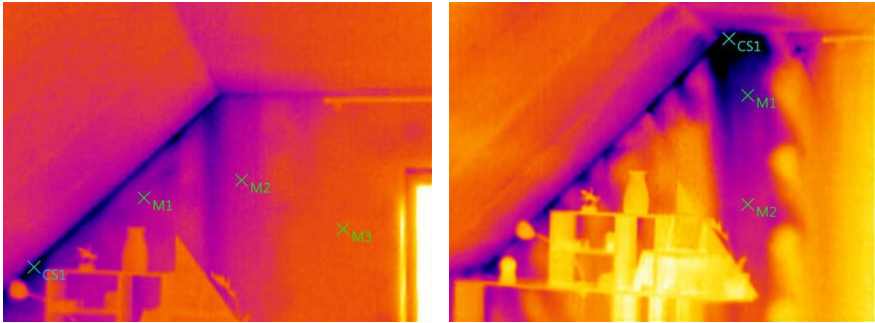


Рис. 8. Інфільтрація через стінове огородження

Висновки

- натурні дослідження та нормативна база говорять про необхідність різниці в тиску назовні і всередині будівлі;
- гарантовану різницю в тиску можна забезпечити лише спеціалізованим обладнанням;
- очевидно є різниця у якості виявлення дефектів при додатковому створенні різниці в тиску і без нього.

References

1. DSTU B EN 13187:2011 Teplovi kharakterystyky budivel. Yakisne vyivlennia teplovyykh vidmov v ohorodzhuvalnykh konstrukttsiiakh. Infrachervonyi metod (EN 13187:1998, IDT).
2. DBN V 2.6-31-2016 Teplova izoliatsiia budivel.
3. DSTU B V.2.2-19:2007. Budynky i sporudy. Metod vyznachennia povitropronykhnosti ohorodzhuvalnykh konstrukttsii v naturnykh umovakh.
4. DSTU-N B V.2.6-191:2013. Nastanova z rozrakhunkovoi otsinky povitropronykhnosti ohorodzhuvalnykh konstrukttsii.
5. DSTU B V.2.2-19:2007. Budynky i sporudy. Metod vyznachennia povitropronykhnosti ohorodzhuvalnykh konstrukttsii v naturnykh umovakh.

Список використаної літератури

1. ДСТУ Б EN 13187:2011 Теплові характеристики будівель. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод (EN 13187:1998, IDT).
2. ДБН В 2.6-31-2016 Теплова ізоляція будівель.
3. ДСТУ Б В.2.2-19:2007. Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах.
4. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій.
5. ДСТУ Б В.2.2-19:2007. Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах.

**ВАГОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ГАЛУЗІ РАЦІОНАЛЬНОГО
ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕВИХ ЦЕНТРАЛЬНО СТИСНУТИХ
КОЛОН**

**WEIGHT CHARACTERISTICS AND AREAS OF RATIONAL USE OF
CENTRAL COMPRESSED STEEL COLUMNS**

**Пашинський В.А., д.т.н., проф., Пашинський М.В., к.т.н.,
Скринник І.О., к.т.н., доц., Дарієнко В.В., к.т.н., доц.
(Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький)**

**Pashynskiy V.A., Sc.D., prof, Pashynskiy M.V., PhD, Dariienko V.V.,
PhD, associate professor, Skrynnik I.O., PhD, associate professor (Central
Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi)**

***Анотація.** За результатами експериментального проектування центрально стиснутих сталевих колон шесті типів виявлені залежності їх маси від висоти й навантаження. За укрупненими розцінками оцінена вартість виготовлення та монтажу колон різних типів. Результати роботи дозволяють орієнтовно встановити металоємність і вартість колон різних типів за відомою висотою й навантаженням та обрати раціональний тип колони.*

***Summary.** Six types of central compressed steel columns are considered: rolled and welded I-beams, square pipes, two channel bars connected via planks, four metal corners connected via planks or lattices. The experimental design of columns of all types was carried out with various combinations of heights up to 20 meters and the load on the column up to 9 MN.*

It is shown that the sections of welded I-beams, as well as four-branch columns connected via planks or lattices can be selected for all combinations of height and load within the specified limits. The areas of possible use of columns from rolled I-beams, square pipes and two channel bars connected via planks are limited by the serviceability limit and ultimate limit state of the rolled profiles from the respective assortments.

According to the design results, the dependencies of the optimum cross-sectional dimension of the welded I-beams and four metal corners connected via planks or lattices on the load and the height of the column are established and described by analytical expressions. A unified type of analytical dependence of the linear mass of central compressed columns on their height and current load is proposed. The coefficients of these dependences for the columns of the six types are obtained by approximating the results of experimental design using the least squares method.

According to the results of a comparative analysis, the areas of rational use of central compressed columns of six types are set according to the criteria of metal consumption and cost. In most cases, four metal corners connected via planks or lattices is characterized by the least metal consumption, but at low heights and high loads -

welded I-columns. According to the cost criterion, in most cases it is better to have welded I-columns, and four metal corners connected via planks or lattices have the lowest cost at high heights and small longitudinal forces.

Ключові слова: сталеві колони, металоємність, області раціонального використання.

Keywords: steel columns, metal consumption, areas of rational use.

Постановка проблеми. При компонуванні каркасів будівель виникає необхідність оцінити доцільність використання сталевих колон різних типів. Відомо, що при малих висотах і великих навантаженнях краще використовувати колони суцільного перерізу, а при великих висотах і малих навантаженнях кращими є колони наскрізного перерізу. Чітке розмежування областей раціонального використання колон різних типів залежно від їх висоти й навантаження відсутнє. Вибір кращого конструктивного рішення можна здійснити шляхом попереднього оцінювання металоємності та вартості колон різних типів ще до їх початку реального проектування. Для цього потрібно встановити залежності показників металоємності колон різних типів від діючого навантаження та висоти. Окрім того, вимагає розв'язання також питання вибору оптимальних конструктивних параметрів колон.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Для попереднього оцінювання металоємності несучих конструкцій в літературі зазвичай рекомендується виконувати їх наближені розрахунки. Методика проектування сталевих центрально стиснутих колон регламентована нормами [1] та детально описана в навчальній літературі, наприклад [2]. Одним з перших способів визначення витрат сталі без проектування конструкції є метод характеристик маси, описаний в [3]. Цей метод не набув поширення унаслідок його складності та трудомісткості, близької до виконання наближених розрахунків. Використання досвіду проектування аналогічних конструкцій може призвести до значних похибок.

Досить перспективний підхід запропоновано в роботі [4], де за результатами експериментального проектування отримані та описані аналітичними виразами залежності витрат сталі на балкові конструкції від величини прольоту й погонного навантаження. В [4] також обґрунтовані укрупнені розцінки, які дають змогу наближено оцінити вартість виготовлення й монтажу балок і колон різних типів. Межі несучої здатності сталевих центрально стиснутих колон деяких типів залежно від їх висоти проаналізовані в роботі [5]. З викладеного слідує доцільність узагальнення результатів експериментального проектування сталевих центрально стиснутих колон різних типів для попереднього оцінювання металоємності та вибору раціонального конструктивного рішення.

Мета дослідження полягає в тому, щоб за результатами експериментального проектування виявити оптимальні значення

конструктивних параметрів для сталевих колон, встановити залежності їх металоємності від висоти й поздовжньої сили, а також окреслити області раціонального використання центрально стиснутих колон різних типів.

Вихідні дані. Для порівняльного аналізу використані результати експериментального проектування центрально стиснутих сталевих колон шести типів, перелічених у таблиці 1. Проектування в основному виконувалося в магістерських роботах під керівництвом авторів даної статті. Колони усіх типів запроектовані для різних комбінацій висоти L і граничного розрахункового значення поздовжньої сили N . Згідно з вказівками ДБН [1], усі колони виконані з маловуглецевої сталі С 235, яка найчастіше використовується в колонах будівель класів відповідальності СС1 та СС2. Підбір перерізів здійснено в середовищі Microsoft Excel згідно з вимогами норм проектування сталевих конструкцій [1].

Таблиця 1

Характеристики запроектованих колон

Типи колон	L , м	N , МН	Кількість	g , кг/м
1. Прокатні двотаври	2...14	0,5...7,0	98 / 73	41...291
2. Зварні двотаври	2...20	0,1...9,0	150 / 150	7...462
3. Квадратні труби	2...16	0,5...3,5	56 / 37	21...122
4. Два швелери на планках	2...20	0,5...2,5	50 / 37	23...107
5. Чотири кутники на планках	4...20	1,0...9,0	25 / 25	50...467
6. Чотири кутники на решітках	2...20	0,1...9,0	140 / 140	13...424

З таблиці видно, що висота колон не перевищувала 20 м. Це значення в основному обумовлене величинами радіусів інерції прокатних профілів та обмеженням граничної гнучкості колон, рівним 150. Максимальні значення поздовжніх сил визначалися за несучою здатністю найбільших профілів у використаних сортаментах. У графі "Кількість" через дріб указана кількість можливих комбінацій висоти й навантаження та фактична кількість підібраних перерізів колон. Остання може бути дещо меншою внаслідок недостатньої несучої здатності профілів використаних сортментів для підбору перерізів колон при великих значеннях висоти й навантаження. Остання графа таблиці 1 містить межі зміни значень погонної маси стержнів запроектованих колон.

У результаті експериментального проектування отримані табличні залежності погонної маси стержнів колон усіх шести типів від висоти та величини поздовжньої сили, а також залежності оптимального габариту перерізу стержнів складених колон від тих же факторів. Ці дані використані нижче для узагальнення й порівняння вагових характеристик і вартості колон різних типів.

Конструктивні особливості та межі можливого використання колон. Колони типу 1 запроектовані з прокатних двотаврів колонного

типу з паралельними гранями полицок за ГОСТ 26020-83. Колони третього типу виконані з гнутих замкнутих квадратних профілів за ГОСТ 8639-82.

Зварні колони типу 2 мають ширину полицок, рівну висоті двотавра, та найменші можливі за умовами місцевої стійкості товщини полицок і стінки. Шляхом чисельної оптимізації за критерієм мінімальних витрат сталі встановлена залежність оптимальної висоти перерізу двотавра та рівної їй ширини полицки (в міліметрах) від висоти колони L (в метрах) та поздовжньої сили N (в меганьютонах):

$$h = 81 + 21,5 \cdot L + 63 \cdot N - 0,8 \cdot N \cdot L, \text{ мм.} \quad (1)$$

Три останні типи представляють наскрізні колони. Колони типу 4 виконані з двох швелерів за ДСТУ 3436-96 на планках у двох площинах. Встановлено, що для швелерів 27У...40У габарит перерізу (відстань між обухами швелерів) доцільно приймати рівним висоті швелера. При менших профілях габарит перерізу повинен перевищувати висоту швелера, виходячи з конструктивної вимоги щодо відстані між перами полицок швелерів. Крок планок доцільно встановлювати таким, щоб гнучкість гілки колони на відстані між планками була рівною 35...40.

Колони типу 5 і 6 запроєктовані з чотирьох кутників за ГОСТ 8509-93 на планках чи на решітках у чотирьох площинах. Решітки в колонах типу 6 виконані трикутними, а при надмірній гнучкості гілок встановлювалися додаткові стійки. В колонах типу 5 крок планок доцільно встановлювати таким, щоб гнучкість гілки колони на відстані між планками була рівною 25...35. Шляхом варіантного проектування встановлено, що оптимальний за витратами сталі габарит перерізу стержня колони з чотирьох кутників на планках дорівнює

$$B = 57,4 \sqrt[3]{N} \sqrt{L} + 360 \text{ мм,} \quad (2)$$

а для колони з чотирьох кутників на решітках

$$B = 165 \sqrt[3]{N} \sqrt{L} - 36 \text{ мм,} \quad (3)$$

де N – поздовжня сила в меганьютонах;

L – висота колони в метрах.

Порівняння показало, що при великих висотах і навантаженнях оптимальний габарит колон на решітках може бути в 1,5 рази більшим, ніж для колон на планках. Це істотно збільшує радіус інерції перерізу колони на решітках та її загальну стійкість.

У результаті експериментального проектування встановлено, що колони із зварних двотаврів, а також чотиригілкові колони з кутників на планках чи решітках можуть бути запроєктовані для усіх комбінацій висоти в межах до 20 м та навантаження в межах до 9 МН. Можливість використання колон з прокатних двотаврів, з квадратних труб та з двох швелерів на планках обмежена характеристиками профілів чинних сортamentів. Ці обмеження відображені на рисунку 1.

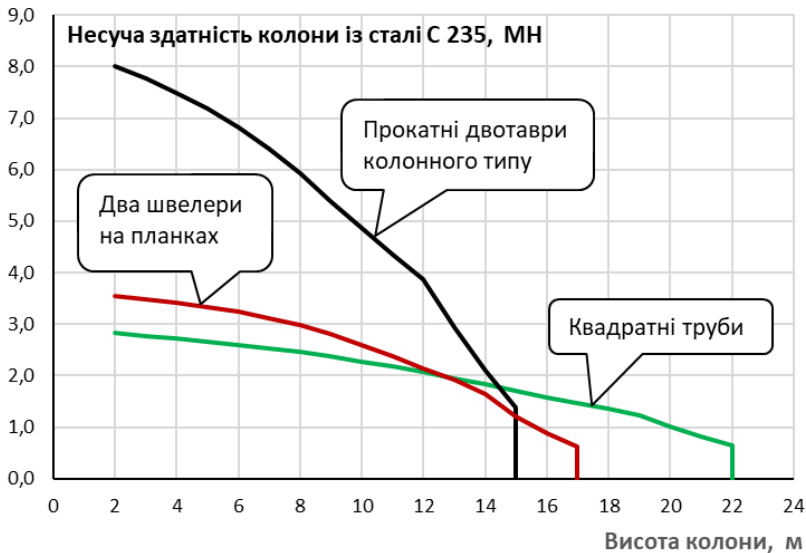


Рис. 1. Межі можливого використання центрально стиснутих колон

Графіки з рисунка 1 дозволяють при відомих значеннях висоти й навантаження оцінити можливість використання колон типів 1, 3 і 4. Наприклад, при висоті $L = 8$ м і граничному розрахунковому значенні поздовжньої сили $N = 4$ МН можна запроектувати колону з прокатного двотавра. Колони з квадратних труб та швелерів на планках матимуть недостатню несучу здатність унаслідок обмежень відповідних сортаментів.

Вагові характеристики колон встановлені й проаналізовані за результатами експериментального проектування, охарактеризованими в таблиці 1. Основною ваговою характеристикою є погонна маса стержня колони. Аналіз результатів експериментального проектування показав, що залежність погонної маси колон усіх шести типів від висоти L та навантаження N можна описати уніфікованим виразом:

$$g = a(N + b) \exp(cL) - d, \quad (4)$$

де L – висота колони в метрах;

N – поздовжня сила в меганьютонах.

Коефіцієнти залежностей (4) для усіх шести типів колон, обчислені на основі методу найменших квадратів [6] з використанням функції Microsoft Excel "Пошук рішення", наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Коефіцієнти для визначення погонної маси стержнів колон

Типи колон	Коефіцієнти формули (4)			
	a	b	c	d
1. Прокатні двотаври	36,14	6,30	0,029	248
2. Зварні двотаври	33,33	7,165	0,0164	248
3. Квадратні труби	33,07	6,57	0,014	221
4. Два швелери на планках	38,57	15,84	0,0049	616
5. Чотири кутники на планках	41,35	2,12	0,0095	83
6. Чотири кутники на решітках	39,8	1,64	0,0043	59

Підстановка коефіцієнтів з таблиці 2 до (4) дає робочі формули для наближеного визначення погонної маси стержнів колон усіх типів без виконання розрахунків з підбору перерізу. Повна маса стержня колони в тонах обчислюється шляхом множення погонної маси на висоту колони:

$$G = g \cdot L \cdot k / 1000, \quad (5)$$

Конструктивний коефіцієнт маси k враховує витрати сталі на базу, оголовки та інші допоміжні деталі колони і може бути прийнятий рівним $k=1,1$ для суцільних колон і $k=1,2$ для наскрізних колон [2, 3].

Вартість колон наближено оцінюється за укрупненими розцінками [4], які враховують тип колони, ціну використаного прокату та допоміжних матеріалів, вартість виготовлення та монтажу. Повна кошторисна вартість колони визначається за формулою

$$C_K = G(C_{\Pi}K_3 + K_M), \quad (6)$$

де G – повна маса колони в тонах за (5);

C_{Π} – ринкова ціна прокату за сайтами торгівельних організацій, грн/т;

K_3 – коефіцієнт заводської вартості;

$K_M = 2100$ – коефіцієнт вартості монтажу.

Коефіцієнт заводської вартості K_3 дорівнює 1,11 для конструкцій з прокатних двотаврів, 1,19 – для конструкцій із зварних двотаврів та 1,49 – для наскрізних конструкцій.

Результати оцінювання за формулою (6) дозволити порівняти усі запроєктовані колони за критерієм вартості.

Області раціонального використання колон розглянутих типів встановлені за критеріями металоемності та вартості. З результатів експериментального проектування та оцінювання вартості для кожної комбінації навантаження й висоти колони вибрані типи колон, які мають найменшу погонну масу та найменшу вартість. Результати цього вибору для проаналізованих вище комбінацій навантаження й висоти колони наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Рациональні типи колон за критеріями металоємності та вартості

N МН	Типи колон з найменшою металоємністю при висоті							Типи колон з найменшою вартістю при висоті						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
1	2	3	6	6	6	6	6	2	2	2	6	6	6	6
2	2	3	6	6	6	6	6	2	2	2	2	6	6	6
3	2	3	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	6
4	2	2	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2
6	2	2	2	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2

З таблиці видно, що у більшості випадків найлегшими є колони типу 6, тобто чотиригілкові колони з кутників на решітках. При малих висотах і великих навантаженнях більш раціональними є колони типу 2, тобто зварні двотаврові колони. Колони типу 3 (з квадратних труб) доцільно використовувати лише при висоті близько 6 м та навантаженнях до 3 МН.

За критерієм вартості, відображеним у правій частині таблиці 3, у переважній більшості випадків кращими є зварні двотаврові колони (тип 2). Колони з чотирьох кутників на решітках (тип 6) мають найменшу вартість при великих висотах і малих поздовжніх силах.

У більшості випадків таблиця 3 дозволяє досить впевнено обрати раціональну конструкцію центрально стиснутої сталеві колони. Існують комбінації висоти й навантаження, при яких критерії металоємності та вартості співпадають. Наприклад, при висоті колони $L = 6$ м і навантаженні $N = 5$ МН оптимальним рішенням буде зварна двотаврова колона (тип 2). При $L = 12$ м та $N = 2$ МН слід вибрати чотиригілкову колону на решітках (тип 6).

У багатьох випадках вибір за критеріями металоємності та вартості дає різні результати. Наприклад, при $L = 10$ м та $N = 4$ МН найлегшою буде чотиригілкова колона на решітках (тип 6), а найдешевшою – зварна двотаврова колона. У подібних ситуаціях вибір типу колони слід робити з

урахуванням архітектурно-конструктивних і технологічних вимог, витрат на транспортування виготовлених колон, а також інших чинників.

Більш обґрунтований вибір раціонального типу колони можна зробити в результаті проведення аналізу в такому порядку:

1) за графіком рисунка 1 оцінюється можливість використання різних типів колон при заданих значеннях висоти й навантаження;

2) за формулами (4), (5) та коефіцієнтами з таблиці 2 обчислюються значення погонної та повної маси колон тих типів, які мають достатню несучу здатність при заданих значеннях висоти й навантаження;

3) за формулою (6) з урахуванням актуальних цін прокату визначаються вартості колон обраних типів.

Оптимальне конструктивне рішення обирається за найменшими показниками металоємності та вартості колон. Якщо ці показники не співпадають, тип колони слід обрати за мінімальним значенням одного показника (витрат сталі чи вартості) при умові близькості до мінімуму альтернативного показника.

При виборі раціонального конструктивного рішення слід також враховувати конструктивні та архітектурні вимоги, можливості отримання необхідного сталевих прокату, а також організаційні й технологічні можливості виробника конструкцій та будівельно-монтажної організації. Ці міркування можуть обумовити вибір, дещо відмінний від оптимального варіанта колони з мінімальною металоємністю чи мінімальною вартістю.

У випадку вибору колони із зварного двотавра, або наскрізної чотиригількової колони на планках чи на решітках її проектування рекомендується розпочинати з встановлення оптимального габариту поперечного перерізу за формулами (1), (2) або (3). Подальші розрахунки та конструювання колон слід виконувати згідно з вимогами норм [1] та рекомендаціями довідкової літератури.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Здійснене розмежування областей використання колон різних типів за критеріями металоємності та вартості дозволяє обрати раціональне конструктивне рішення сталевих центрально стиснутої колони.

2. У більшості випадків доцільно використовувати центрально стиснуті колони із зварних двотаврів та з чотирьох кутників на решітках. Інші типи колон є менш ефективними, але можуть бути використані з архітектурних, конструктивних чи технологічних міркувань.

3. Отримані залежності вагових характеристик колон від висоти й навантаження можна використати при виборі раціонального конструктивного рішення та при орієнтовному оцінюванні металоємності несучих конструкцій до початку їх проектування.

4. Виявлені залежності оптимальної висоти зварного двотавра та оптимального габариту перерізу чотиригількової колони від її висоти й

навантаження дозволяють запроектувати колони цих типів з мінімальними можливими витратами сталі.

5. Подальші дослідження орієнтуються на аналіз вагових показників сталевих конструкцій інших типів (позацентрово стиснуті колони, ферми та інші). Результати досліджень розширять можливості вибору оптимальних конструктивних форм сталевих конструкцій.

References

1. DBN V.2.6-198:2014. Stalevi konstruktсии. Normy proektuvannia. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2014. 199 s.
2. Lykhtarnykov Ya.M. Variantnoe proektirovanie i optimizatsiya stalnykh konstruktсий. Moskva: Stroizdat, 1979. 319 s.
3. Metallicheskie konstruktсии. Uchebnik dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii / Yu.Y. Kudyshyn i dr.; pod redaktsiei Yu.Y. Kudyshyna. 10-e izdanye. M.: Izdatelskiy tsentr "Akademia", 2007. 688 s.
4. Pashynskiy V.A., Skrynnik I.O., Kharchenko I.V., Khachaturian S.L. Vahovi kharakterystyky ta oblasti ratsionalnoho vykorystannia stalevykh balok u budivliakh ta konstruktсийakh vantazhopidiomnykh mashyn // Tsentralnoukrainskiy naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky. Vyp. 1(32). Kropyvnytskyi: TsNTU. 2019. – S. 248-235.
5. Pashynskiy V.A., Vasylenko A.V., Yaroshchuk I.K. Mezhi ratsionalnoho vykorystannia prokatnykh profiliv u tsentralno stysnutykh kolonakh // Budivelni konstruktсии, budivli ta sporudy tretoho tysiacholittia. Zbirnyk materialiv naukovo-praktychnoi internet-konferentsii. – Kherson: KhDAU, 2017 – s. 15-19.
6. Venttsel E.S. Teoriya veroiatnostei / E.S. Venttsel. – M.: Nauka. – 1969. – 576 s.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ: Мінірегіон України, 2014. 199 с.
2. Лихтарников Я.М. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций. Москва: Стройиздат, 1979. 319 с.
3. Металлические конструкции. Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин и др.; под редакцией Ю.И. Кудишина. 10-е издание. М.: Издательский центр "Академия", 2007. 688 с.
4. Пашинський В.А., Скриннік І.О., Харченко І.В., Хачатурян С.Л. Вагові характеристики та області раціонального використання сталевих балок у будівлях та конструкціях вантажопідійомних машин // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 1(32). Кропивницький: ЦНТУ. 2019. – С 248-235.
5. Пашинський В.А., Василенко А.В., Ярошук І.К. Межі раціонального використання прокатних профілів у центрально стиснутих колонах // Будівельні конструкції, будівлі та споруди третього тисячоліття. Збірник матеріалів науково-практичної інтернет-конференції. – Херсон: ХДАУ, 2017 – с. 15-19.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука. – 1969. – 576 с.

**ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
АВТОМОБІЛІВ У СИСТЕМІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ МІСТ
УКРАЇНИ**

**USE OF MAINTENANCE OF CARS IN THE SYSTEM OF CIVIL
PROTECTION OF THE CITY OF UKRAINE**

**Петруня О. М., ас. кафедри міське будівництво (Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ),
Старинець Р. В., заступник директора з містобудування
(ДП «УКРНДПЦИВІЛЬБУД», Київ)**

**Petrunia O. M., as. at the Department of Urban Development (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv),
Starynets R. V. Deputy Director for Urban Development
(SC «UKRNDPICIVILBUD», Kyiv)**

***Анотація.** Проаналізована динаміка надзвичайних ситуацій в Україні за останні десять років. Встановлені шляхи надійного захисту населення міст при виникненні надзвичайних ситуацій, які нададуть можливість оперативно ліквідовувати наслідки небезпек у різноманітних сферах людської діяльності. Розглянуті заходи в системі цивільної оборони, направлені на виконання завдань, спрямованих на захист цивільного.*

***Summary.** Attempts to comprehensively solve the problems of the domestic motor transport system are the development in the last decade of a number of normative acts of strategic nature, and the implementation of targeted programs based on them.*

The purpose of the study is to determine how to use the objects of maintenance of passenger cars of individual use in the civil defense system of the cities of Ukraine. Emergencies in the cities of Ukraine for the last ten years are revealed. The classification of the hazard and the list of documents that regulate them are presented. Established ways to reliably protect the population of cities as a result of the occurrence of the most advanced situations, which will provide an opportunity to quickly eliminate the consequences of the appearance of danger in various spheres of human activity. The activities in the civil defense system, which are aimed at protecting the civilian population from danger, and helping to eliminate the consequences of the activities of military actions and the elements, are considered. Creating the conditions necessary for the survival of people. The Convention defines the scope of civil defense activities, which includes the implementation of such tasks: alert; rescue work; medical care, including first aid, religious aid; evacuation; providing shelters and their equipment; fire fighting; holding blackouts; identification of hazardous areas; disposal and other means of protection; urgent provision of housing; urgent assistance in maintaining order in areas of natural disasters; urgent resumption of the necessary utilities; burial; assistance in

preserving an object that is significantly important for survival; additional activities required for any of the listed tasks. Such an approach makes it possible to form in a person a real and responsible attitude towards the issues of one's own security and that of his environment.

Ключові слова: засоби цивільного захисту, інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони), надзвичайна ситуація ,автосервіс, класифікація надзвичайних ситуацій.

Keywords: means of civil protection (civil defense), classification of emergency situations, car service, objects of maintenance of passenger cars of individual use.

Постановка проблеми. Метою державної політики України відповідно до ДБН Б.1.1-5-2007 «Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у містобудівній документації» у сфері природної та техногенної безпеки, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є забезпечення гарантованого захисту життя і здоров'я людей, земельного, водного і повітряного простору, об'єктів виробничого і соціального призначення у допустимих межах показників ризику, критерії яких встановлюються для конкретного періоду розвитку з урахуванням вітчизняного та світового досвіду у цій галузі [1].

Спробами комплексного вирішення проблем вітчизняної автотранспортної системи є розробка в останнє десятиріччя ряду нормативних актів, що носять стратегічний характер, і реалізація на їх основі цільових програм. До числа таких заходів, що мають відношення до проблем автомобільного транспорту, необхідно віднести ухвалення і реалізацію наступних документів: Закон України «Про внесення змін до Закону України Про автомобільний транспорт» від 23 лютого 2006 року № 3492-IV; Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період і до 2020 року, затверджена наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 8 січня 2008 року № 7.

Починаючи з 1993 року, коли в Україні був прийнятий Закон «Про цивільну оборону України», у сфері цивільного захисту відбувалися періодичні зміни, пов'язані з удосконаленням законодавчої бази і наближенням її до європейських стандартів безпеки, а також реформуваннями центрального органу державної влади, що реалізує державну політику у сфері цивільного захисту. Одним із ключових завдань державної політики України на найближчу перспективу - зниження рівня техногенно-екологічних ризиків та захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Законодавчою базою для реалізації цих завдань є низка нових законів, що стосуються захисту населення від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, прийнятих Верховною Радою України: Закон України Закон України "Про основи

містобудування", "Про планування і забудову територій"; "Про правовий режим надзвичайного стану"; "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" [2,3,4].

Для забезпечення укриття населення в містах, селах, селищах створюється фонд захисних споруд шляхом: комплексного освоєння підземного простору населених пунктів для розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського призначення з урахуванням необхідності пристосування і використання частини приміщень для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій; обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору населених пунктів, гірничих виробок і природних порожнин; дообладнання з урахуванням вимог захисту підвальних та інших заглиблених приміщень; будівництва заглиблених споруд, інших нерухомих об'єктів, пристосованих для виконання завдань цивільного захисту; будівництва в період загрози виникнення надзвичайних ситуацій найпростіших сховищ та протирадіаційних укриттів [1, 10]. У мирний час фонд захисних споруд використовується для господарських, культурних і побутових потреб у порядку, який визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань цивільного захисту [5, 6].

Цивільний захист - система організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, добровільними рятувальними формуваннями, що забезпечують виконання цих заходів з метою запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій, які загрожують життю та здоров'ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний час і в особливий період [1]. Здійснюється з метою: реалізації державної політики, спрямованої на забезпечення безпеки та захисту населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період; подолання наслідків надзвичайних ситуацій, у тому числі наслідків надзвичайних ситуацій на територіях іноземних держав відповідно до міжнародних договорів України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

Аналіз відомих досліджень. Основні завдання цивільної оборони у різних країнах практично збігаються — це оповіщення, попередження надзвичайних ситуацій, проведення рятувальних та невідкладних аварійних робіт, забезпечення життєдіяльності потерпілого населення, підготовка керівного складу спеціалістів у галузі ЦО, навчання населення тощо. Найбільш досконалі системи оповіщення функціонують у США,

Німеччині, Канаді, Франції, Великобританії, Данії, Норвегії, Нідерландах, Бельгії. У зарубіжних країнах підготовці фахівців з питань ЦО, керівного складу, навчанню населення приділяють велику увагу. У Канаді та Великобританії діють національні коледжі, у Німеччині — академія, у Франції — інститут цивільної оборони, у Нідерландах — вища школа ЦО, крім того, у всіх країнах функціонують мережі курсів ЦО. Заходи по організації цивільного захисту в оборони у кожній країні мають свої особливості.

В Україні, створена єдина державна система попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій. Центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підпорядковані їм сили і засоби, підприємства, установи та організації незалежно від форми власності, добровільні рятувальні формування здійснюють оповіщення та інформування, спостереження і лабораторний контроль, укриття у захисних спорудах, евакуацію, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний та хімічний захист. Набуває великого значення створення ефективно діючої системи підготовки фахівців у сфері цивільного захисту [1, 5].

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Головна мета дослідження полягає у визначенні способів використання об'єктів технічного обслуговування в системі цивільного захисту міст. До основних вимог, що пред'являються в даний час до проектування СТО, відносяться: максимальне задоволення потреб у виконанні робіт по технічному обслуговуванню і ремонту легкових автомобілів, забезпечення достатньої технологічної гнучкості планувальних рішень, що дозволяє здійснювати перехід від однієї організаційної форми СТОА до іншої з мінімальними витратами.

Для задоволення перерахованих вимог необхідні не лише нові планувальні рішення, але й нові організаційні форми розвитку. Існуючі особливості діючої мережі автосервісу, збільшення парку легкових автомобілів і інші чинники обумовлюють відмінність організаційних форм розвитку СТОА кожного регіону. Основою їх проектування є раціональна технологія і організація виробництва. На ефективність виробничої діяльності СТОА впливає якість вибраних планувальних рішень [9, 14]. Кожне підприємство автосервісу повинно проектуватися таким, щоб була можливість його трансформації, подальшого розширення та використання для цивільного захисту міст в майбутньому.

В основі створення об'ємно-планувального рішення будь-якого підприємства по технічному обслуговуванню автомобілів є: врахування місцевих умов – регіональних, кліматичних, ландшафтних; відповідність планувальних рішень функціонально-технологічній схемі організації виробничого процесу; розміщення зон основного і допоміжного обслуговування в одній будівлі; уніфікація конструктивних рішень;

забезпечення максимальних зручностей для клієнтів шляхом розподілу підприємства на дві зони, що сполучаються: обслуговування клієнтів і обслуговування автомобілів.

Виклад основного матеріалу. Аналіз надзвичайних ситуацій (НС) за останні 10 років в Україні свідчить, що найбільші збитки населенню і державі завдають НС природного характеру. За статистичними даними ДСНС про виникнення НС в Україні у 2018 році зареєстровано 128 випадків, які відповідно до Національного класифікатора «Класифікатор надзвичайних ситуацій» ДК 019:2010 розподілилися за характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат і матеріальних збитків на:

1) НС техногенного характеру – 48; порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті внаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій тощо.

2) НС природного характеру - 77; порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, пов'язаних з небезпечним геофізичним, геологічним, метеорологічним або гідрологічним явищем, деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками.

3) НС соціального характеру – 3; порушення нормальних умов життя діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування, або пов'язане із зникненням зброї та небезпечних речовин [7, 10].

Внаслідок цих надзвичайних ситуацій загинуло 168 осіб (з них 40 дітей) та постраждало 839 осіб (з них 401 дитина).

Надзвичайна ситуація воєнного характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення, що її визначають в окремих нормативних документах. За масштабами надзвичайні ситуації, що виникли у 2018 році, розподілилися на: державного рівня - 2; регіонального рівня - 6; місцевого рівня - 64; об'єктового рівня - 56. За 2018 рік НС зменшилися майже на 23 %, НС

техногенного характеру - на 4 %, природного – на 28 %, соціального – на 66,7 %. Спостерігається зменшення кількості загиблих та постраждалих в НС на 2,3 % та 6,9 % відповідно. НС техногенного характеру - на 12,5 %. НС пов'язані з аваріями на транспорті на 10 %. Кількість загиблих та постраждалих в цих НС зменшилася, за винятком НС на транспорті, де кількість постраждалих збільшилася більше ніж у 2 рази. Серед НС природного характеру зафіксовано зменшення кількості НС та постраждалих в них людей за усіма видами, натомість кількість загиблих збільшилася, через велику їх частку в НС [7]. Динаміка надзвичайних ситуацій в Україні за останні 10 років представлена на рис. 1.

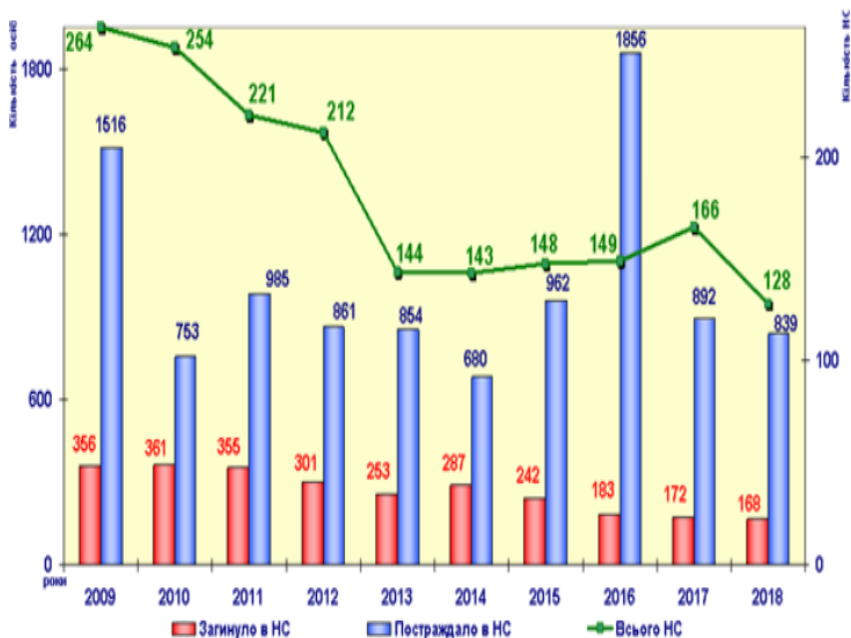


Рис.1. Динаміка надзвичайних ситуацій в Україні за останні 10 років

Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період можуть використовуватися споруди подвійного призначення та найпростіші укриття, але до категорії захисних споруд вони не відносяться. До категорії захисних споруд відносяться: сховища; протирадіаційні укриття та швидкостроуджувані. Розташування людей у сховищах і ПРУ передбачене на лавах, які можуть бути одно-, дво- та трьох ярусними – залежно від висоти приміщення. Норма площі підлоги

на 1 людину становить 0,6, 0,5 та 0,4 м². Існує обмеження і за об'ємом приміщення: на кожну людину, що переховується, має припадати не менше ніж 1,5 м³ внутрішнього простору [7, 10].

Утримання захисних споруд цивільного захисту у готовності до використання за призначенням має здійснюватися суб'єктами господарювання, на балансі яких вони перебувають, за рахунок власних коштів. Сховища ЦЗ державної та комунальної власності не підлягають приватизації (відчуженню). Дана споруда вважається «не готовою» або «обмежено готовою», якщо вона має хоча б один із недоліків:

- пошкодження основних будівельних конструкцій споруди, що знижують їх несучу здатність; наявність в огорожувальних конструкціях незахищених отворів, через які можливе сполучення внутрішніх приміщень споруди з атмосферою;

- неправильну установку захисно-герметичних воріт, дверей з урахуванням напрямку їх відкривання і захисних властивостей, нещільне їх прилягання, несправність механізмів; відсутність або несправність противибухових пристроїв і розширювальних камер на повітрозаборах;

- відсутність вимикаючих засувів на мережах водопроводу, каналізації, теплопостачання, сальникових та інших пристроїв у місцях прокладання кабелів і трубопроводів; невідповідність ДСТУ конструкцій оголовків систем вентиляції та аварійних виходів; затоплення споруд ґрунтовими або стічними водами;

- несправності в системах життєзабезпечення; відсутність ущільнювачів гуми на захисних пристроях; відсутність спеціальних формувань з обслуговування захисних споруд [10, 15].

За даними ДСНС України [11] в Україні 40 % захисних споруд ЦЗ від загальної їх кількості оцінюється як «не готові» до використання за призначенням, 50 % – як «обмежено готові» та тільки 10 % – «готові». Причиною такого технічного стану захисних споруд є відсутність фінансування заходів щодо їх утримання, а також зношеність їх обладнання.

Для пристосування приміщень СТО під систему цивільного захисту виконують такі роботи: посилення захисних властивостей споруди: встановлення підпорів стелі, розміщення на перекритті додаткового шару ґрунту, обкладання стін мішками із землею; герметизацію приміщень для зменшення попадання в них радіоактивного пилу. Для цього проконопачують і замазують глиною тріщини, герметизують двері, вікна за допомогою гуми, плівки; улаштування вентиляції [10, 11]. Ведеться комплексне освоєння підземного простору міст.

Відповідно до нормативних вимог до розміщення та будівництва такого виду об'єкту в системі ЦЗ нові підприємства слід будувати за межами зони можливих руйнувань (міської забудови) з протипожежними розривами:

$L_p = H_1 + H_2 + (15 \dots 20) \text{ м}$, де H_1, H_2 – висота сусідніх будівель.

Допустимо укривати на 5–7 % людей більше, ніж дозволяє розрахункова місткість сховища. У місті можна будувати лише бази та склади з товарами першої необхідності, підприємства для обслуговування населення. Обираючи місце будівництва об'єкта, враховується наявність поблизу підприємств, які можуть бути джерелом небезпеки (гідровузли, хімічні підприємства та ін.), рельєф місцевості, сейсмічність району, панівні вітри тощо [9, 14].

Приведемо приклад оцінювання СТО, як захисної споруди за своєчасним укриттям робітників і службовців об'єкта. Визначається часу на укриття працівників об'єкта за сигналами ЦЗ ($t_{\text{вкр}}$), який порівнюють із установленим часом укриття людей ($t_{\text{вст}}$).

Вихідні дані для визначення потрібного часу на укриття ($t_{\text{вкр}}$) такі: відстань від місця роботи до сховища l , м; час на безаварійну зупинку виробництва $t_{\text{зуп}}$ (залежить від характеру виробництва), хв; час для заповнення сховища t_3 (у середньому 2 хв); швидкість руху людей в укриття $V_{\text{руху}}$ (у середньому 80 м/хв).

Заходи:

1. Розподіляють робітників і службовців за захисними спорудами на об'єкті.

2. Визначають відстані від місця роботи до закріплених за виробничими дільницями (цехами) захисних споруд – $l_1, l_2, \dots, l_n$.

3. Визначають час руху людей до захисної споруди:

$$t_{\text{руху}} = l_1 / V_{\text{руху}} = l_1 / 80.$$

4. Визначають потрібний час на укриття ($t_{\text{вкр}}$) для працівників кожної дільниці (цеху):

$$t_{\text{вкр},1} = t_{\text{зуп}} + t_{\text{руху},1} + t_3.$$

5. Порівнюють потрібний час на укриття людей кожного цеху ($t_{\text{вкр}}$) з установленим часом ($t_{\text{вст}}$). Якщо для певного цеху $t_{\text{вкр}} \geq t_{\text{вст}}$, то його працівники не встигають укритися у сховищі, інженерним захистом не забезпечуються.

6. Визначають показник за своєчасним укриттям людей:

$K_{\text{св.вкр}} = N_1 + N_2 + \dots + N_n / N$, де $N_1, N_2, \dots, N_n$ – кількість робітників і службовців 1, 2, ..., n цехів, які можуть своєчасно укритись у сховищах за сигналами ЦЗ, тобто для яких: $t_{\text{вкр}} \geq t_{\text{вст}}$.

На заключному етапі аналізують результати оцінювання надійності захисту, роблять висновки та висувають пропозиції, в яких зазначають:

– надійність захисту об'єкта (коефіцієнт надійного захисту $K_{\text{нз}}$;

– за мінімальним значенням з окремих показників: $K_{\text{м}}$, $K_{\text{зв}}$, $K_{\text{жз}}$, $K_{\text{св.вкр}}$) та слабкі місця. На плані зазначають місце розташування захисних споруд, їх характеристики на підставі розрахунків, розподіл працівників за спорудами та маршрути руху до них [4, 9].

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розробок у даному напрямі. В основі дослідження покладена існуюча методика ефективної реалізації завдань цивільного захисту: зменшення матеріальних втрат та недопущення шкоди об'єктам, матеріальним і культурним цінностям та довкіллю в разі виникнення надзвичайних ситуацій. З метою усунення, запобігання та зменшення збитків, які наносять небезпечні ситуації місту, важливо використовувати класифікацію. В таблицях 1-2 наведені приклади небезпек та категорії серйозності небезпек.

Таблиця 1.

Класифікація небезпек та перелік документів, що їх регламентують

Назва	Характеристика	Регламентуючі документи
1	2	3
Бактеріологічна	Наявність небезпечних мікроорганізмів (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, простіші)	ГОСТ 12.1.008-76, ДСТУ 2636-94
Біологічна	Наявність небезпечних макроорганізмів (рослини, тварини, інші переносники інфекційних захворювань), а також накопичувачі і полігони біологічних відходів, очисні споруди господарсько-побутової каналізації	ГОСТ 12.1.008-76, наказ МОЗ від 19.06.96 N 173 (z0379-96)
Вибухопожежна	Наявність газоподібних, рідких та твердих речовин, матеріалів або їх сумішей, а також окиснювачів, які здатні вибухати і горіти за певних умов	ГОСТ 12.1.010-76, ГОСТ 12.1.011-78, ГОСТ 12.1.044-89
Пожежна	Наявність газоподібних, рідких та твердих речовин, матеріалів або сумішей, які здатні підтримувати горіння	СНіП 2.01.05-85, ДСТУ 2272-93, ГОСТ 12.1. 004-91, ДБН В.1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва"

Продовження таблиці 1.

1	2	3
Гідродинамічна	Наявність гідротехнічних споруд (дамби, греблі, шлюзи) для накопичення і зберігання значних об'ємів води і рідких речовин	СНіП 2.06.01-86, ГОСТ 27751-88
Радіаційна	Наявність радіоактивних речовин і матеріалів, інших джерел іонізуючого випромінювання	НРБУ-97/Д-2000 "Норми радіаційної безпеки України" (v0062282-97), ОСПУ 2000 "Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України"
Фізична	Наявність джерел електромагнітних, іонізуючих, світлових, акустичних чи інших полів несприятливого діапазону або потужності. Динамічна небезпека, пов'язана з наявністю джерел високих швидкостей руху, у тому числі перемінних (вібрацій)	ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.1.040-83, ГОСТ 12.1.045-84, ГОСТ 12.1.051-90, ГОСТ 12.1.012-90, ДСТУ 3994-2000
Хімічна	Наявність токсичних, шкідливих, сильнодіючих отруйних речовин, отрутохімікатів, хімічних засобів захисту рослин та мінеральних добрив	ГОСТ 12.1.007.76
Екологічна	Можливість несприятливого впливу на довкілля техногенних і природних факторів, в результаті чого порушується пристосування живих систем до звичних умов існування	Державні санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.7.029-99 від 01.07.99 N29 (v0029588-99)

Автоматизована система оповіщення може забезпечити оповіщення населення, поєднавши місцеву телефонну мережу та мережу мобільного

зв'язку для подачі сигналу «Увага всім» і повну інформацію за допомогою засобів радіомовлення й телебачення. Він повідомляє населення про НС в мирний час і на випадок загрози нападу противника у воєнний час. Тривалі гудки при цьому означають попередження. Почувши гудки необхідно увімкнути радіо, телевізор і прослухати інформацію про необхідні дії. Отримавши інформацію слід виконувати всі вказівки тексту інформації сигналу [10, 11].

Таблиця 2.

Категорії серйозності небезпек

Вид	Категорія	Опис нещасного випадку
Катастрофічна	IV	Небезпека, реалізація якої може швидко та з високою ймовірністю спричинити значний збиток для підприємства та/або навколишнього середовища, а також загибель людей.
Критична	III	Небезпека, реалізація якої може швидко та з порівняно високою ймовірністю спричинити суттєвий збиток для підприємства та/або навколишнього середовища і важкі травми та стійкі захворювання людей.
Гранична	II	Небезпека, реалізація якої може спричинити затримку виконання завдання підприємством, пошкодження в системі, привести до травм, зниження працездатності людей, а при тривалому впливі – до захворювань.
Незначна	I	Небезпека, при реалізації якої настають менш значні, ніж у категорії II, травми, захворювання, пошкодження в системі.

Завдання системи цивільного захисту полягає у необхідності вміти:

- ідентифікувати потенційні небезпеки, тобто розпізнавати вид, визначати величину та ймовірність їх прояву;
- визначати небезпечні, шкідливі та вражаючі фактори, що породжуються джерелами цих небезпек;
- прогнозувати можливість і наслідки впливу небезпечних та шкідливих факторів на організм людини;
- використовувати нормативно-правову базу захисту особистості та навколишнього середовища;

- розробляти заходи та застосовувати засоби захисту від дії небезпечних, шкідливих та вражаючих факторів;
- проектувати й виготовляти ефективні ресурсозберігаючі конструкції швидко зведених захисних споруд, а існуючих СТО - як об'єктів, призначених для захисту широкого загалу населення у випадку виникнення надзвичайних ситуацій;
- запобігати виникненню надзвичайних ситуацій, а в разі їх виникнення приймати адекватні рішення та виконувати дії, спрямовані на їх ліквідацію;
- використовувати у своїй практичній діяльності громадсько-політичні, соціально-економічні, правові, технічні, природоохоронні, медико-профілактичні заходи, спрямовані на забезпечення здорових і безпечних умов існування людини в сучасному навколишньому середовищі [1, 5].

References

1. DBN B.1.1-5-2007 «Sklad, zmist, poriadok rozroblennia, pohodzhennia ta zatverdzhennia rozdilü inzhenerno-tekhnichnykh zakhodiv tsyvilnoho zakhystu (tsyvilnoi oborony) u mistobudivnii dokumentatsii». Persha ta druha chastyny.
2. Zakon Ukrainy "Pro avariino-riatuvalni sluzhby". - K.: Uriadovyi kurier, 14.12.1999. - №1281.
3. Zakon Ukrainy "Pro zakhyst naselennia i terytorii vid nadzvychainykh sytuatsii tekhnogennoho ta pryrodnoho kharakteru". - K.: Uriadovyi kurier, 16.09.2000. - №149.
4. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 9 sichnia 2014 roku za №11 «Pro zatverdzhennia Polozhennia pro yedynu derzhavnu systemu tsyvilnoho zakhystu».
5. Stebliuk M.I. Tsyvilna oborona ta tsyvilnyi zakhyst: Pidruchnyk. - K.: Znannia-Pres, 2007. - 487 s.
6. DSTU B A.2.2-7:2010. Proektuvannia. Rozdil inzhenerno-tekhnichnykh zakhodiv tsyvilnoho zakhystu (tsyvilnoi oborony) u skladi proektnoi dokumentatsii obiektiv. Osnovni polozhennia. - 40 s.
7. Klasyfikator potentsiino nebezpechnykh obiektiv (persha redaktsiia). [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: <https://www.dsns.gov.ua>.
8. Derzhavnyi Universytet Telekomunikacij. Oficijnyj sajт. Rezhym dostupu: <http://www.dut.edu.ua>
9. DBN V.2.2.5-97. Zakhysni sporudy tsyvilnoi oborony. - K.: Derzhmistobuduvannia, 1997. - 16 s.
10. Bezpeka zhyttiedialnosti (zabezpechennia sotsialnoi, tekhnogennoi ta pryrodnoi bezpeky): Navch. posibnyk / V.V. Biehun, I.M. Naumenko. - K., 2011. - 344 s.
11. Metodychni rekomendatsii shchodo rozroblennia planiv tsyvilnoho zakhystu pidpriemstv, ustanov, orhanizatsii na osoblyvyi period, zatverdzeni nakazom MNS Ukrainy vid 16.07.2009r. za № 494.
12. Zakon Ukrainy "Pro zakhyst naselennia i terytorii vid nadzvychainykh sytuatsii tekhnogennoho ta pryrodnoho kharakteru". - K.: Uriadovyi kurier, 16.09.2000. - №149.
13. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 9 sichnia 2014 roku za №11 «Pro zatverdzhennia Polozhennia pro yedynu derzhavnu systemu tsyvilnoho zakhystu».

14. Pro zatverdzhennia Instruksii shchodo utrymanna zakhysnykh sporud tsyvilnoi oborony u myrnyi chas. Nakaz MNS № 653 vid 09.10.2006 r. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z1180-06>

15. Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini u 2014 rotsi. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2014/ND_2014.pdf

Список використаної літератури

1. ДБН Б.1.1-5-2007 «Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у містобудівній документації». Перша та друга частини.

2. Закон України “Про аварійно – рятувальні служби”. - К.: Урядовий кур’єр, 14.12.1999. - №1281.

3. Закон України “Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”. – К.: Урядовий кур’єр, 16.09.2000. - №149.

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року за №11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту».

5. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2007. 487 с.

6. ДСТУ Б А.2.2-7:2010. Проектування. Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об’єктів. Основні положення. - 40 с.

7. Класифікатор потенційно небезпечних об’єктів (перша редакція). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua>.

8. Державний Університет Телекомунікацій. Офіційний сайт. Режим доступу: <http://www.dut.edu.ua>

9. ДБН В.2.2.5–97. Захисні споруди цивільної оборони. – К.: Держмістобудування, 1997. - 16 с.

10. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навч. посібник / В. В. Бегун, І. М. Науменко. – К., 2011. – 344 с.

11. Методичні рекомендації щодо розроблення планів цивільного захисту підприємств, установ, організацій на особливий період, затверджені наказом МНС України від 16.07.2009р. за № 494.

12. Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру". – К.: Урядовий кур’єр, 16.09.2000. - №149.

13. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року за №11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту».

14. Про затвердження Інструкції щодо утримання споруд цивільної оборони в мирний час. Наказ МНС № 653 від 09.10.2006 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z1180-06>.

15. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/prognoz/report/2014/ND_2014.pdf.

**ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ
ВОЗВЕДЕНИИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ БАШЕН И ДЫМОВЫХ ТРУБ**

**ЗАСТОСУВАННЯ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ПРИ ЗВЕДЕННІ
ТЕЛЕВІЗІЙНИХ БАШТ ТА ДИМОВИХ ТРУБ**

**APPLICATION OF CIRCULAR FOUNDATIONS FOR TELEVISION
TOWERS AND SMOKE PIPES**

**Плахотный Г.Н., к.т.н., доц., Чернева Е.С., к.т.н., доц.,
Кушак С.И., с.н.с. (Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, Одесса), Andrzej Wojnar, к.т.н.
(Жешувский технологический университет, Жешув, Польша)**

**Плахотний Г.Н., к.т.н., доц., Чернева О.С., к.т.н., доц., Кушак С.І.,
с.н.с. (Одеська державна академія будівництва та архітектури,
Одеса), Andrzej Wojnar, к.т.н. (Жешувський технологічний
університет, Жешув, Польща)**

**Plahotny G.N., PhD, Associate Professor, Chernieva O.S., PhD,
Associate Professor, Kushak S.I., Senior Researcher (The Odesa State
Academy of Civil Engineering and Architecture), Andrzej Wojnar, PhD
(Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland)**

***Аннотация.** Приведены результаты наблюдения за осадками фундаментов телебашен и дымовых труб. Доказана эффективность использования кольцевого фундамента в сравнении с круглым со сплошной фундаментной плитой.*

***Анотація.** Наведені результати спостережень за осадками фундаментів телевеж та димових труб. Ефективне застосування кільцевих фундаментів при зведенні споруд баштового типу в складних інженерно-геологічних умовах вказало на проблему вивчення спільної роботи цих конструкцій з ґрунтами основ. Спробу вирішення цієї проблеми виконали автори цієї статті, використовуючи результати натурних, проектних, розрахункових практичних досліджень.*

***Summary.** The results of observations of the deposits of TV tower and chimney foundations are presented. The effective use of annular foundations in the erection of tower-type structures in complex engineering-geological conditions indicated the problem of studying the joint work of these structures with soil soils. An attempt to solve this problem was made by the authors of this article, using the results of full-scale, design, calculated practical studies. Purpose: to study the peculiarities of development of soil deformations of the foundations of annular and annular pile foundations during the construction and operation of tower type structures.*

Objectives: 1. Determination of the size and shape of annular foundations on the character of the development of deformations of the soil of the bases by means of an experiment.

2. To experimentally detect the development of sediments and the depth of the deformation zone in the bases of annular foundations during the construction and operation of tower-type structures.

3. To confirm the possibility of construction and operation of structures on annular foundations on multilayered ground foundations in the presence of layers of weak water-saturated soils.

The effect of pressure from the external load on the sole of the foundations and their area is determined by the depth of the compressed soil thickness. It has been experimentally proved that with increasing of the area of the foundations the depth of the deformation zone increases in the bases composed of multilayered soils, which are underlain by water-saturated peat or high-porous silt loam. The influence of the settling value of the following parameters, which can be expressed by dependence, is established:

$$S = f(P_{cp}, H_a, E_a, \nu)$$

The value of the cross-ratio is influenced by the area of the foundation. Its maximum value is observed in foundations with small width. As the area of the foundation increases, the value of ν decreases, and for the base plates of the large area approaches zero. When comparing the joint work with the base of the circular foundations with circular equal area, it is experimentally determined that the coefficient of lateral expansion, which depends on the depth of the compressed deformation zone, at the same pressure in the circular foundations is greater than in the annular ones.

Ключевые слова: кольцевой фундамент, осадка, грунты, ростверк.

Ключові слова: кільцевий фундамент, осадка, ґрунти, ростверк.

Keywords: circular foundation, settlement, soil, grillage.

Постановка проблемы. Эффективное применение кольцевых фундаментов при возведении сооружений башенного типа в сложных инженерно-геологических условиях указало на проблему изучения совместной работы этих конструкций с грунтами оснований. Попытку решения этой проблемы выполнили авторы этой статьи, используя результаты натурных, проектных, расчетных практических исследований.

Анализ известных исследований. В настоящее время наблюдением за осадкой основания и исследованиями в области кольцевых фундаментов занимаются, в основном, в России и Белоруссии. Так, результаты наблюдений за осадками оснований Курской ТЭЦ-1, Брестской ТЭЦ и Пинской ТЭЦ представлены в работе Хасеневич Л.С. [1], методика расчета и результаты экспериментальных исследований освещены в работах Мангушева Р.А. [2] и Худякова А.В. [3].

Цель работы: исследование особенности развития деформаций грунтов оснований кольцевых и кольцевых свайных фундаментов при возведении и эксплуатации сооружений башенного типа.

Задачи: 1. Определение опытным путем влияния размеров и формы кольцевых фундаментов на характер развития деформаций грунтов оснований.

2. Экспериментально выявить развитие осадок и глубину зоны деформации в основаниях кольцевых фундаментов при возведении и эксплуатации сооружений башенного типа.

3. Подтвердить возможность возведения и эксплуатации сооружений на кольцевых фундаментах на многослойных грунтах оснований при наличии слоев слабых водонасыщенных грунтов.

При проектировании фундаментов, в 1951 году был разработан метод расчета оснований по деформациям. По мере накопления опытных данных возникло много факторов несоответствия, принятых в расчетных схемах и в способах полевых определений деформированных свойств грунтов. Влияние давления от внешней нагрузки на подошву фундаментов и их площадь определяют по величине глубины сжимаемой толщи грунта. Экспериментальным путем доказано [4], что с увеличением площади фундаментов увеличивается глубина зоны деформации в основаниях, сложенных многослойными грунтами, которые подстилаются водонасыщенными торфами или высокопористыми илистыми суглинками.

Установлено влияние на величину осадки следующих параметров, которое можно выразить зависимостью:

$$S=f(P_{cp}, H_a, E_a, \nu) \quad (1)$$

где S - величина осадки;

P_{cp} – среднее давление в пределах глубины зоны деформации

$$P_{cp}=0.5 \cdot (P-P_{sts}) \quad (2)$$

P – давление на подошве фундамента;

P_{sts} – значение структурной прочности на нижней границе зоны деформации;

H_a – глубина зоны деформации. Нижняя граница зоны деформации принимается на глубине, где сумма напряжений от всех видов нагрузок равна структурной прочности;

E_a – модуль уплотнения сжимаемости грунта;

ν – коэффициент поперечного расширения. Его среднее значение определяется по отношению части общей осадки, вызванной боковым расширением к двойному значению общей осадки [5].

На значение коэффициента поперечного расширения оказывает влияние площадь фундамента. Его максимальное значение наблюдается в фундаментах с небольшой шириной. С увеличением площади

фундаментов значение величины ν снижается, а для фундаментных плит большой площади приближается к нулю.

При сравнении совместной работы с основанием кольцевых фундаментов с круглыми одинаковой площади опытным путем определено, что коэффициент поперечного расширения, от которого зависит глубина сжимаемой зоны деформации, при одинаковом давлении в круглых фундаментах больше, чем в кольцевых [4].

Практика строительства сооружений башенного типа показывает на эффективность применения кольцевых фундаментов. В свое время, инженер В.Г. Шухов применял такие фундаменты при проектировании радиобашен, маяков и др.

Еще в 1958г. в Москве проводили конкурс проекта телевизионной башни. Проект, разработанный Н.В. Никитиным, предусматривал устройство телебашни $H=533\text{м}$ из предварительно-напряженного железобетона на кольцевом десятиграннике.

Инженерно-геологические условия площадки строительства представлены сложным напластованием грунтов. Верхний растительный слой мощностью до 2.0м, ниже которого залегают моренные плотные суглинки с галькой и валунами. Это отложения ледникового периода, образовавшиеся несколько тысяч лет тому назад и сильно уплотнены ледником, который в то время достигал километровой толщи. Под слоем моренных суглинков расположены более древние мелкие водонасыщенные пески, супеси, глины. Этот слой менее надежный и плотный. Прочные скальные грунты известняковых пород залегают на глубине около 40 м от дневной поверхности.

В разработанном проекте подошва кольцевого фундамента башни была заложена на небольшую глубину в моренных суглинках, сохранив под фундаментом большой слой плотного грунта, который в свою очередь распределяет давление от башни на нижележащие пески. Подошва предварительно-напряженного кольцевого фундамента заглублена всего на 3.5м от поверхности земли (или на 4.65м от пола первого этажа). Диаметр кольца составляет 95м, ширина кольца 8.0м. Полная площадь подошвы фундамента равна 1940м^2 . Среднее нормативное давление на грунт основания под подошвой фундамента составляет 2.74кг/см^2 (без учета ветровой нагрузки) и 3.40кг/см^2 с учетом изгибающих моментов и вертикальных нагрузок. Расчетная осадка кольцевого фундамента прогнозировалась до 94-102мм. Фактическая осадка телевизионной башни за семь лет эксплуатации составила 5.2см [6].

На Ярославском заводе дизельной аппаратуры были построены две дымовые трубы, высотой 80м. Свайный кольцевой фундамент трубы №1, с диаметром кольца 12.7м, шириной кольца 3.0м, высотой 2.7м., был установлен на 16 козловых самораскрывающихся сваях (длина сваи 2.4м). Основанием трубы служит сложное напластование грунтов,

представленное песками, мощностью 6.7м, ниже которых имеется слой заторфованного суглинка и торфа, мощностью 7.4м.

Осадка трубы №1 на свайном кольцевом фундаменте за 4 года эксплуатации составила 2.0см, а глубина зоны деформации составила 4.2м (замер выполняли с помощью глубинных марок, расположенных на глубинах 4.0м, 5.0м, 6.0м).

Дымовая труба №2 устроена на сложном круглом фундаменте, диаметром 15м. Осадка этой трубы за 4 года эксплуатации составила 4.4см.

Круглый фундамент, диаметром 15.0м, дымовой трубы Н=150м, на Новорославском нефтеперегонном заводе был заменен на кольцевой диаметром 15.0м, шириной 3.0м и глубиной заложения – 5.0м до отметки первого этажа. Основанием подошвы кольцевого фундамента представлены суглинки тугопластичные, мощностью 6.0м, ниже которых расположен песок крупнозернистый, мощностью до 13.0м. Осадка дымовой трубы в течении двух лет эксплуатации составила 3.7м. Глубина зоны деформации в основании кольцевого фундамента составила 3.0м.

Осадки кольцевых фундаментов дымовых труб Н=250м на Стерлитамакской ТЭЦ за 4 года эксплуатации составили 4 см, а осадка кольцевого фундамента трубы Н=150м на ТЭЦ Мосенерго за 3 года эксплуатации – 1.6см.

В Одессе в 1974-1976гг. была возведена дымовая труба Н=120м с применением кольцевого свайного фундамента на 24-х козловых самораскрывающихся сваях длиной до 3м. Первоначально был запроектирован фундамент из 89 буронабивных свай длиной 28.8м, диаметром 0.6м с уширенной пятой, диаметром 1.4м.

При возведении трубы был применен кольцевой свайный фундамент на козловых сваях. Внешний диаметр кольцевого ростверка 25м., ширина кольца - 4.0м., площадь подошвы 264м². Геологическое строение участка представлено морскими четвертичным отложениями. Основание ростверка фундамента состоит из мелкого водонасыщенного песка, мощностью 5.5м. Ниже расположена супесь илистая текучей консистенции, мощностью 5.0м, илистые суглинки и глины мощностью до 8.0м. При возведении трубы давление на подошву ростверка составило 0.175МПа, средняя осадка – 8.4см, глубина зоны деформации 4.2м. За 6 лет эксплуатации осадка фундамента увеличилась до 12.2см, глубина зоны деформации достигла 5.0см (по результатам показаний глубинных марок), а крен трубы 0.003.

Проект другой дымовой трубы Н=120м для ТЭЦ-2 в Одессе также предусматривал круглый фундамент диаметром 20м из буронабивных свай длиной 19м, который был заменен на кольцевой фундамент на естественном основании с глубиной заложения подошвы – 1.6м.

Геологическое строение участка представлено морскими и лиманными отложениями четвертичного периода.

Ниже подошвы фундамента залегает песок мелкий глинистый с обломками ракушечника, мощностью 5.2м, ниже песок пылеватый сильно глинистый, мощностью 3.2м, супесь слабоилюстая с прослойками песка и запахом сероводорода мощностью до 8.3м. Уровень подземных вод гидравлически связан с уровнем воды в море с возможной его амплитудой ± 0.5 м. К началу строительства его отметка находилась на 0.1-0.2м ниже подошвы кольцевого фундамента.

Диаметр кольцевого фундамента 20.0м, ширина кольца 6.0м. В процессе строительства скорость протекания осадки изменялась в зависимости от роста нагрузки. Неравномерность возрастания нагрузки отразилась на скорости протекания осадок, величина которых периодически увеличивалась и снижалась, достигнув максимума к моменту завершения строительства. Средняя осадка дымовой трубы за 10 лет эксплуатации составила 18.0см.

Выводы

1. Внедрение кольцевых свайных фундаментах вместо сплошных круглых ростверков в сложных инженерно-геологических условиях позволяет передать большие нагрузки узкой лентой кольцевого фундамента.

2. Применение кольцевых свайных фундаментах вместо сплошных круглых ростверков на буронабивных сваях позволяет повысить отметку заложения подошвы ростверка, снизить объем земляных работ, трудоемкость и материалоемкость фундаментах, что значительно уменьшает их стоимость.

3. Наблюдение за состоянием кольцевых фундаментах для сооружений башенного типа показало на особенность совместной работы их подошвы с грунтом основания.

4. При небольшой ширине кольцевого ростверка зона деформации грунта от внешней нагрузки имеет меньший объем, а значит и меньшую глубину, а деформации грунтов основания развиваются в пределах верхней части.

5. При равных значениях осадки и площади подошвы, нагрузка на кольцевой фундамент на 30-40% больше, чем на круглый со сплошной подошвой. При равном давлении по подошве глубина зоны деформации в основаниях кольцевых фундаментах меньше, чем в фундаментах со сплошной подошвой.

6. На значение коэффициента поперечного расширения оказывает влияние площадь круглого фундамента. С увеличением площади

фундаментов значение γ снижается и для фундаментных плит большой площади приближается к нулю.

References

1. Khasenevich L.S. Calculation of foundations with circular (closed) in-plane shapes. Science and technique. 2017. T.16(2). S.153-159.
2. Mangushev R.A. Metodika rasheta osadki kolcevyh svainyh fundamentov bolsheobemnyh rezervuarov s plavajushey kryshey. Electronic journal. 2017.
3. . Hudiakov A.V., Ledenev V.V. Vlianie odnositelnogo diametra kolcevyh fundamentov na glubinu zony deformirovaniia osnovaniia. Trudy. Tambov: TGTU, 2003. Vyp. 14. S. 8–10.
4. Plahotny G.N. Issledovanie raboty svainogo kolcevogo fundamenta s osnovaniem. Osnovaniia i fundamente. 1982. Vyp. 15. S. 78-80.
5. Tugaenko J.F. Koefficient Puassona v geotekhnike. Тугаенко Ю.Ф. Visnik OSACEA. Odesa: OSACEA, 2008. Vyp. 32. S.306-312.
6. Nikitin N.V., Mihalchuk A.I., Travush V.I. Issledovaniia osadok fundamenta televisionnoi bashni v Ostankino. Osnovaniia i fundamente, 1976. Vyp.2. S. 35-40.

Список использованной литературы

1. Хасеневич Л.С. О расчете кольцевых (замкнутых) в плане фундаментов. Наука и техника, 2017. Т.16, №2. С.153-159.
2. Мангушев Р.А. Методика расчета осадки кольцевых свайных фундаментов большеобъемных резервуаров с плавающей крышей. Геотехнический мониторинг. Электронный журнал, 2017.
3. Худяков А.В. В.В. Леденев. Влияние относительного диаметра кольцевых фундаментов на глубину зоны деформирования основания. Труды ТГТУ. Тамбов: ТГТУ, 2003. Вып. 14. С. 8–10.
4. Плахотный Г.Н. Исследование работы свайного кольцевого фундамента с основанием. Основания и фундаменты. Киев, 1982. Вып. 15. С.78-80.
5. Тугаенко Ю.Ф. Коэффициент Пуассона в геотехнике. Вісник ОДАБА. Одеса: ОДАБА, 2008. Вип. 32. С.306-312.
6. Никитин Н.В., Михальчук А.И., Травуш В.И. Исследования осадок фундамента телевизионной башни в Останкино. Основания и фундаменты, 1976. Вып.2. С.35-40.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГИНІВ НЕРОЗРІЗНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПРИ ПОВТОРНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

DETERMINATION OF DEFINITIONS OF UNINSTALLED REINFORCED CONCRETE BEAMS AT REPEAT LOADS

Савицький В.В., к.т.н., доцент Бабич В.Є., к.т.н., доцент,
(Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне), Дробишинець С.Я., к.т.н., доцент
(Львівський національний технічний університет)

Savitsky V.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Babych
V.Ye, Ph.D. in Engineering, Associate Professor (National university of
water management and nature resources use, Rivne), Drobyshynets S.Y.,
Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical
University)

Анотація. Викладена методика визначення прогинів нерозрізних залізобетонних балок при повторних навантаженнях з урахуванням зміни пружнопластичних характеристик бетону та наведені блок-схеми для використання методики на ПЕОМ.

Summary. According to the current design rules for reinforced concrete structures, the total deflection of the bending elements is defined as the sum of the deflection caused by the shear deformations, and the deflection caused by the deflections of the bending, taking into account the total curvature of the element in cross section from full load. For bending elements of long length, the deflection caused by shear deformations can be neglected. The curvature of the elements is determined by taking into account the coefficient that takes into account the work of loose concrete in the areas with cracks. The purpose of this work is to improve the method of determining deflections of non-intersecting beams at repeated short-term loads taking into account the change of modulus of elastic plasticity of concrete. When determining deflections of non-intersecting beams at repeated loads, it is necessary to take into account the change in the length of the sign of the bending moment, the transverse force, the curvature of the axis of the beam and changes in the modulus of elasticity of the concrete due to repeated loads. Standards recommend that statically indeterminate designs be calculated taking into account the redistribution of effort. Since the plot of moments and transverse forces from a single load are linear, then the method of calculation of deflections can be used method Vereshchagin AN, breaking the beam into areas within which the stiffness is taken as average. The modulus of elasticity of concrete is determined by its change due to repeated loads. The advanced technique of determination of deflections of non-cutting beams from bending and shear deformations takes into account the change of elastic-plastic characteristics of concrete due to the action of repeated loads. The developed

flowcharts can be used to determine the deflections of non-intersecting beams under the action of repeated loads.

Ключові слова: бетон, арматура, прогин, нерозрізний, повторний.

Keywords: concrete, armature, deflection, indissoluble, repeated.

Стан питання. Згідно з чинними нормами проектування залізобетонних конструкцій повний прогин f згинальних елементів визначається за формулою [1]:

$$f = f_m + f_q = \int_0^l \overline{M}(x) \left(\frac{1}{r} \right) (x) dx + \int_0^l \overline{Q}(x) \gamma(x) dx, \quad (1)$$

де f_m – прогин, обумовлений деформаціями згину;

f_q – прогин, обумовлений деформаціями зсуву;

$\overline{M}(x)$ і $\overline{Q}(x)$ – згинальний момент і поперечна сила в перерізі x від дії одиничної сили, прикладеної в напрямку переміщення, яке визначається, по довжині прольоту в тому ж перерізі x ;

$\left(\frac{1}{r} \right) (x)$ – повна кривизна елемента в перерізі x від зовнішнього

навантаження;

$\gamma(x)$ – деформація зсуву, яка визначається за формулою:

$$\gamma(x) = \frac{1,5 \overline{Q}(x) \varphi_{b2}}{G b h_0} \varphi_{crc}(x), \quad (2)$$

$\overline{Q}(x)$ – поперечна сила в перерізі x від дії зовнішнього навантаження;

φ_{b2} – коефіцієнт, який враховує тривалу повзучість бетону (при короточасній дії навантаження $\varphi_{b2} = 1,0$);

G – модуль зсуву бетону ($G = 0,4 E_b$); E_b – початковий модуль пружності бетону; b, h_0 – ширина і робоча висота перерізу елемента;

$\varphi_{crc}(x)$ – коефіцієнт, який враховує вплив тріщин на деформації зсуву і визначається за формулою:

$$\varphi_{crc}(x) = \frac{3 E_b I_{red}}{M(x)} \left(\frac{1}{r} \right) (x); \quad (3)$$

I_{red} – момент інерції приведенного перерізу;

l – розрахунковий проліт балки.

Для згинальних елементів при $l/h \geq 10$ значення f_q можна не обчислювати, тобто приймати $f_q = 0$. Кривизну елементів на ділянках з тріщинами, обумовлену згином, для елементів без попереднього напружування арматури визначають за формулою:

$$\left(\frac{1}{r}\right)(x) = \frac{M(x)\psi_s(x)}{z(x)A_sE_s(h_0 - x)}, \quad (4)$$

де $z(x)$ – віддаль від центра ваги розтягнутої арматури до точки прикладання зусилля в стиснутій зоні бетону в перерізі з тріщиною;

A_s – площа розтягнутої арматури;

E_s – модуль пружності арматури;

x – висота стиснутої зони бетону в перерізах;

$\psi_s(x)$ – коефіцієнт, який враховує роботу розтягнутого бетону на ділянках з тріщинами.

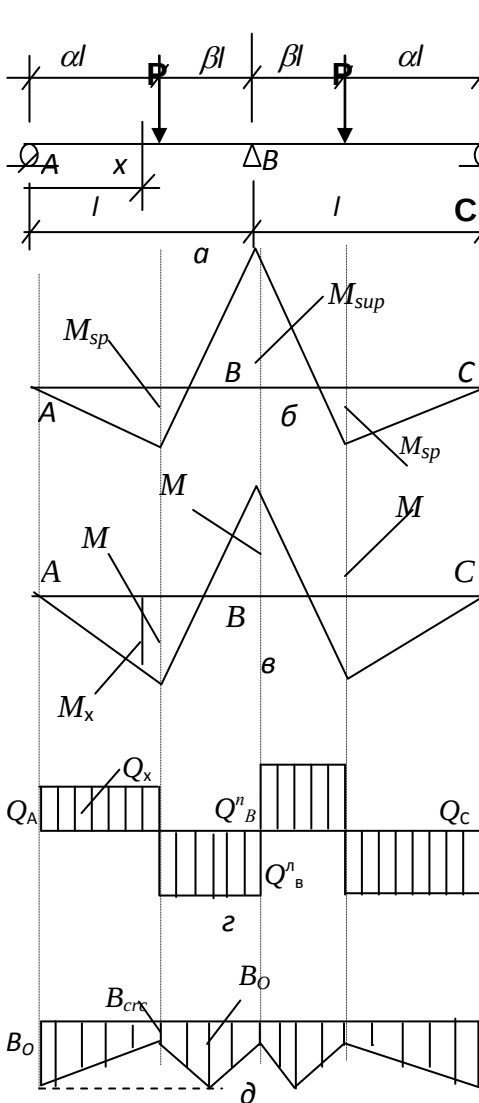
Для згинальних елементів постійного перерізу без попереднього напружування арматури на ділянках, де згинальний момент не міняє знаку, допускається кривизну обчислювати для найбільш напруженого перерізу, а для інших перерізів цієї ділянки вважати її зміну пропорційно значенням згинальних моментів.

Аналіз наведених вище формул показує, що вони справедливі при дії короточасних або тривалих навантажень. Відомо, що більшість конструкцій експлуатуються при дії повторних навантажень [2, 3], що не враховується чинними нормами. Крім того, повторні навантаження можуть впливати на зміну пружнопластичних характеристик бетону, що також залишається поза увагою нормативних документів.

Метою роботи є удосконалення методики визначення прогинів нерозрізних балок при повторних короточасних навантаженнях з урахуванням зміни модуля пружнопластичності бетону.

Визначення прогинів. При визначенні прогинів нерозрізних балок при повторних навантаженнях необхідно врахувати зміну по довжині знаку згинального моменту, поперечної сили, кривизни осі балки та зміни модуля пружнопластичності бетону внаслідок повторних навантажень.

Розглянемо двопролітну нерозрізну балку прямокутного профілю, завантажену зосередженими силами P , що прикладаються повторно (рис. 1а). Згідно з розрахунком за пружною стадією роботи балки при $\alpha = 0,57$ і $\beta = 0,43$ значення пролітного моменту складає $M_{sp} = 0,136Pl$, а опорного $M_{sup} = 0,192Pl$ (рис. 1б).



Норми рекомендують статично невизначені конструкції розраховувати з урахуванням перерозподілу зусиль. Для цього випадку за умови рівномірності опорних і пролітних перерізів моменти будуть однаковими, тобто $M = M_{sup} = M_{sp} = 0,155Pl$ (рис.1б). Ординати епюри поперечних сил будуть дорівнювати $Q_A = 0,275P$; $Q_B = 0,725P$ (рис. 1в). Оскільки балка розглядається без попереднього напруження арматури, в її розтягнутих зонах будуть виникати тріщини, максимальна ширина розкриття яких буде над опорою та під силами в прольотах. Певно в цих місцях буде мінімальна жорсткість перерізів B_{crk} , а в місцях, де $M=0$, жорсткість буде максимальною B_0 (рис. 1д). Зміну жорсткості вздовж балки приймемо пропорційно діючим згинальним моментам (рис.1д).

Жорсткість B_0 в перерізах, де $M=0$, визначаємо за формулою

$$B_0 = E_b I_{red}, \quad (5)$$

де I_{red} – момент інерції приведенного перерізу.

Рис. 1. Розрахункова схема двопролітної нерозрізної балки (а), епюра моментів в пружній стадії (б), те саме - з урахуванням перерозподілу зусиль (в), поперечних сил (г), зміна жорсткості (д).

Мінімальну жорсткість балки в перерізах, де діють максимальні моменти на i -му

циклі навантаження, визначимо за формулою:

$$B_{crc,i}(x) = z_i(x) A_s E_s (h_0 - x_i(x)) \frac{1}{\psi_{si}(x)}, \quad (6)$$

де $B_{crc,i}$ - мінімальна жорсткість балки на i -му циклі навантаження;

$x_i(x)$, $z_i(x)$, $\psi_{si}(x)$ - те саме, що і у формулі (4), але на i -му циклі навантаження.

Для елементів прямокутного профілю значення $z_i(x)$ можна визначити за формулою [1]:

$$z_i(x) = h_0 - x_i(x) / 3, \quad (7)$$

а висоту стиснутої зони бетону:

$$x_i(x) = \varphi_{\xi i}(x) h_0, \quad (8)$$

$$\text{де } \varphi_{\xi i}(x) = \beta_i(x) \left(\sqrt{1 + 2/\beta_i(x)} - 1 \right); \quad (9)$$

$$\beta_i(x) = \alpha_i(x) \mu \frac{\psi_b \varphi_{b2}}{\psi_{si} \varphi_{b1}}; \quad (10)$$

$$\alpha_i(x) = E_s / E_{b,cyc,i}; \mu = A_s / (b h_0); \quad (11)$$

$E_{b,cyc,i}$ - модуль пружнопластичності бетону при повторних навантаженнях на i -му циклі;

φ_b - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілення деформацій крайнього стиснутого волокна бетону на ділянках з тріщинами (для важкого бетону $\varphi_b = 0,9$).

Коефіцієнт $\psi_{si}(x)$ можна знайти за формулою:

$$\psi_{si}(x) = 1,25 - \varphi_{ls} \varphi_{mi}(x), \quad (12)$$

де $\varphi_{ls} = 1,0$ - при нетривалій дії навантаження для конструкцій зі стержневою арматурою [1];

$$\varphi_{mi}(x) = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{M_i(x)} \leq 1,0, \quad (13)$$

де $R_{br,ser}$ - нормативний опір бетону розтягання;

W_{pl} - момент опору приведенного перерізу для крайнього розтягнутого волокна з урахуванням непружних деформацій бетону (для прямокутних перерізів можна прийняти $W_{pl}=1,75W_{red}$, W_{red} - момент опору приведенного перерізу).

Значення модуля пружнопластичності бетону з урахуванням його зміни внаслідок дії повторних навантажень $E_{b,cyc,i}$ можна визначити за формулою, яка має вигляд, подібний як в роботі [4],

$$E_{b,cyc,i} = E_{b,0,cyc,i} (1 - \lambda_{R,cyc,i} \eta_{cyc,i}) \quad (14)$$

де $E_{b,0,cyc,i}$ - модуль пружнопластичності бетону при $\sigma_{b,cyc} = 0$ на i -му циклі навантаження;

$\lambda_{R,cyc,i}$ - граничний коефіцієнт пластичності бетону;

$\eta_{cyc,i}$ - рівень навантаження на i -му циклі.

Виходячи з наведеного, прогин від деформації згину на i -му циклі повторних навантажень можна визначити за трансформованою формулою (1) у вигляді:

$$f_{mi} = \int_0^l \overline{M}(x) \left(\frac{M(x)}{B_{crc,i}(x)} \right) dx. \quad (15)$$

Для визначення прогинів від деформацій зсуву для випадку повторних навантажень формулу (2) можна трансформувати у вигляд

$$\gamma_i(x) = \frac{1,5Q_i(x)\varphi_{b2}}{G_{cyc,i}bh_0} * \frac{3E_{b,cyc,i}I_{red}}{B_{crc,i}(x)}, \quad (16)$$

де $G_{cyc,i} = 0,4E_{b,cyc,i}$;

$B_{crc,i}$ - визначається за формулою (6).

З урахуванням (16) прогин від деформацій зсуву для i -го циклу повного навантаження можна визначити за формулою:

$$f_{qi} = \int_0^l \overline{Q}(x) \gamma_i(x) dx. \quad (17)$$

Блок-схеми для визначення f_{mi} і f_{qi} представлені на рис. 2 і рис. 3.

Оскільки епюри $\overline{M}(x)$ і $\overline{Q}(x)$ від одиничного навантаження мають лінійний характер, то для обчислення інтегралів (15) і (17) можна використати метод Верещагіна А.Н., розбиваючи балку на ділянки, в межах яких жорсткість приймати середньою.

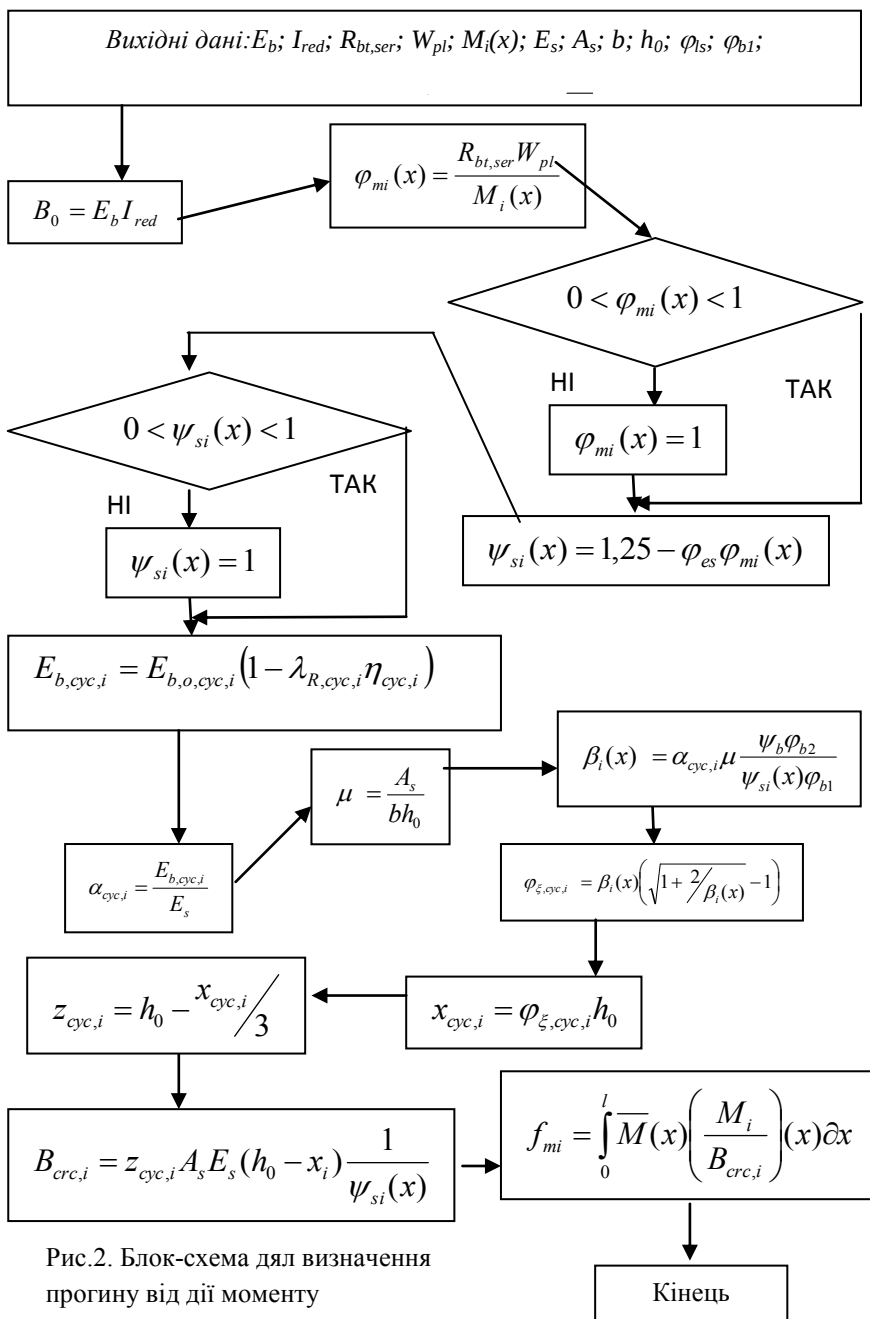


Рис.2. Блок-схема для визначення прогину від дії моменту

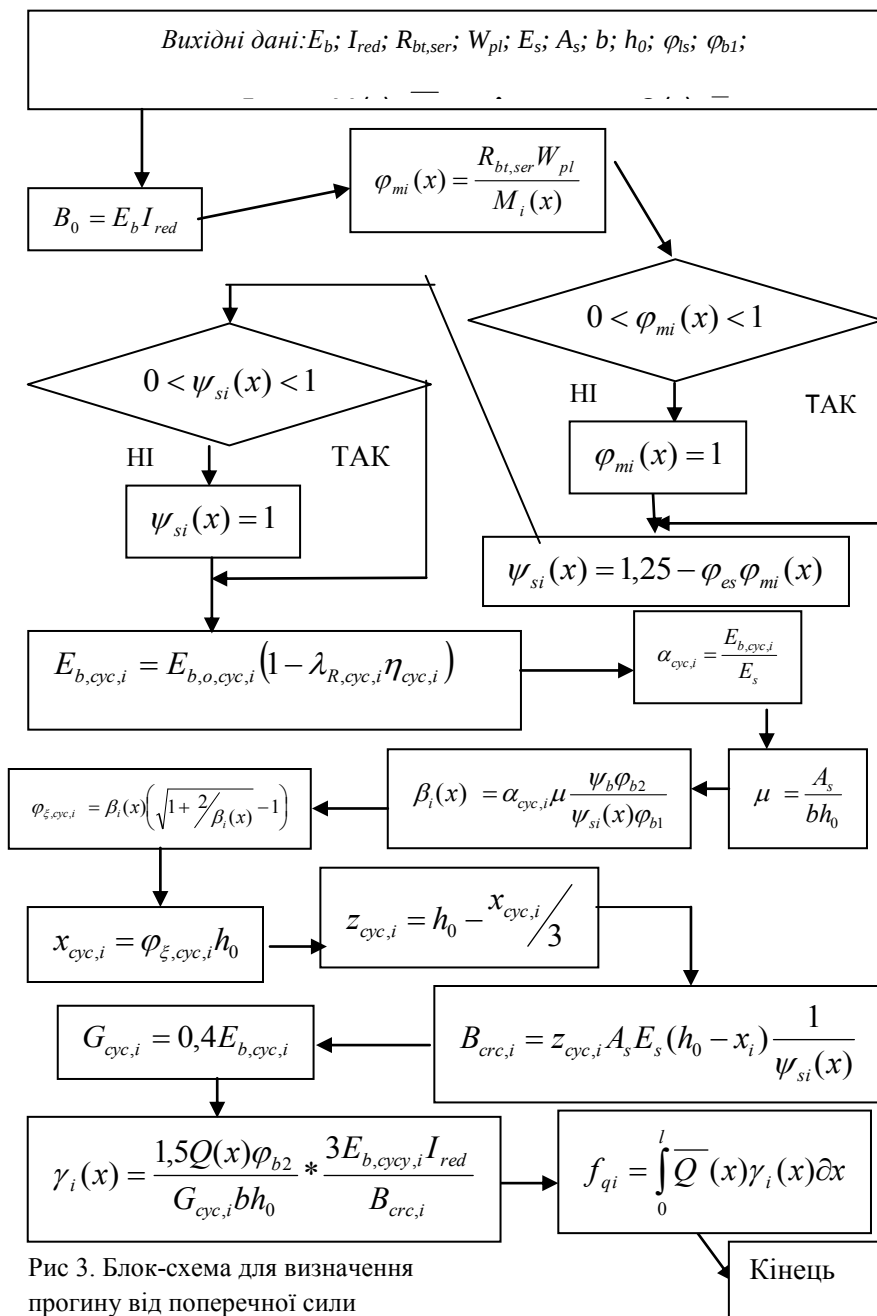


Рис 3. Блок-схема для визначення прогину від поперечної сили

Висновки

1. Наведена удосконалена методика визначення прогинів нерозрізних балок від деформацій згину і зсуву враховує зміну пружнопластичних характеристик бетону внаслідок дії повторних навантажень.
2. Розроблені блок-схеми можуть бути використані для визначення прогинів нерозрізних балок при дії повторних навантажень.

References

1. DSTU B V.2.6-156:2010. Betonni ta zalizobetonni konstruktsiyi z vazhoho betonu. Pravyla proektuvannya – Kyiv, Minrehionbud, 2011.
2. Barashykov A.YA. Raschet zhelezobetonnykh konstruktssy na deystvye dlytel'nykh peremennykh nahruzok. – Kyev: Budivel'nyk, 1977. – 156s.
3. Babych YE.M., Krus' YU.O. Betonni ta zalizobetonni elementy v umovakh malotsyklovykh navantazhen'. – Rivne: Vyd-vo RDTU, 1999. – 119s.
4. Babych YE.M., Il'chuk N.I. Mitsnist' i deformatyvnist' vazhkoho betonu pry malotsyklovomu stysnenni / Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy: Zbirnyknaukovykh prats'. – Rivne: Vyd-vo UDUVHP, 2003. – Vypusk 9. – s. 116-123.

Список використаної літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важого бетону. Правила проектування – Київ, Мінрегіонбуд, 2011.
2. Барашиков А.Я. Расчет железобетонных конструкций на действие длительных переменных нагрузок. – Киев: Будівельник, 1977. – 156с.
3. Бабич Є.М., Крусь Ю.О. Бетонні та залізобетонні елементи в умовах малоциклових навантажень. – Рівне: Вид-во РДТУ, 1999. – 119с.
4. Бабич Є.М., Ільчук Н.І. Міцність і деформативність важкого бетону при малоцикловому стисненні / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірникнаукових праць. – Рівне: Вид-во УДУВГП, 2003. – Випуск 9. – с. 116-123.

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ШУМОВИМ ЗАБРУДНЕННЯМ У ЗОНАХ ВПЛИВУ ВЕЛИКИХ МІСТ

METHODS OF COMBATING WITH NOISE POLLUTION IN ZONES INFLUENCE OF LARGE CITIES

Смал М.В., к.т.н., доц., Дзюбинська О.В., асистент, Сокур Т.Д.,
студент (Луцький національний технічний університет)

Smal M.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Dzyubynska O.V.,
Assistant Professor, Sokur T.D., student (Lutsk National Technical University)

***Анотація.** Транспортне шумове забруднення продовжує збільшуватися разом із зростанням міст, щільністю міського населення та інтенсивністю транспортних перевезень. Повністю знизити рівень шуму неможливо, але є різні методи для його мінімізації, одним із яких є використання шумозахисних екранів.*

***Summary.** The main sources of external noise in cities are: streams of all types of land road and rail transport; aviation transport at airports and zones of air routes of aerodromes; industrial enterprises and individual equipment; playgrounds of loading and unloading works objects of transport, trade, municipal and other enterprises and establishments; outdoor sports facilities and playgrounds; machines, mechanisms and technological equipment that perform construction, repair, cleaning and improvement of urban areas. Traffic flows on main streets and roads and trains are considered as linear sources of external noise in cities and all others as local. Due to the increase the level of motorization in Ukraine there is a problem of noise insulation and dust protection of buildings and structures located on roads of different purposes. Excessive noise can lead not only to physical discomforts but also to serious health problems, most commonly nervous system problems, cardiovascular disease, vision problems and increased fatigue. Transport noise contamination continues to increase with the growth of cities, urban population density, and the intensity of transport. Unfortunately, already today the noise level on the main highways of the cities is about 90 dB, which is already higher than the norm, and this level is increased annually by 0.5 dB.*

It is impossible to completely reduce the noise level, but there are different methods to absorb it or to minimize it. They use different methods of sound insulation, one of which is the installation of noise shields. Depending of the principle of action, there are three main types of acoustic screens: absorbent, reflective, combined. According to the purpose, they are made of different materials, depending on which the screens can be transparent and opaque. Protective fences are constructed from materials with a high reflectance of sound wave energy. For this use: polycarbonate, glass, and rarely - concrete. Often, these materials combine. In the article is described the classification of acoustic screens according to the principle of action and presented a comparative characteristic of the noise absorption of materials used in the manufacture of acoustic screens.

Ключові слова: шум, звукопоглинаючі панелі, акустичні екрани.

Keywords: noise, soundabsorbing panels, acoustic screens.

Постановка проблеми. У зв'язку із підвищенням рівня автомобілізації в Україні постає проблема шумоізоляції та пилозахисту будівель і споруд, які знаходяться біля доріг різного призначення. Надмірний шум може призвести не лише до фізичних незручностей, а й до серйозних проблем зі здоров'ям, найчастіше це проблеми з нервовою системою, серцево-судинні захворювання, проблеми із зором та підвищення стомлюваності [1]. Науково доведено, що шум шкідливий не лише для людей, рослини під дією шуму ростуть повільніше, але рослини можуть звикнути до дії шуму, а люди не можуть до нього адаптуватись, тому потрібно вживати всі заходи для боротьби з ним.

На жаль, уже на сьогоднішній день рівень шуму на головних магістралях міст становить близько 90 Дб, що уже перевищує норму, і цей рівень щорічно збільшується на 0,5 Дб.

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Головна мета дослідження полягає в розкритті проблем шумового забруднення міст та дослідженні методів щодо їх вирішення. Поставлені завдання: проаналізувати джерела шумового забруднення в містах, охарактеризувати організаційно-технічні методи боротьби з шумовим забрудненням; дослідити можливість використання акустичних екранів уздовж лінійних джерел шуму, як засобу боротьби з шумовим забруднення у містах.

Виклад основного матеріалу дослідження.

До основних джерел зовнішнього шуму у містах належать [2,3]:

- потоки усіх видів наземного автомобільного та рейкового транспорту;
- авіаційний транспорт в аеропортах та зонах повітряних трас аеродромів;
- промислові підприємства та окреме устаткування;
- майданчики вантажно-розвантажувальних робіт об'єктів транспорту, торговельних, комунально-побутових та інших підприємств і установ;
- відкриті спортивні споруди та ігрові майданчики;
- машини, механізми та технологічне устаткування, що виконують роботи з будівництва, ремонту, прибирання та благоустрою міських територій.

Транспортні потоки на магістральних вулицях та дорогах і залізничні потяги у русі розглядаються як лінійні джерела зовнішнього шуму у містах, а всі інші – як локальні.

Основною шумовою характеристикою джерел зовнішнього шуму у містах є еквівалентний рівень звуку. У деяких випадках шум може оцінюватися максимальним рівнем звуку.

Природний шум становить 20-30 Дб, цей рівень звуку нешкідливий для людини і не приносить незручностей. За санітарними нормами людина може переносити без особливої шкоди протягом тривалого часу шум до 40 дБА. Тому проблема зниження шуму має велике значення при покращенні умов навколишнього середовища. Гранично допустимі рівні звуку на територіях міської забудови [2] наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Територія забудови	Час доби, год	Гранично допустимі рівні звуку, дБА	
		Еквівалентний L_E	Максимальний L_{max}
Територія, прилегла до:			
будинків лікарень, санаторіїв;	8-22	45	60
	22-8	35	50
житлових будинків, будинків поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних установ, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек	8-22	55	70
	22-8	45	60
будинків готелів та гуртожитків	8-22	60	75
	22-8	50	65
офісних будівель	8-22	65	80
	22-8	55	70
Майданчики для відпочинку на території:			
лікарень і санаторіїв;	-	35	50
житлових кварталів та груп житлових будинків, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків інтернатів для людей похилого віку та інвалідів	-	45	60
майданчики на території дитячих дошкільних установ, шкіл та інших навчальних закладів	-	45	60

Так як шумове забруднення є проблемою державного рівня, законодавчими та нормативно-правовими документами [4-8] передбачені

заходи для відвернення, зниження і досягнення безпечних рівнів виробничих та інших шумів, а саме:

- створення і впровадження малошумних машин і механізмів;
- удосконалення конструкцій транспортних та інших пересувних засобів і установок та умов їх експлуатації, а також утримання в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличного покриття;
- розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму під час планування і забудови населених пунктів відповідно до встановлених законодавством санітарно-гігієнічних вимог, будівельних норм та карт шуму;
- виробництво будівельних матеріалів, конструкцій, технічних засобів спорудження житла, об'єктів соціального призначення та будівництво споруд з необхідними акустичними властивостями;
- організаційні заходи для відвернення і зниження виробничих, комунальних, побутових і транспортних шумів, включаючи запровадження раціональних схем і режимів руху транспорту та інших пересувних засобів і установок у межах населених пунктів.

Окрім цих заходів є також архітектурно-планувальні, будівельно-акустичні, організаційно-технічні методи, спрямовані на зниження шуму в джерелі його виникнення, одним із таких методів являється встановлення шумозахисних екранів.

Акустичний (шумозахисний) екран - перепона встановлена на шляху між джерелом шуму і місцем спостереження, що викликає виникнення так звані акустичної тіні. Акустичний екран [2] являє собою конструкцію з панелей акустичного захисту встановлених у певній системі несучої конструкції з бетонних або сталевих стійок.

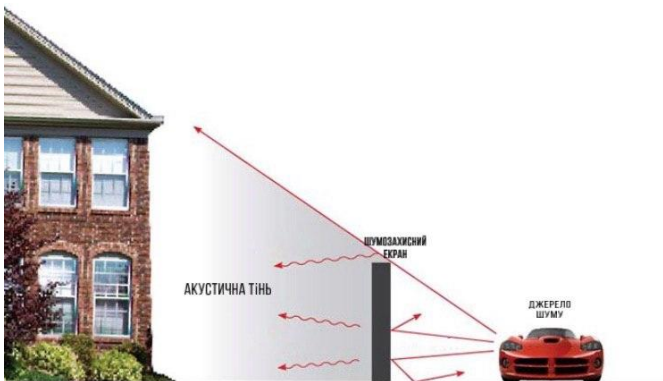


Рис. 1. Принцип дії акустичного екрану

На рис. 1. зображено прямий шлях шуму від джерела до приймача, який переривається шумозахисним екраном. Залежно від шумозахисного матеріалу та обробки поверхні, частина вихідної шумової енергії відбивається або розсіюється назад до джерела. Проте повністю усунути шум неможливо.

За принципом дії розрізняють 3 основних типи екранів [9-11]: поглинаючі, відбиваючі, комбіновані. Їх встановлюють не лише біля автомобільних доріг, а й біля залізничних колій, аеропортів та інших локалізованих джерел шуму.

Шумопоглинаючий — монтується з важких матеріалів, таких як бетон, панелі з функцією шумопоглинання сприймають на себе звукову хвилю, яка, проходячи через спецматеріали, втрачає свою силу. Використовуються такі екрани на ділянках, де необхідний захист від шуму без нанесення шкоди протилежній від конструкції стороні. В основному звукопоглинальні панелі встановлюються на автотрасах з великим вантажопотоком.

Шумовідбиваючий — листи з плоскою рівною поверхнею (такі, як монолітний або стільниковий лист) мають властивість знижувати звук в основному завдяки його відображенню. Прозорі акустичні бар'єри можуть знизити рівень шуму більш, ніж на 30 Дб, товщина листа, що використовують для спорудження акустичного бар'єру, безпосередньо впливає на його ефективність. Завдяки високій здатності пропускати світло, шумовідбивні екрани мають можливість огляду та перешкоджають виникненню тунельного ефекту.

Конструкція комбінованих екранів містить у собі шумопоглинальні панелі в сполученні з шумовідбивними екранами.

З огляду на закони поширення шумових хвиль, для правильного та ефективного шумозахисного екрану необхідно виконати акустичний проект, у якому будуть визначені геометричні розміри, конфігурація та розташування його елементів.

Ефективність шумових бар'єрів залежить від їх висоти. Екран повинен бути вищий, ніж джерело шуму. Зазвичай це 2-3 м, але буває і більше – до 6 метрів. Шумозахисні паркани нижче 2,5 м не можуть як слід виконувати свої функції.

Екрани виготовляють з різних матеріалів, залежно від цих матеріалів вони можуть бути прозорими та непрозорими. Прозорі шумозахисні екрани мають певні переваги над іншими, оскільки дозволяють бачити навколишній ландшафт, тим самим запобігаючи відчуття закритості або відгородження.

Захисні паркани будують із матеріалів з високим коефіцієнтом відображення енергії звукової хвилі. Для цього використовують: полікарбонат, скло, а рідше – бетон. Часто ці матеріали комбінують між собою.

Полікарбонат володіє чудовими звукоізоляційними якостями і має естетичний зовнішній вигляд. До того ж, він може пропускати світло, створюючи більш комфортні умови, ніж при використанні глухого паркану. Використовують сотовий або монолітний полікарбонат.

Скляні шумозахисні екрани виготовляють із загартованого матеріалу. Виходить міцна і красива огорожа, але досить дорога в порівнянні з екраном, виготовленим з полікарбонату. Високий паркан зі скла не створює перешкод з видимістю, пропускає світло, стійкий до різних атмосферних явищ. Однак, такий паркан складно встановлювати – для цього потрібні спеціальні навички та інструменти.

Нижче наведено порівняльну характеристику шумопоглинання полікарбонату в порівнянні зі склом [12-14] (табл. 2).

Таблиця 2

Рівень поглинання шуму залежно від матеріалу
акустичного екрану

Товщина матеріалу	Сотовий полікарбонат, Дб	Монолітний полікарбонат, Дб	Скло, Дб
3 мм	-	23	-
4 мм	6	25	29
5 мм	-	27	30
6 мм	8	29	31
8 мм	13	31	32
10 мм	20	33	33
12 мм	-	34	34
15 мм	-	35	-
16 мм	21	-	-
20 мм	22	-	-
25 мм	23	-	-
32 мм	25	-	-

Незважаючи на ранні дослідження, які розпочались в Америці у 1958 році, перша шумозахисна стіна з'явилась у 1968 році. Вона була побудована в штаті Каліфорнія. Пізніше, із прийняттям закону про боротьбу із шумом 1972 року, так звані звукові стіни почали поширюватися по всій країні.

З часом шумозахисні екрани удосконалювались, так, наприклад у Нідерландах розпочались тестування бар'єрів, що здатні не лише захищати від шуму, а й виробляти електрику за допомогою енергії сонця. Це велике досягнення, адже тепер екрани зможуть не тільки захищати від шуму та пилу, але й забезпечувати мешканців населених пунктів електрикою.



Рис. 1. Звукові бар'єри з сонячними батареями

Висновки. Розглянувши особливості та параметри шумозахисних екранів, можна виділити їхні основні позитивні та негативні характеристики. Основною перевагою використання шумозахисних екранів є, звичайно, значне зниження рівня шуму та захист від бруду та пилу, які надходять з дороги. Розглядаючи окремо екрани з полікарбонату, можна відзначити, що на цей матеріал не впливають несприятливі погодні умови, він стійкий до ультрафіолетового випромінювання, не піддається корозії. Прозорі матеріали забезпечують хорошу пропускну здатність світла, легка вага та гнучкість полегшує обробку, а також монтаж.

Недоліками є відносно висока вартість встановлення, паркан повинен бути суцільним, адже навіть невеликі тріщини в конструкції зменшують ефективність усього екрану, взимку є можливість утворення снігових заметів.

References

1. Kucheriavy V.P. Urban Ecology: Textbook / V.P. Kucheriavy. - Lviv: World, 2002. - 439 p.
2. Noise protection in urban planning / H.L. Osipov, V.E Korobkov, A.A Klymukhyn, etc. - M.: Stroyizdat, 1993. - 96 p.
3. L.Y Karahodyna City and noise. Nature / L.Y Karahodyna. - M: 1993.
4. DBN B.2.2-12: 2018 "Planning and Development of Territories"
5. DBN B.1.1-31: 2013 "Protection territories of buildings and structures from noise"
6. DSP 173. "State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements"
7. Law of Ukraine "On the Protection of Atmospheric Air"
8. Law of Ukraine "On ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population"
9. Novak S.M., Lohvynets A.S. Protection from noise and vibration in construction. - K.: Stroitel, 1990. - 194 p.

10. Petruk V.H., Kvaterniuk S.M., Turchyk P.M., Tyshchenko O.O. Construction-acoustic ways reducing the traffic noise of motorways [Electronic resource]. Access mode: <http://eco.com.ua/content/budivselno-akustichni-zasobi-znizhennya-transportnogo-shumu-avtomagistralei-0>
11. On Highway Noise Barriers, The Science Is Mixed. Are There Alternatives? [Electronic resource]. Access mode: <https://undark.org/2017/12/27/highway-noise-barrier-science/>
12. Noise-protection screens. Polycarbonate as a material for noise protection. [Electronic resource]. Access mode: <https://plastimet.prom.ua/a227431-shumozahisni-ekrani-polikarbonat.html>
13. Noise-protection screens. [Electronic resource]. Access mode: <https://ektokom.wixsite.com/index/blank-3>
14. Noise-protecting (sound-reflecting, noise-absorbing) fences. [Electronic resource]. Access mode: <http://gorodсад.in.ua/shumozakhysni-zvukootrazhaiushchye-shumopohlynaiuchi-parkany.html>

Список використаної літератури

1. Кучерявий В. П. Урбоекологія: Підручник / В. П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2002. – 439 с.
2. Защита от шума в градостроительстве / Г. Л. Осипов, В. Е. Коробков, А. А. Климухин и др. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.
3. Карагодина Л. И. Город и шум. Природа / Л. И. Карагодина. – М: 1993.
4. ДБН Б.2.2-12:2018 “Планування і забудова територій”
5. ДБН В.1.1-31:2013 “Захист територій будинків і споруд від шуму”
6. ДСП 173. “Державні санітарні правила Планування і забудови населених пунктів”
7. Закон України “Про охорону атмосферного повітря”
8. Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”
9. Новак С. М., Логвинец А. С. Защита от шума и вибрации в строительстве. – К.: Строитель, 1990. – 194 с.
10. Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Турчик П. М., Тищенко О.О.. Будівельно-акустичні засоби зниження транспортного шуму автомагістралей – [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://eco.com.ua/content/budivselno-akustichni-zasobi-znizhennya-transportnogo-shumu-avtomagistralei-0>
11. On Highway Noise Barriers, the Science Is Mixed. Are There Alternatives? – [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://undark.org/2017/12/27/highway-noise-barrier-science/>
12. Шумозахисні екрани. Полікарбонат як матеріал для захисту від шуму. – [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://plastimet.prom.ua/a227431-shumozahisni-ekrani-polikarbonat.html>
13. Шумозахисні екрани. – [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://ektokom.wixsite.com/index/blank-3>
- Шумозахисні (звукоотражающие, шумопоглощающие) паркани. – [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://gorodсад.in.ua/shumozakhysni-zvukootrazhaiushchye-shumopohlynaiuchi-parkany.html>

**ІНЖЕНЕРНО – ПЛАНУВАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕРИТОРІЇ
ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ. ПРОБЛЕМИ ТА
ПЕРЕДУМОВИ**

**ENGINEERING AND PLANNING ORGANIZATION OF THE
TERRITORY OF THE LUGANSK REGION IN MODERN
CONDITIONS. PROBLEMS AND PREREQUISITES**

**Соколенко В.М., к.т.н., доц., Соколенко К.В., аспірант
(Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
м. Сєвєродонецьк)**

**Sokolenko V. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Sokolenko K.V., postgraduate student (Volodymyr Dahl East Ukrainian
National University, Sievierodonetsk)**

***Анотація.** Розглянуто проблеми та передумови розвитку інженерно-планувальної організації Луганської області в сучасних умовах. Визначено історичні аспекти формування агломерацій Донбасу та обставини їх деградації.*

***Summary.** Ukrainian Donbass belongs to the industrial region which is based on coal - metallurgical complex. Now in the Donbass, an armed conflict continues, caused by external aggression. The tasks are to determine the main directions of territorial development, taking into account modern conditions.*

Donetsk and Lugansk regions belong to highly urbanized regions. The total population of the regions exceeds 6.6 million people, which is larger than a small European country.

As the industrial region, Donbas was formed at the end of the XIX century. This was contributed by the industrial revolution and labor migration. However, the own resources of the territory are not enough to maintain an excess population. During the First and Second World War, the Donbass suffered a recession related with the degradation of the region. The recovery was at the expense of tough government policies and administrative measures.

By historical standards, Donbass arose and developed instantly. History did not know such examples. At the beginning of the XXI century, the industrial cities of the Lugansk region faced with a number of problems. There are the environmental overload of the territory, outdated technologies of the industrial era, a decline of the urban development, and a decrease in the population.

In 2014, this situation got worse significantly as a result of armed conflict. The territory and economic complex are artificially separated. The military action has been stabilized along the demarcation line with a length of 427 km. It crosses roads, railway routes, passes along the borders of the main agglomerations. The situation has undoubtedly negative consequences. The issues of the development of the territory, the

improvement of the urban and territorial planning have not been planned and considered.

The classification of regions distinguishes typologies by signs of function and form. The Lugansk region is a cross-border region with a prevailing coal industry. The region is faced with the tasks of modernizing the coal industry, providing employment of the population, improving the environment, and searching for new development incentives. The situation of armed conflict in the cross-border region requires taking into account a new function - border control

Ключові слова: *агломерація, населення, генплан, містобудівний розвиток.*

Keywords: *agglomeration, population, general layout, urban development.*

Постановка проблеми. Український Донбас, з урахуванням історичних реалій, можна віднести до старопромислового регіону, основу якого складає вугільно-металургійний комплекс. Фаза екстенсивного розвитку минула. На даний час фіксується згортання містобудівної бази. Ситуацію обтяжено збройним конфліктом з прихованим зовнішнім втручанням. Стратегічні напрямки та завдання територіального розвитку вимагають оновлення та коригування.

Території Луганської та Донецької областей є високо-урбанізованими. Станом на 2014 р. відсоток міського населення областей сягав 80-90%.

Кількість населення Донецької обл. становила 4,356 млн. чол., Луганської обл. – 2,256 млн.чол., разом – понад 6,6 млн. чол., що у сукупності більше, ніж в окремих невеликих європейських країнах. З поміж 47 європейських держав 27 мають населення чисельністю менше 6 млн. осіб [1].

Аналіз відомих досліджень і публікацій. На території областей сформувались 7 агломерацій (рис. 1) [1].

Луганська область розташована на сході України і в даний час охоплена ООС (АТО). Обласний центр – м. Луганськ – своє основне адміністративне значення втратив. Адміністративні установи обласного рівня переведені в місто обласного підпорядкування Северодонецьк.

Область займає за кількістю міст друге місце в Україні. На території області можна виділити умовно аграрну північ, вуглевидобувний південь. За типом розселення можливо виділити наступні агломерації Центральна – Луганська (Алчевськ – Кадіївка), Північно – Луганська (Луганськ), Південно – Луганська (Хрустальний), Северодонецько – Лисичанська агломерація [1].

Бурхливий розвиток Донбасу починається з 70-80 рр. XIX ст., коли співпала дія кількох ключових факторів промислової революції:

- агресія Російської імперії у напрямку Балкан та Чорного моря, що потребувало великої кількості зброї а отже металу;
- поява та розповсюдження парових машин та паротягів – споживачів вугілля;

- українські чорноземи стали безпечними сільськогосподарськими територіями після серії Кримських та турецьких війн, розділу Польщі.

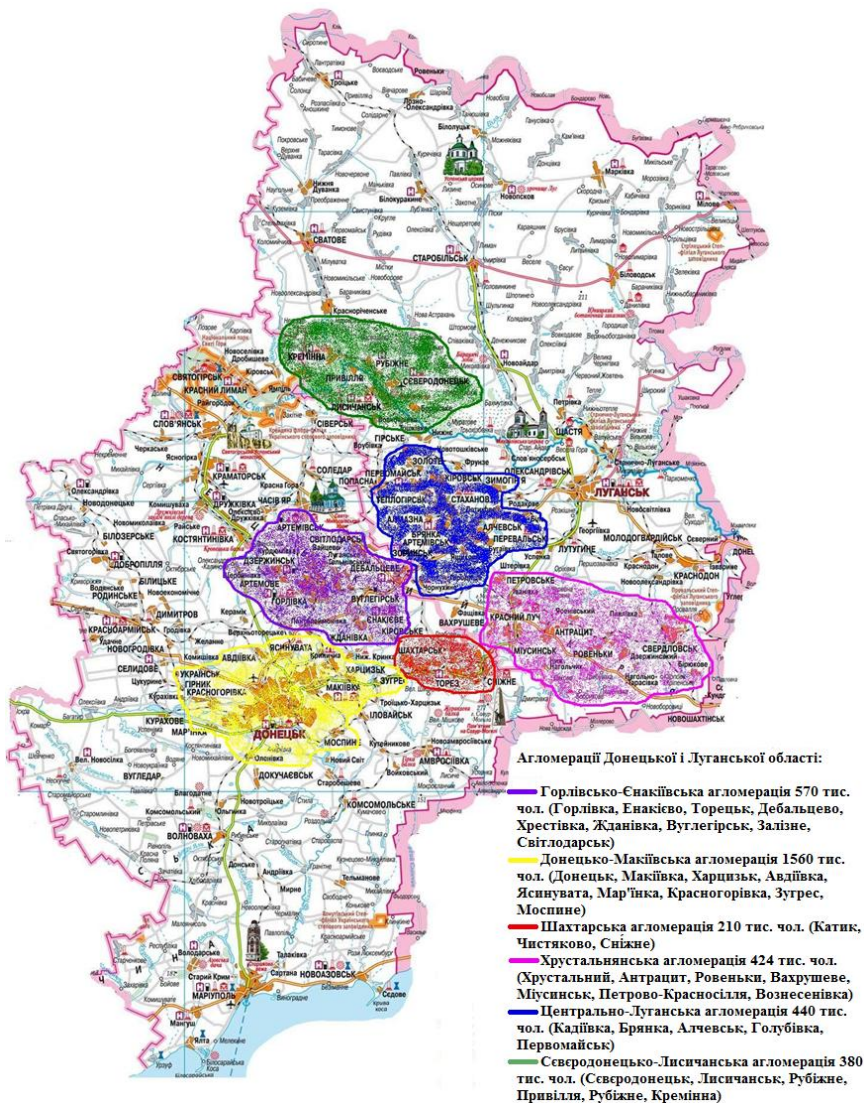


Рис. 1. Агломерації Донбасу

У 1895-1900 рр. виробництво чавуну та сталі на Донбасі зрівнялось з обсягами виробництва на Уралі, тобто з цього періоду Донбас можна вважати новим індустріальним центром Російської Імперії [2].

Донбас відноситься до зони ризикованого сільського господарства, з 10 років лише 2 зазвичай врожайні. З 1799 по 1856 рр. нараховано 28 неурожайних років [2].

Надмірна урбанізація перевантажує територію. Власних ресурсів не вистачає для утримання такої кількості населення. Власний експорт міста повинен переважати, тоді місто має можливість розвиватись. Це твердження справедливе і для агломерацій [3].

Донбас вже пережив занепад у 1918-1924 рр. Фактично, з поправкою на епоху, проблеми мали/мають той же характер, а наслідки в цілому подібні – зменшення виробництва, міграція населення і робітників, широке розповсюдження городництва з метою уникнути голоду, пайкова система, голод, зuboжіння, натуральний обмін [4].

Після другої світової війни СРСР реалізував масштабний план відродження Донбасу. Для відбудови держави був потрібен метал, енергія, паливо. Проте на той час було закладено перекося, пов'язані з домінуванням потреб оборонної галузі. Багато підприємств було зорієнтовано на випуск військової продукції.

На період 1950-1980 рр. було закладено та частково реалізовано стратегію розвитку Донбасу, яка передбачала прискорену урбанізацію регіону. Зрозуміло, що зростання чисельності населення відбувалось переважно за рахунок трудової міграції, в т.ч. із застосуванням жорстких адміністративних заходів.

Донбас виник та розвився миттєво, за історичними мірками. Подібних випадків історія не знала [1].

Мета статті. Дослідити місце і роль Лисичансько – Северодонецької агломерації в системі регіонального розселення та Луганської області, встановити особливості формування функціонально просторової структури агломерації, тенденції її розвитку, еволюцію регіональної системи розселення, стан і проблеми містобудівного розвитку.

Виклад основного матеріалу Все вищенаведене становить передумову ситуації, що склалася у теперішній час. Збройний конфлікт інспірований в т.ч. внаслідок деформованої соціальної та національної структури регіону, регіональної близькості до кордону, люмпенізації населення.

На початку XXI ст. промислові міста Луганської обл. та агломерації зіткнулися з рядом проблем, що були викликані згортанням промислової бази. Можна відзначити:

- екологічне перенавантаження територій;
- застарілі технології індустріальної епохи;
- згортання містобудівної бази;

- зменшення чисельності працездатного населення.

У 2014 р. ця ситуація була причаєлена збройним конфліктом. Склаєся ситуація штучного розподілу територіального та економічного комплексу яка триває вже 5 років – термін часу, співставний з етапом реалізації та планування рішень генплану [5].

Лінія розмежування ООС розчленовує дві області Донбасу, блокує ряд автомобільних шляхів та залізницю державного значення. Умовна північ та більша частина с/г земель Луганської області знаходяться під контролем України. Умовний південь та центр не контролюються державою. Лінія зіткнення проходить по межах основних агломераційних утворень та по природних бар'єрах (рис. 2).



Рис. 2. Лінія розмежування ООС

Ситуація має безумовно негативні наслідки, питання розвитку території, удосконалення містобудівної територіально-планувальної організації взагалі видалено з порядку денного.

Унікальність ситуації полягає в тому, що місцем конфлікту є урбанізована територія [6]. Попри локалізацію лінії зіткнення, масштаб конфлікту можна порівняти з невеликою європейською державою. Зовнішнє військове втручання носить прихований гібридний характер. У вирішенні збройного конфлікту домінують зовнішньополітичні чинники.

Наукова робота Ю.М. Білоконя містить класифікацію регіонів за ознаками функції та форми. Регіони першої групи поділяються за функціональним призначенням:

- столичні;
- транспортні;
- транскордонні.

Регіони другої групи по особливих природних умовах поділяються на приморські, прирічкові та регіони з корисними викопними [7].

Автором відзначено, що промислові регіони з корисними викопними мають однакові задачі модернізації вугільної промисловості, забезпечення зайнятості населення, оздоровлення навколишнього середовища, пошуку нових стимулів розвитку. Окремо наголошено, що транскордонні регіони мають стати актуальним об'єктом містобудівного проектування [7].

На рівні наукової дискусії постає питання розширеного тлумачення переліку окремих особливих функцій регіональної типології. По лінії розмежування, по існуючому кордону, який тимчасово не контролюваний Україною, де факто формується прикордонний регіон, у межах якого поняття «транскордонна співпраця» може набрати іншої функції – «прикордонний контроль» – коли державний кордон виконує захисну, загороджувальну роль.

Висновки: на території Луганської та Донецької областей ситуація збройного конфлікту, можливо, формує нову політико-економічну реальність, з якою не можна не рахуватись. Містобудівний розвиток області має враховувати штучність розчленування, викликаного зовнішніми чинниками. Удосконалення та розвиток інженерно-планувальної організації території Луганської області в сучасних умовах вимагає введення нових функцій для транскордонних регіонів.

References

1. Вікіпедія. Міські агломерації України. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://uk.wikipedia.org/wiki/Міські_агломерації_України
2. Molchanov V. B. Ukrayins'kyi Donbas – ekonomichne dyvo druhoyi polovyny XIX – pochatu XX st. : Hrani istoriyi : zb. nauk. prats'. Spetsial'nyy vypusk – materialy II Vseukrayins'koyi naukovy-praktychnoyi konferentsiyi «Bakhmut's'ka starovyna: krayeznavchi doslidzhennya – 2018». – Slov'yans'k, 2018. – Vyp. 1(9). – S. 103-113.

3. Ositnyanko A.P. Planuvannya rozvytku mista: monohrafiya. K., KNUBA, 2001. - 458 s.
4. Popov V. ZH. Pasyanky proletars'koyi revolyutsiyi: robochi mista Ukrayiny v umovakh humanitarnoyi katastrofy 1917–1920 rr. : Hrani istoriyi : zb. nauk. prats'. Spetsial'nyy vypusk – materialy II Vseukrayins'koyi naukovy-praktychnoyi konferentsiyi «Bakhmut'ska starovyna: krayeznavchi doslidzhennya – 2018». – Slov'yans'k, 2018. – Vyp. 1(9). – S. 121-126
5. Planuvannya i zabudova terytoriy - K.: Minrehionbud Ukrayiny. - (Derzhavni budivel'ni normy Ukrayiny).: DBN B.2.2-12:2018. - Chynnyy vid 2018-09-01. - K., 2018- 179s.
6. Demyn N.M. Gorodskiye aglomeratsii v kontekste issledovaniya fenomena form i sistem rasseleniya: Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya: Nauk. - tekhn. zbirnyk - K., KNUBA, 2012. – Vyp. 45 ch.1.
7. Belokon' YU.N. Regional'noye planirovaniye (teoriya i praktika)/Pod red. I.A. Fomina. – K.: Logos, 2003.-S.259.

Список використаної літератури

1. Вікіпедія. Міські агломерації України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: : https://uk.wikipedia.org/wiki/Міські_агломерації_України
2. Молчанов В. Б. Український Донбас – економічне диво другої половини XIX – початку XX ст. : Грані історії : зб. наук. праць. Спеціальний випуск – матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Бахмутська старовина: краєзнавчі дослідження – 2018». – Слов'янськ, 2018. – Вип. 1(9). – С. 103-113.
3. Осітнянко А.П. Планування розвитку міста: монографія. К., КНУБА, 2001. - 458 с.
4. Попов В. Ж. Пасинки пролетарської революції: робочі міста України в умовах гуманітарної катастрофи 1917–1920 рр. : Грані історії : зб. наук. праць. Спеціальний випуск – матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Бахмутська старовина: краєзнавчі дослідження – 2018». – Слов'янськ, 2018. – Вип. 1(9). – С. 121-126.
5. Планування і забудова територій - К. : Мінрегіонбуд України. - (Державні будівельні норми України). : ДБН Б.2.2-12:2018. - Чинний від 2018-09-01. - К., 2018- 179 с.
6. Демин Н.М. Городские агломерации в контексте исследования феномена форм и систем расселения: Местобудування та територіальне планування: Наук. - техн. збірник - К., КНУБА, 2012. – Вип. 45 ч.1.
7. Белоконов Ю.Н. Региональное планирование (теория и практика)/Под ред. И.А. Фомина. – К.: Логос, 2003. - С.259.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОПОРУ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

INVESTIGATION PROPERTIES OF RESISTANCE FIBER
REINFORCED CONCRETE

Сунак П. О., к.т.н., доц., Синій С. В., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет), Крантовська О. М., к.т.н., доц., Ксьоншкевич Л. М., к.т.н., доц. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса), 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 (Lutsk National Technical University), Krantovska O. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Ksonshkevych L. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa), Parasiyk B. O. (Lutsk National Technical University)

***Анотація.** На основі теоретичних досліджень прийнятої моделі проаналізовано основні теоретичні дослідження опору сталевібробетону – зв'язок між напруженнями і деформаціями. Визначена ефективність фібрової арматури залежно від довжини і розташування фібр в просторі. Доведено, що в'язкість сталевібробетону приблизно в 10...12 разів більша за в'язкість бетону та залізобетону.*

***Summary.** It is possible to improve the performance of concrete by reinforcing the concrete with chaotically arranged short sections of various fibrous materials (straw, horse hair, graphite, asbestos, polypropylene fibers, etc.). The material thus obtained is referred to as fiber concrete. If we use short sections of steel wire as fibers, we get a composite material called fiber reinforced concrete. Numerous studies show that this material has several advantages over concrete, and partly with reinforced concrete - increased tensile strength, higher fracture toughness, greater resistance to shock and vibration loads, increased frost resistance, abrasion resistance and high temperature action.*

Fiber concrete differs significantly from reinforced concrete in that, from a certain limit on the coefficients of volume reinforcement, fibers do not perceive internal forces, but due to the adhesion forces bind the concrete matrix and inhibit its development in microcracks;

With the same reinforcement coefficients, thinner fibers are more effective, as this reduces the critical distance between their centers and, therefore, the likelihood of crack formation.

Steel fibers, crossing the trunk crack, contribute to stabilization of the achieved level of crack formation and restrain the creep deformation of the compressed zone of the

steel fiber element. Due to this, the stiffness of the bending steel fiber element decreases more slowly than the rigidity of the same reinforced concrete.

The work of compression steel is less pronounced than tensile. However, the resistance of the steel fiber specimen when compressed by 20 ... 30% exceeds the resistance of the concrete. This is explained by the restraining action of the fibers in the development of tensile stresses on the planes perpendicular to the line of action of the compressive force.

It has been proved that the viscosity of steel-fiber concrete is about 10 ... 12 times higher than the viscosity of concrete and reinforced concrete.

Ключові слова: *сталефібробетон, бетон, фібра, напруження, деформація, тріщина, руйнування.*

Keywords: *fiber reinforced concrete, concrete, fiber, tension, deformatio, crack, destruction.*

Постановка проблеми. Покращити експлуатаційні властивості бетону можна за рахунок армування бетону хаотично розташованими короткими відрізками різних волокнистих матеріалів (солома, кінський волос, графітові, азбестові, поліпропіленові волокна тощо). Отриманий таким чином матеріал називають фібробетоном. Якщо у вигляді волокон застосувати короткі відрізки сталевих дроту, то отримаємо композитний матеріал, що носить назву сталефібробетон. Цей матеріал, як показують численні дослідження, має ряд переваг перед бетоном, а частково, і залізобетоном – підвищену міцність на розтяг, вищу тріщиностійкість, більшу витривалість проти ударних та вібраційних навантажень, підвищену морозостійкість, стійкість на стирання та дію підвищених температур тощо [1 та ін.].

Застосування сталефібробетону, завдяки його властивостям та перевагам перед бетоном та залізобетоном, впевнено зайняло свою нішу у новому будівництві, реконструкції, ремонті та експлуатації будівель і споруд. Тому, розширення досліджень властивостей сталефібробетону дозволить підвищити ефективність та збільшити можливості його застосування у будівельній галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ідея про підсилення бетону рівномірно розподіленими по об'єму сталевими відрізками виникла більше 100 років тому. У 1874 році Д. Берард отримав перший патент в цій області. Першим дослідником властивостей сталефібробетону був російський інженер В. П. Некрасов. На початку XX століття він виготовив перші сталефібробетонні конструкції і зробив ряд експериментально-теоретичних висновків. Але ці роботи за деяких обставин не отримали подальшого розвитку. Лише у 70-их роках XX століття дослідження Д. П. Ромуальді, Г. Б. Батсона і Д. А. Манделя знову привернули увагу вчених до сталефібробетону і послужили поштовхом для нових досліджень. За останні чотири десятиріччя вченими всього світу отримано

ряд результатів, що підтверджують для заданих умов випробувань та експлуатації кращі якісні показники сталевібробетону у порівнянні зі звичайним бетоном [1-14 та ін.].

Мета і завдання дослідження – визначити та проаналізувати зв'язок між напруженнями і деформаціями в сталевібробетоні; дослідити ефективність впливу фібр на процес руйнування; проаналізувати вплив фібрового армування на механізм розвитку тріщин у сталевібробетоні.

Результати дослідження. Опір будь-якого матеріалу дії зовнішнього навантаження прогнозують на основі теоретичних досліджень прийнятої моделі. Потім результати цих досліджень коректують за експериментальними даними. Як правило, досліджують зв'язок між напруженнями і деформаціями, який для сталевібробетону може бути описаний кривою ОАБ (рис.1).

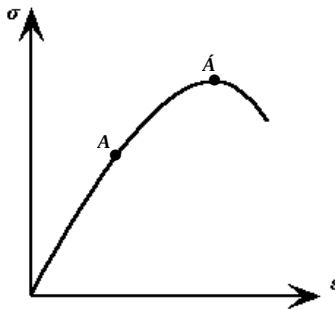


Рис. 1. Залежність між напруженнями і деформаціями в сталевібробетоні

На відрізьку ОА ця залежність майже лінійна. Далі вона стає нелінійною і досягає максимуму в точці Б. Напруження, що відповідають точці А, можна назвати порогом тріщиноутворення, або межею пропорційності, а напруження, що відповідають точці Б — межею міцності.

На основі великої кількості експериментальних досліджень [1-14 та ін.] побудовано графік залежності між напруженнями на порозі тріщиноутворення та відстанню між центрами довільно орієнтованих у просторі фібр S_f (рис. 2). З цієї залежності можна зробити висновок, що за умови $S_f < S_{f,cr}$ тріщини в сталевібробетоні з'являються при напруженнях значно вищих за межу міцності бетону матриці на розтяг.

Коли ж $S_f > S_{f,cr}$ (де $S_{f,cr} \approx 7$ мм), напруження в сталевібробетоні будуть дорівнювати напруженням в бетоні або залізобетоні. Підвищення

межі пропорційності сталевібробетону можна пояснити його структурою на основі положень механіки руйнування крихких матеріалів.

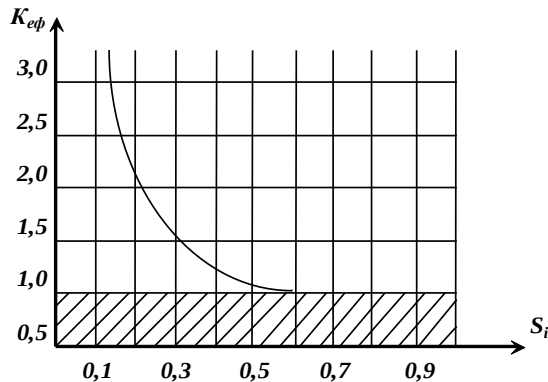


Рис. 2. Залежність між напруженнями на порозі тріщиноутворення та відстанню між центрами довільно орієнтованих фібр

Руйнування бетонного елемента починається на ранніх стадіях під впливом усадки ще до дії на нього зовнішнього навантаження. Проте при належному догляді за бетоном під час тужавлення вплив мікротріщин, що виникають в основному на контакті заповнювачів і цементного каменю, на міцність бетону незначний. На першій стадії роботи під дією навантаження процес руйнування носить сповільнений характер. У місцях концентрації напружень ростуть існуючі і утворюються нові тріщини. Фібри, що розташовані хаотично в просторі матриці, пронизують місця концентрації напружень і стримують розвиток деформацій і мікротріщин. Ефективність такого впливу фібр обумовлена, очевидно, довжиною "критичної" тріщини за Гріффітсом.

Беручи до уваги механізм розвитку тріщин, можна зробити такі висновки:

- сталевібробетон суттєво відрізняється від залізобетону тим, що, починаючи з певної межі коефіцієнтів об'ємного армування, фібри не сприймають внутрішніх зусиль, проте завдяки силам зчеплення зв'язують бетонну матрицю і гальмують розвиток в ній мікротріщин;
- при однакових коефіцієнтах армування ефективнішими є тонкі фібри, тому що при цьому зменшується критична відстань між їх центрами, а отже і ймовірність утворення тріщин.

Фібра буде ефективною в полі розтягувальних напружень, якщо забезпечене її зчеплення і замурування в бетоні. Сили зчеплення зростають при збільшенні довжини фібр.

З іншого боку, збільшення довжини фібр може спричинити утворення грудок в процесі приготування сталевібробетонної суміші. Тому, в цьому випадку, частки армування повинні бути зменшені. Ефективнішим виявляється не збільшувати довжину фібр, а збільшувати відсоток армування, забезпечивши при цьому надійне зчеплення за рахунок анкерів на кінцях фібр або за рахунок періодичності їх профілю [1-3].

Друга стадія роботи сталевібробетону на ділянці АБ (див. рис. 1) характеризується розвитком мікротріщин.

Розглянемо схему передачі зусилля висмикування N зі стержня періодичного профілю на бетон (рис. 3).

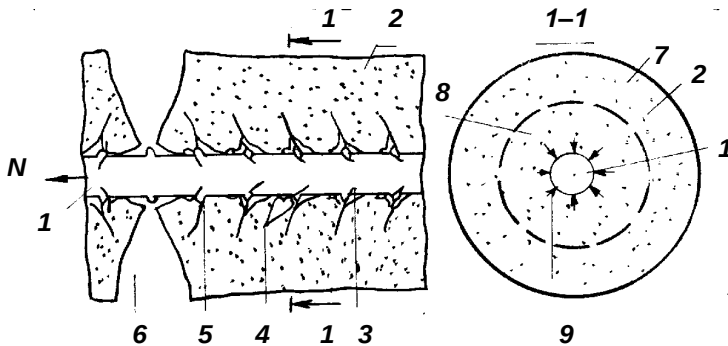


Рис. 3. Схема передачі зусилля висмикування N зі стержня періодичного профілю на бетон: 1 - стержень; 2 - бетон; 3 - зусилля, що передається зі стержня на бетон; 4 - реактивні зусилля, що передаються з бетону на стержень, та їх компоненти; 5 - внутрішні тріщини; 6 - первинні тріщини; 7 - зона без тріщин; 8 - внутрішня зона з тріщинами; 9 - реактивні зусилля розпору

Очевидно, це зусилля передається під кутом до осі стержня. Напруження розпору від сусідніх стержнів або фібр можуть накладатися, викликаючи в бетоні об'ємний стиск. Такі напруження будуть зростати в міру зближення центрів фібр, тобто залежатимуть від відстані S_f між фібрами.

Розвиток мікротріщин викликає збільшення деформацій фібр, які перетинають тріщину, і підвищує об'ємний стиск. За рахунок опору різіу при висмикуванні фібр з обтиснутого бетону різко зростає зусилля висмикування. В результаті тріщина стає сильно стиснутою розтягнутими фібрами, що гальмують її розвиток.

Зі збільшенням навантаження бетонна матриця повільно розхитується, опір висмикуванню фібр знижується, внаслідок чого елемент руйнується.

Затримка у розвитку тріщин при зростаючому навантаженні суттєво підвищує кількість енергії деформації, необхідної для руйнування сталевібробетонного зразка.

Прийнявши витрачену енергію на осьовий розтяг сталевібробетону і бетону і відповідно на розтяг при згині за міру в'язкості, за площами діаграм під кривими "навантаження-деформації" визначено зростання в'язкості сталевібробетону у порівнянні з бетоном. В'язкість сталевібробетону приблизно в 10...12 разів більша за в'язкість бетону та залізобетону.

Сталеві фібри, перетинаючи магістральну тріщину, сприяють стабілізації досягнутого рівня тріщиноутворення і стримують деформації повзучості стиснутої зони сталевібробетонного елемента. Завдяки цьому жорсткість згинального сталевібробетонного елемента знижується повільніше за жорсткість такого ж залізобетонного.

Робота сталевібробетону на стиск є менш вираженою, ніж на розтяг. Проте опір сталевібробетонного зразка при стисканні на 20...30 % перевищує опір такого ж бетонного. Пояснюється це стримуючою дією фібр у розвитку розтягувальних напружень на площинках, перпендикулярних до лінії дії стискувальної сили [1, 4].

Висновки.

1. Сталевібробетон суттєво відрізняється від залізобетону тим, що, починаючи з певної межі коефіцієнтів об'ємного армування, фібри не сприймають внутрішніх зусиль, проте завдяки силам зчеплення зв'язують бетонну матрицю і гальмують розвиток в ній мікротріщин.

2. Доведено, що при однакових коефіцієнтах армування ефективнішими є тонкі фібри, тому що при цьому зменшується критична відстань між їх центрами, а отже і ймовірність утворення тріщин.

3. Чисельні досліді показують, що для сповільнення розвитку тріщин у сталевібробетоні більш ефективним є підвищення відсотку фібрового армування, ніж збільшення довжини фібр.

4. На основі досліджень визначено, що тріщини в сталевібробетоні з'являються при напруженнях значно вищих за межу міцності бетону матриці на розтяг.

5. Опір сталевібробетонного зразка при стисканні на 20...30 % перевищує опір такого ж бетонного.

References

1. Sunak P.O., Sunak O.P. Ocinyuvannya nadijnosti stalefibrobetonnyx elementiv. Monografiya // P.O. Sunak, O.P. Sunak. - Lutsk: LDTU, 2001. – 142 s.

2. Krichvskij S. A. Prochnost', deformativnost' i treshhinostojkost' torkretstalefibrobetonnyh pokrytij zhelezobetonnyh balok: Diss... kandidata tehniceskikh nauk. – Kiev, 1996. – 152 s.
3. Sunak P. O. Doslidzhennya metodiv vy`znachennya nadijnosti pozacentrovo sty`snuty`x stalefibrobetonny`x elementiv / P. O. Sunak, S. V. Synii, Y.A. Melnyk, B.O. Parasiyk // Suchasni tehnologiyi ta metody` rozrahunkiv u budivny`cztvi: zb. nauk. pracz` – Lucz`k: Lutsky`j NTU, 2017. – Vyp. 7. - S. 245-251.
4. Semenyuk S. D. Prochnost' i deformativnost' izgibaemyh zhelezobetonnyh jelementov, usilennyh narashhivaniem szhatoj zony, pri staticheskom i malociklovom nagruzhennjah: monografija / S. D. Semenyuk, Yu. G. Moskalkova. - Mogilev: Belarus.-Ros. un-t, 2017. - 274 s.
5. Sunak O. P. Prochnost, treshhinostojkost i deformativnost normalnyh sechenij izgibaemyh kombinirovanno armirovannyh stalefibrobetonnyh jelementov: Dissertacija na soiskanie nauchnoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk: 05.23.01. - Kiev, 1986. – 175 s.
6. Zjatjuk Ju. Ju. Issledovanie deformatcionnyh harakteristik fibrobeta so stal'noj fibroj / Ju. Ju. Zjatjuk // Vesnik Belorussko-Rossiskogo universiteta, UPKP MJeUP - №3 (52) Mogilev – 2016. – S. 160-168.
7. Lysenko E. F., Getun G. V. Proektirovanie stalefibrobetonnyh konstrukcij // E. F. Lysenko, G. V. Getun. - Kiev, 1989. – 184 s.
8. Sunak P. O. Issledovanie izmenchivosti kubikovej prochnosti stalefibrobeta / P. O. Sunak, S. V. Synii, O. P. Sunak, Y.A. Melnyk // Stroitel'stvo i vosstanovlenie iskusstvennyh sooruzhenij: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2 ch. Ch. 1 (Gomel', BelGUT, 23-24 aprelja 2015 g.). – Gomel': BelGUT, 2015. – S. 61-65.
9. Sunak P. O. Ocinyuvannja nadijnosti stalefibrobetonny`x elementiv: Dy`sertacija na zdobuttya naukovogo stupenja kandy`data texnichny`x nauk: 05.23.01. - Lviv, 2001. – 154 s.
10. Solomin V.I. Dissertacija na soiskanie nauchnoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk: 05.23.01. - Kiev, 1979. – 140 s.
11. Sopil'njak A.V. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie izgibaemyh zhelezobetonnyh kombinirovanno armirovannyh elementov pri kratkovremennom i dlitel'nom dejstvii nagruzki: Dissertacija na soiskanie nauchnoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk: 05.23.01. - Kiev, 1983. – 150 s.
12. Jeizenshmidt R. O. Deformativnost' izgibaemyh stalefibrobetonnyh balok, imejushhijh fibrovoe i kombinirovannoe armirovanie pri dlitel'nom dejstvii nagruzki: Dissertacija na soiskanie nauchnoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk: 05.23.01. - Riga, RPI, 1983. – 168 s.
13. Babych E. M., Andriichuk O. V. Strength of Elements with Annular Cross Sections Made of Steel-fiber-Reinforced Concrete Under One-Time. Materials Science (New York). 2017, 52(4), P. 509-513.
14. Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. The influence of repeated loading on work of the steel fiber concrete drainage trays and pipes on the roads. MATEC Web Conf. 2017. Vol. 116, 02001.

Список використаної літератури

1. Сунак П.О., Сунак О.П. Оцінювання надійності сталевібробетонних елементів. Монографія // П.О. Сунак, О.П. Сунак. - Луцьк: ЛДТУ, 2001. – 142 с.

2. Кричевский С. А. Прочность, деформативность и трещиностойкость торкретсталефибробетонных покрытий железобетонных балок: Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук. – Киев, 1996. – 152 с.
3. Сунак П. О. Дослідження методів визначення надійності позacentровано стиснутих сталефібробетонних елементів / П. О. Сунак, С. В. Синій, Ю. А. Мельник, Б. О. Парасюк // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – Вип. 7. – С. 245-251.
4. Семенюк С. Д. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны, при статическом и малоцикловом нагружении: монография / С. Д. Семенюк, Ю. Г. Москалькова. - Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2017. - 274 с.
5. 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.
6. Зятюк Ю. Ю. Исследование деформационных характеристик фибробетона со стальной фиброй / Ю. Ю. Зятюк // Весник Белорусско-Российского университета, УПКП МЭУП - №3 (52) Могилев – 2016. – С. 160-168.
7. Лысенко Е. Ф., Гетун Г. В. Проектирование сталефибробетонных конструкций // Е. Ф. Лысенко, Г. В. Гетун. Киев, 1989. – 184 с.
8. Сунак П. О. Исследование изменчивости кубиковой прочности сталефибробетона / П. О. Сунак, С. В. Синий, О. П. Сунак, Ю. А. Мельник // Строительство и восстановление искусственных сооружений: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 1 (Гомель, БелГУТ, 23-24 апреля 2015 г.). – Гомель: БелГУТ, 2015. – С. 61-65.
9. Сунак П. О. Оцінювання надійності сталефібробетонних елементів: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.23.01. - Львів, 2001. – 154 с.
10. Соломин В.И. Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук: 05.23.01. - Киев, 1979. – 140 с.
11. Сопильняк А.В. Напряженно-деформированное состояние изгибаемых железобетонных комбинированно армированных элементов при кратковременном и длительном действии нагрузки: Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук: 05.23.01. - Киев, 1983. – 150 с.
12. Эйзеншмидт Р. О. Деформативность изгибаемых сталефибробетонных балок, имеющих фибровое и комбинированное армирование при длительном действии нагрузки: Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук: 05.23.01. - Рига, РПИ, 1983. – 168 с.
13. Babych E. M., Andriichuk O. V. Strength of Elements with Annular Cross Sections Made of Steel-fiber-Reinforced Concrete Under One-Time. Materials Science (New York). 2017, 52(4), P. 509-513.
14. Andriichuk O., Babich V., Yasyuk I., Uzhehov S. The influence of repeated loading on work of the steel fiber concrete drainage trays and pipes on the roads. MATEC Web Conf. 2017. Vol. 116, 02001.

РОЛЬ СПОРУД ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ В СУЧАСНОМУ МІСТІ

THE ROLE OF UNDERGROUND SPACE IN A MODERN CITY

Тригуб Р. М., к.т.н, доцент кафедри міського будівництва (Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ)

Trigub R. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor at the Department of Urban Development (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

***Анотація.** В статті розглянуті питання освоєння підземного простору в міських умовах, проаналізовані історичні етапи розвитку підземної урбаністики. Аналіз досвіду проектування і будівництва підземних споруд дає можливість виявити еволюцію їх формування в структурі міста. Виявлені переваги та недоліки використання підземного простору міста. Визначені способи ефективного використання об'єктів підземного простору в подальшому.*

***Summary.** The article deals with the issues of underground space development in urban conditions, analyzes the historical stages of underground urban development. The analysis of the experience of designing and construction of underground structures will allow to reveal the evolution of their formation in the city structure.*

The main purpose of the study is to determine how to use the objects of the underground space. A city can only function successfully if it is systematically arranged and consists of different, complementary parts. All functional parts of the city, united by the community of the resource base, which has an urban area, are involved in shaping the urban environment.

The growing shortage of free urban areas and the peculiarities of the spatial organization of underground structures are influencing the development of underground urbanism. Unlike traditional ground-based construction, underground structures do not need to be torn apart, so they can extend over large areas. All this affects the efficiency of their use. Underground structures of cities are subway stations, underground passageways and tunnels, garages, mines, cellars and other premises that can be used to protect the population in case of emergencies of a man-made and natural nature and during a special period. Considering the organization of these underground spaces in various socio-economic conditions, it can be emphasized that at the main stages of their development they contributed to the integration of enterprises and institutions into a single architectural and spatial structure, providing information, distribution and consumer services to the population. At the present stage, there is a significant development of the underground space of cities. Advantages and disadvantages of using the underground space of the city are revealed. The ways of using the underground space objects in the future are determined.

Ключові слова: підземний простір, класифікатор, будівля, інженерна споруда, місто.

Keywords: underground space, classifier, building, engineering, city.

Постановка проблеми. Актуальними для України є дослідження, що включають виявлення переваг та недоліків використання підземного простору міста.

Зокрема, до позитивних характеристик використання даного простору міста відносимо:

1) раціональне використання наземної частини земної поверхні (наявність у надрах землі корисних копалин, що зумовлює активний розвиток підземного будівництва);

2) можливість розміщення об'єктів різного призначення в підземному просторі, збереження екологічної чистоти, що дозволяє зменшити витрати енергії на опалення та охолодження приміщень, скоротити експлуатаційні витрати в порівнянні з альтернативними спорудами на поверхні, знизити вплив кліматичних умов.

3) комплексне використання підземного простору формує містобудівні ансамблі з якісно новими просторово-естетичними та екологічними характеристиками [1, 2].

До проблемних рис використання підземного простору міста можна віднести наступне.

1) Навантаження, що збільшується на земельні ресурси в містах. Вдосконалення певних технологій будівництва, які часто приводять до появи багатофункціональних об'єктів нерухомості із складною архітектурою з освоєним підземним простором.

В результаті цього на одній поверхні можуть розташовуватися різні споруди, що знаходяться на поверхні землі або під нею. Є випадки, коли конструкції споруд перетинаються або вклинюються одна в іншу, частини споруд можуть виходити за межі земельної ділянки або відносяться до різних форм власності.

2) Підземні об'єкти розміщуються під поверхнею землі різних категорій з різним функціональним використанням.

3) Вертикальне зонування можливе за рахунок допустимого підвищення поверховості, на основі глибинно-просторової організації всієї системи об'єкта забудови, що включає в себе житловий фонд і всю необхідну соціально-виробничу та інженерну інфраструктуру, створювану на підземному рівні [1, 4].

Аналіз відомих досліджень. Враховуючи досвід попередніх наукових досліджень, слід зазначити, що вивчення цього питання починається з часів Стародавньої Греції. Одним із перших урбаністів, який ввів у науковий обіг поняття «синойкізм» (synokismos), був Давньогрецький діяч Константинос Доксіадес. Він характеризував так

область знань, яка вивчає усі форми людських поселень та об'єднує спільне зростання довколишніх громад. Аристотель під словом «синойкізмом» розумів активний соціальний і просторовий процес, пов'язаний з виникненням політичної та культурної конфедерації навколо особливого територіального центру [4, 5].

Соціолог М. Вебер визначив місто як замкнене велике поселення, якому притаманний постійний товарообмін, що є істотною складовою заробітку та задоволення потреб населення [5].

Сучасна наукова література не надає єдиного конкретного визначення поняттю місто. Сучасне місто представляє собою складний організм, середовище якого комплексно освоюється та використовується. Тому сьогодні існує проблема організації комфортного міського середовища та конструювання образу міста [1, 5].

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Головна мета дослідження полягає у визначенні способів використання об'єктів підземного простору. Місто може успішно функціонувати тільки в тому випадку, коли воно влаштоване системно та складається з різних за призначенням частин, які доповнюють одна одну. Усі функціональні частини міста поєднані спільністю ресурсної бази, яку має в своєму розпорядженні міська територія, беруть участь у формуванні міського середовища.

Виклад основного матеріалу. «Вертикальне зонування» міста можна регулювати на основі використання «шаруватої» моделі. Існує 5 класів використання підземного простору:

- 1-й клас встановлюється на глибині до 1 м;
- 2-й клас – на глибині від 1 до 5 м;
- 3-й клас – на глибині від 5 до 10 м;
- 4-й клас – на глибині від 10 до 30 м;
- 5-й клас – на глибині від 30 до 50 м [6, 7].

Оскільки вертикальне зонування більш складне, ніж горизонтальне, воно вимагає врахування геологічних, топографічних та інших умов, забезпечення зв'язку підземних споруд із наземними будівлями і спорудами та іншими об'єктами.

На розвиток підземної урбаністики впливає зростаючий дефіцит вільних міських територій та особливості просторової організації підземних споруд. На відміну від традиційної наземної забудови, підземні споруди не мають потреби в розривах між собою, тому можуть поширюватись на великі площі. Все це впливає на ефективність їх використання.

Споруди підземного простору міст - це станції метрополітену, підземні переходи та тунелі, гаражі, гірничі виробки, підвальні та інші приміщення, які можуть бути використані для захисту населення у разі

виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та в особливий період.

У країнах Європи та інших країнах, зокрема у Англії, Італії, Франції, Швеції, Норвегії, Японії, Китаї, США, підземний простір інтенсивно розвивається і вже накопичений значний досвід з будівництва підземних об'єктів різної складності [4, 7 та ін].

Створюються багаторівневі та багатофункціональні об'єкти з максимальним розміщенням їх по вертикалі. Поширене комплексне використання підземного простору відповідно до генеральних планів розвитку міст.

В Україні лідером за кількістю підземних об'єктів є Київ. Найвідоміший підземний освоєний простір – торговий центр «Глобус», розташований під Майданом Незалежності. Цей проект був розроблений в 70-х роках ХХ століття. До його складу входив кінотеатр, виставкові зали та ресторани в підземному ярусі. Це був перший досвід освоєння підземного простору в комерційних цілях, який набув реалізації лише в 2001 році.

В Україні складовою частиною Державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації є Державний класифікатор будівель та споруд (ДК БС). Класифікатор розроблено відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 27.06.98 р. № 971 "Про Програму реформування державної статистики на період до 2002 року". Об'єктами класифікації в ДК БС є будівлі виробничі та невиробничі та інженерні споруди різного функціонального призначення [2, 3].

Споруди – це будівельні системи, пов'язані з землею, які створені з будівельних матеріалів, напівфабрикатів, устаткування та обладнання в результаті виконання різних будівельно-монтажних робіт.

Будівлі – це споруди, що складаються з несучих, огорожувальних або сполучених (несуче-огорожувальних) конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для проживання або перебування людей, розміщення устаткування, тварин, рослин, а також предметів.

До будівель відносяться: житлові будинки, гуртожитки, готелі, ресторани, торговельні будівлі, промислові будівлі, вокзали, будівлі для публічних виступів, для медичних закладів та закладів освіти та т. ін.

Інженерні споруди – це об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні або підземні будівельні системи, що складаються з несучих та в окремих випадках огорожувальних конструкцій і призначені для виконання виробничих процесів різних видів, розміщення устаткування, матеріалів та виробів, для тимчасового перебування і пересування людей, транспортних засобів, вантажів, переміщення рідких та газоподібних продуктів та ін. [1, 5].

До інженерних споруд відносяться: транспортні споруди (залізниці, шосейні дороги, злітно-посадкові смуги, мости, естакади тощо), трубопроводи та комунікації, дамби, комплексні промислові споруди, спортивні та розважальні споруди та т. ін.

Аналіз історичного та сучасного досвіду проектування і будівництва підземних споруд, торговельно-розважальних комплексів дозволив виявити їх еволюцію формування у структурі міста. Розглядаючи організацію даних підземних просторів в різноманітних соціально-економічних умовах, можна підкреслити, що на основних етапах свого розвитку вони сприяли об'єднанню підприємств та закладів в єдину архітектурно-просторову структуру, забезпечували інформування, розподіл та побутове обслуговування населення [3, 7].

Висновки. Сучасні ДБН та інші нормативні документи містобудівного та технічного регулювання не враховують специфіки підземного будівництва. Відсутні нормативно-технічні вимоги щодо спорудження значної кількості об'єктів просто тому, що раніше в Україні їх не будували зовсім. До того ж, відсутні законодавчі акти, які регламентують інвестування в будівництво підземних споруд, виділення земельних ділянок, оформлення права власності на об'єкт. Таке положення гальмує ефективний розвиток освоєння підземного простору в країні.

Аналіз чинного законодавства та практики правозастосування свідчить, що використання підземного простору міст породжує значну кількість проблемних питань. Також відсутня концепція освоєння підземного простору міст. При розробці «Генеральної схеми планувальної організації і використання підземного простору міста» важливо врахувати: характеристику тенденцій його розвитку; аналіз інженерно-геологічних і екологічних умов; обґрунтування комплексної схеми тунелів і підземних багатофункціональних комплексів [2, 3].

На сучасному етапі спостерігається значний розвиток підземного простору міст. На жаль, у містобудівній практиці та в процесі будівництва підземних споруд існують випадки негативного втручання людини в навколишнє середовище. Інтенсивне хаотичне та безсистемне освоєння підземного простору може завдавати непоправної шкоди довкіллю. Важливе раціональне використання наземної частини міської території, бажане здійснення структурно-функціонального аналізу даної проблеми та використання системного підходу.

References

1. Tsybmal S. I. *Pidzemne budivnytstvo: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv*. K.: KNUBA, 2004. – 147 s.
2. Kulahyn N. Y. *Kontseptsyy kompleksnoho osvoeniya podzemnoho prostranstva horoda* /N. Y. Kulahyn // *Kompleksnoe osvoenie podzemnoho prostranstva mehapolysov – kak odno yz vazhneishykh napravleniy hosudarstvennoho upravleniya*

rozvytyem terrytoryi: sb. materialov Mezhdunar. foruma., 2012. S. 11.mistobudivnii dokumentatsii». Persha ta druha chastyny.

3. Postanova pro sklad ta zmist planu zonuвання terytorii (zoninh). DSTU-N B B.1.1-12:2011 [Elektronnyi resurs]: zatv. nakazom Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 15 hrudnia 2011 r. № 345. – Rezhym dostupu: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1010>. – Zah. z ekranu.

4. Lisykov B.A., Kaufman. L.L.t Podzemnaia struktura horodov (Obzor zarubezhnoho stroitelstva). Monohrafiya. Donetsk: «Nord-press», 2004. –276 s.

5. Ripenko A. Pravovi aspekty vykorystannia zemelnykh dilianok ta inshoi nerukhomosti u tryvymirnomu prostori [Elektronnyi resurs] / A. Ripenko. Rezhym dostupu:

http://www.academia.edu/9335024/Pravovi_problemy_tryvymirnogo_3d_kadastru_v_Ukraini. Zahl. z ekranu.

6. Tetyor A.N. Proektyrovanye y stroitelstvo podzemnykh sooruzheniy/ A.N.Tetyor, V.F.Lohynov. –K.: Budyvelnyk, 1990. –167 s.

7. Samedov A.M. Budivnytstvo miskykh pidzemnykh sporud: Navch. posib./ A.M.Samedov, V.H.Kravets. – K.: NTUU «KPI», 2011. – 400 s.

Список використаної літератури

1. Цимбал С.Й. Підземне будівництво: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - К.: КНУБА, 2004. – 147 с.

2. Кулагин Н. И. Концепции комплексного освоения подземного пространства города /Н. И. Кулагин // Комплексное освоение подземного пространства мегаполисов – как одно из важнейших направлений государственного управления развитием территорий: сб. материалов Междунар. форума., 2012. С. 11.

3. Постанова про склад та зміст плану зонування території (зонінг). ДСТУ-Н Б Б.1.1-12:2011 [Електронний ресурс]: затв. наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 15 грудня 2011 р. № 345. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1010>. – Заг. з екрану.

4. Лысыков Б. А., Кауфман. Л. Л. Подземная структура городов (Обзор зарубежного строительства). Монография. Донецк: «Норд-пресс», 2004. – 276 с.

5. Ріпенко А. Правові аспекти використання земельних ділянок та іншої нерухомості у тривимірному просторі [Електронний ресурс] / А. Ріпенко. Режим доступу: http://www.academia.edu/9335024/Правові_проблеми_тривимірного_3d_кадастру_в_Україні. Заг. з екрану.

6. Тетиор А. Н. Проектирование и строительство подземных сооружений/ А.Н.Тетиор, В.Ф.Логинов. – К.: Будивельных, 1990. – 167 с.

7. Самедов А. М. Будівництво міських підземних споруд: Навч. посіб./ А. М. Самедов, В. Г. Кравець. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 400 с.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ДОСТУПНОСТІ ТЕРИТОРІЙ

GEOINFORMATION MODELING OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF TERRITORIES

Уль А.В., д.т.н., професор (СНУ ім. Л. Українки, м. Луцьк),
Мельник О.В., к.т.н., доцент (СНУ ім. Л. Українки, м. Луцьк),
Мельник Ю.А. (Луцький НТУ, м. Луцьк), Волошин В.У. к.т.н., доцент
(СНУ ім. Л. Українки, м. Луцьк), Синій С. В., к.т.н., доц. (Луцький
національний технічний університет)

Uhl A.V. Doctor of Technical Sciences, Professor (Lesya Ukrainka
Eastern European National University, Lutsk), Melnyk O.V. Ph.D. in
Engineering, Associate Professor (Lesya Ukrainka Eastern European
National University, Lutsk), Melnyk Y.A. Ph.D. in Engineering, Associate
Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk), Voloshyn V.U
Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lesya Ukrainka Eastern
European National University, Lutsk), Synii S. V., Ph.D. in Engineering,
Associate Professor (Lutsk National Technical University)

Анотація. У статті розглянуто методику моделювання транспортної
доступності територій способом побудови ізохрон із застосуванням відкритих
даних OpenStreetMap, ГІС GRASS GIS та СКБД PostgreSQL.

Summary. The value of territories with developed transport infrastructure is
increasing compared to those where it is less developed, which is reflected in the value of
land and real estate as well as in social and household spheres. One of the widely used
tasks of geoinformation systems is to map transport accessibility based on road network
data. The most common way of modeling transport accessibility is to construct
isochrones - lines of equal time spent on space overcoming given points. The article
deals with the methodology for modeling the transport accessibility of territories by the
method of constructing isochron using OpenStreetMap data, GIS GRASS GIS and DBMS
PostgreSQL. To create isochrones, we used the v.isochrones extension, which allows us
to work in two modes: to create continuous isochrones, that is, the cost of moving, and to
simply delay the distance traveled along the roads, which is well-suited when it is
impossible to move outside the transport network at all. The values of isochrones in the
range from 15 to 180 minutes, the speed to overcome the space outside the road network
of 5 km / h and the resolution of the output raster of 50 m were taken for simulation.
According to the results of the research, a isochoron map for the territory of the Volyn
region was constructed in vector and raster form and its analysis was performed. The
results of the study show that about 67% of the territories of the region can be reached
from key settlements within an hour. The proposed methodology can be used for a quick

analysis of the availability of territories. Possibilities of this approach are rather limited, especially in aspects related to the consideration of traffic flows, coverage quality, speed limits, and other permanent and temporary things that directly affect transport accessibility. With the detailed preparation of the road network baseline data, it is possible to obtain interesting results that can be applied to different transport accessibility analysis scenarios.

Ключові слова: *геоінформаційні системи, ізохрони, транспортна доступність, аналіз, моделювання.*

Key words: *geoinformation systems, isochrones, transport accessibility, analysis, modeling.*

Постановка проблеми: Формування транспортної системи - одне з ключових напрямків розвитку міст, районів, областей та держави в цілому. Висока розвиненість транспортної мережі є великою перевагою, оскільки дозволяє отримати швидкий доступ до будь-якої точки місцевості. У зв'язку з цим цінність територій з розвинутою транспортною інфраструктурою збільшується в порівнянні із тими, де вона розвинена в меншій мірі, що відбивається як на вартості землі та нерухомості, так і на соціально-побутових сферах.

Транспорт, транспортна система, транспортна інфраструктура, перевезення пасажирів та вантажів завжди були об'єктом аналізу широкого кола фахівців. На сьогодні існує досить багато різнопланових досліджень територіальної організації транспортної системи регіонів країни, транспортної доступності населених пунктів, транспортного туристичного обслуговування населення, транспортної інфраструктури тощо.

Аналіз відомих досліджень. Питаннями оцінки транспортної доступності різного роду об'єктів та територій, зокрема, займалися вітчизняні вчені Сільченко Ю.Ю., Семенюк Л.Л., Зарубіна А.В. [1], Яновський П. О., Матійчик О. М. [2] а також закордонні Cervero R. [3], Wilson A.G. [4], Litman T. [5] та багато інших.

Однією із широко-використовуваних задач геоінформаційних систем є картографування транспортної доступності на основі даних про дорожню мережу. Найбільш поширеним способом моделювання транспортної доступності є побудова ізохрон - ліній рівних витрат часу на подолання простору щодо заданих точок.

Мета та завдання досліджень: удосконалення методики моделювання транспортної доступності територій шляхом використання способу побудови ізохрон із застосуванням відкритих даних OpenStreetMap, GIC GRASS GIS та СКБД PostgreSQL.

Результати досліджень. Нами пропонується здійснювати вищезгаданий метод створення карт із використанням даних OpenStreetMap [6] у поєднанні із відкритою GIC GRASS GIS [7] в останній

версії програмного забезпечення на момент написання статті 7.2.2. Для зменшення використання ресурсів ПК та часу вибірок дані OpenStreetMap були перенесені у СКБД PostgreSQL 9.6 [8].

На початковому етапі досліджень нами було відокремлено з вихідної бази даних OpenStreetMap у *.shp файл адміністративної межі Волинської області. Даний шар використовувався для подальшого відсічення об'єктів, що лежать за межами досліджуваної області.

Важливим етапом в нашому дослідженні є отримання даних про дорожню мережу області. У свій час, на рівні глобального OSM-товариства було вирішено [9], що в основі класифікації доріг, яка описується тегом `highway=*`, мають лежати не фізичні характеристики, а відносна важливість ("значимість") дороги у дорожній мережі. Головна причина у тому, що найважливіша характеристика дороги - це не кількість смуг руху або якість асфальту, а звідки і куди по ній можна доїхати.

У зв'язку із цим, українським співтовариством у результаті обговорення та голосування були прийняті правила для визначення відносної важливості доріг на території України. Відповідно за основу цієї класифікації доріг взята класифікація, яка прийнята як і в більшій частини пост-радянських країн, що мають дорожню інфраструктуру успадковану від колишнього СРСР. Зазначимо, що дана класифікація не співпадає з існуючою загальнодержавною класифікацією [10]. Докладна класифікація та відповідність загальнодержавним видам доріг приведена на ресурсі [11]. Нами було відібрано всі елементи дорожньої мережі, по яких можуть пересуватись транспортні засоби в межах Волинської області з шару БД `planet_osm_lines` зі значеннями тегу "highway" `unclassified`, `trunk_link`, `trunk`, `track`, `tertiary_link`, `tertiary`, `secondary_link`, `secondary`, `road`, `residential`, `primary_link`, `primary` та `living_street`.

Додатково були відібрані з точкового шару `planet_osm_points` населені пункти класифіковані як `city` та `towns`, котрі будуть потрібні в подальшому моделюванні, як відправні точки для побудови ізохрон.

На другому етапі підготовки необхідно кожній ділянці дороги призначити деяку середню швидкість переміщення по ній. Кожному сімейству об'єктів згідно його тегу в OpenStreetMap призначимо загальну очікувану швидкість, не вникаючи в кожен окремий об'єкт. Отже, розглянемо ті категорії, які у нас залишилися після фільтрації:

1. `trunk` - найважливіші і найбільші дороги. Очікувана швидкість 90 км/год;
2. `primary` - великі шосе, наступний рівень після `trunk`. Очікувана швидкість 90 км/год;
3. `secondary` - відносно великі дороги, наступний рівень після `primary`. Очікувана швидкість 60 км/год;
4. `tertiary` - звичайні автомобільні дороги між невеликими населеними пунктами. Очікувана швидкість 60 км/год;

5. `living_street` - житлові зони, де у пішоходів явна перевага в праві пересування. Очікувана швидкість 15 км/год;
6. `residential` - автомобільні дороги в житлових кварталах. Очікувана швидкість близько 40 км/год;
7. `service` - сервісні під'їзди, в'їзди та ін. Очікувана швидкість 30 км/год;
8. `road` - автомобільна дорога невідомого типу. Прийємо швидкість 60 км/год;
9. `track` - ґрунтові дороги, зазвичай для сільгосптехніки. Прийємо швидкість 30 км/год;
10. `tertiary_link` - місця з'єднання об'єктів `tertiary` з іншими об'єктами того ж типу або дорогами інших типів. Прийємо швидкість 40 км/год;
11. `secondary_link` - місця з'єднання об'єктів типу `secondary` з іншими або дорогами інших типів. Прийємо швидкість 40 км/год;
12. `primary_link` - місця з'єднання `primary` з іншими `primary` або дорогами інших типів. Прийємо швидкість 40 км/год;
13. `trunk_link` - місця з'єднання `trunk` з іншими `trunk` або дорогами інших типів. Прийємо швидкість 40 км/год;
14. `unclassified` - дороги без тега. Прийємо швидкість 40 км/год.

Важливо зауважити, що для деяких ділянок (зазвичай їх небагато) у властивостях заповнене значення `MAXSPEED`, воно може бути як кількісною (в км/год), так і виду `UA:urban`. Розшифровку цих позначень можна знайти в [12] і використовувати при визначенні швидкостей.

Для створення ізохрон нами було використано розширення `v.isochrones` [13], яке дозволяє працювати в двох режимах: створювати безперервні ізохрони, тобто поля витрат на переміщення (з використанням модуля `r.cost`), і просто відкладати подолану відстань уздовж доріг (що добре підходить для випадку, коли переміщення за межами транспортної мережі неможливо зовсім - з використанням модуля `v.net.iso`). Для моделювання прийнято значення ізохрон в діапазоні від 15 до 180 хвилин, швидкість для подолання простору поза дорожньою мережею 5 км/год та роздільну здатність вихідного растру 50 м. Останній параметр дуже важливий - це розмір комірок сітки, до яких і буде проводитися розрахунок часу переміщення. Він повинен бути досить невеликим, щоб ізохрони були плавними, але і не зовсім маленьким, тому що чим детальніше сітка, тим більше ресурсоемними виходять обчислення. Однією з переваг даного розширення є можливість виводу кінцевого результату як у векторній так і растровій формі.

Для аналізу отриманих даних було використано інструмент `r.report`, що дозволяє порахувати відсоток під кожним діапазоном даних растрового зображення. Результат проведеного аналізу відображено в табл.1.

Таблиця 1

Розподіл території Волинської області за транспортною доступністю

Час, хв	0-21	21-42	42-63	63-84	84-105	105-126	126-210
% території	12,98	31,29	23,58	12,4	6,13	3,71	9,9

Отримані результати моделювання у векторній формі для територій Волинської області показано на рис. 1 та збільшений фрагмент Луцького та суміжних районів - на рис. 2.

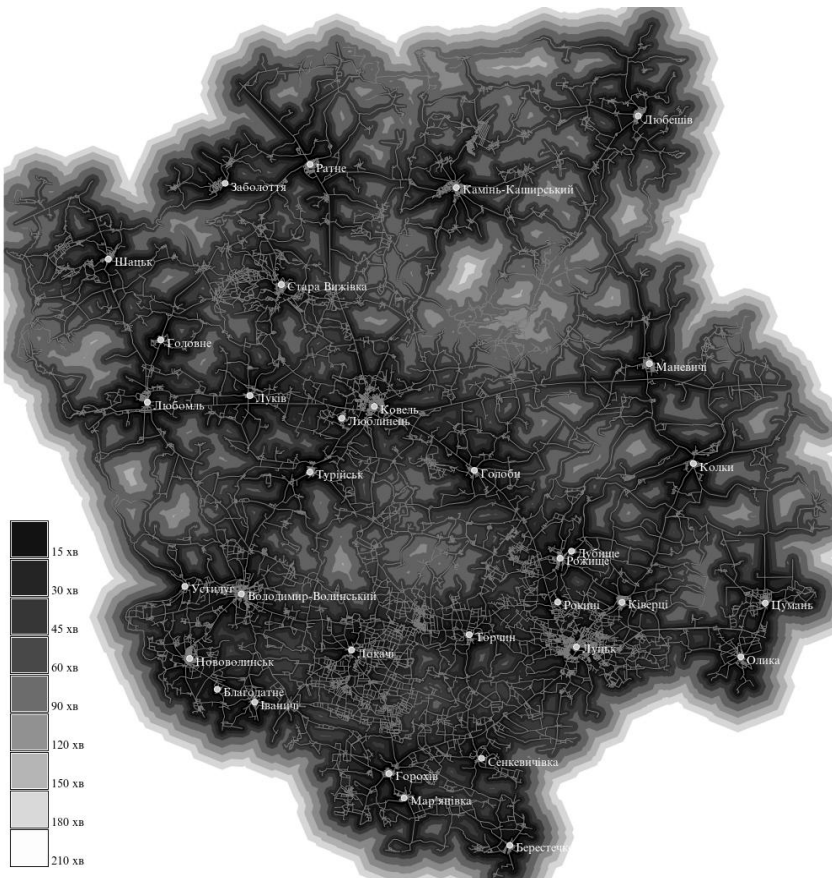


Рис. 1. Результати моделювання транспортної доступності територій Волинської області (векторна форма)



Рис. 2. Збільшений фрагмент території Луцького та суміжних районів (векторна форма)

З узагальнених результатів проведеного дослідження зокрема видно, що до близько 67 % територій Волинської області можна дістатись від ключових населених пунктів лише за годину часу.

Висновки. Отже, розглянута методика моделювання транспортної доступності територій на основі способу побудови ізохрон із застосуванням відкритих даних OpenStreetMap, ГІС GRASS GIS та СКБД PostgreSQL дозволяє оперативно провести базовий аналіз.

Зокрема, отриманими результатами дослідження для територій Волинської області встановлено, що до близько 67 % її територій можна дістатись від ключових населених пунктів лише за годину часу.

При цьому слід відзначити, що можливості такої методики досить обмежені, особливо в аспектах, що стосуються врахування транспортних потоків, якості покриття, обмежень швидкості та інших як постійних, так і тимчасових явищ, що безпосередньо впливають на транспортну доступність. Однак, ці особливості методики можна, за потреби, враховувати при здійсненні оперативних досліджень у конкретній галузі економіки, наприклад шляхом введення поправочних коефіцієнтів, які відображатимуть специфіку, задану детальність та точність результатів досліджень.

Таким чином, використання розглянутої методики моделювання транспортної доступності територій при детальній підготовці вихідних даних про дорожню мережу, дозволяє оперативно отримувати цікаві результати, які можна успішно застосувати при різноманітних сценаріях

аналізу транспортної доступності територій у містобудуванні, транспортній логістиці, туризмі тощо.

References

1. Silchenko Yu. Yu. Deiaki aspekty transportnoi dostupnosti administratyvnykh tseentriv Kirovohradskoi oblasti / Yu.Yu. Silchenko. L.L. Semeniuk. A.V. Zarubina // Rehionalni problemy Ukrainy: heohrafichniy analiz ta poshuk shliakhiv vyrishennia: materialy VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. m. Kherson. 5-6 zhovtnia 2017 r. / Za zahalnoi redaktsiiei I. Pylypenka. D. Malchykovo. – Kherson: Vydavnychiy dim «Helvetyka». 2017. – S. 243–245.
2. Yanovskyi P. O., Matiichyk O. M. Otsinka dostupnosti pasazhyrskoho transportu na rehionalnomu rivni. Naukoiemni tekhnolohii. 2013. No 3 (19). S. 345–348.
3. Cervero R. Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21st Century. WORKING PAPER. UCB-ITSVWP-2005-3. August. 2005. 44 p. <https://escholarship.org/uc/item/27g2q0cx>.
4. Wilson A.G. The use of entropy maximizing models in the theory of trip distribution. mode split and route split. Journal of Transport Economics and Policy. 1969. pp. 108-126.
5. Litman T. Evaluating Accessibility for Transport Planning: Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities. Victoria Transport Policy Institute. Canada. Victoria. 2012. 50 p.
6. OpenStreetMap [Elektronnyi resurs] : [Veb-sait]. – Rezhym dostupu: <https://www.openstreetmap.org/> (data zvernennia 02.10.2019) – Nazva z ekrana.
7. GRASS GIS [Elektronnyi resurs] : [Veb-sait]. – Rezhym dostupu: <https://grass.osgeo.org/> (data zvernennia 02.10.2019) – Nazva z ekrana.
8. PostgreSQL: The worlds most advanced open source database [Elektronnyi resurs] : [Veb-sait]. – Rezhym dostupu: <https://www.postgresql.org/> (data zvernennia 02.10.2019) – Nazva z ekrana.
9. Proposed features/Highway key voting importance [Elektronnyi resurs] : [Veb-sait]. – Rezhym dostupu: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Proposed_features/Highway_key_voting_importance (data zvernennia 02.10.2019) – Nazva z ekrana.
10. Zakon Ukrainy Pro avtomobilni dorohy: Redaktsiia vid 14.05.2017 / Verkhovna Rada Ukrainy. – Ofits. vyd. – Kyiv : Parlam. vyd-vo. 2017. – 21 s. – (Biblioteka ofitsiinykh vydan.
11. Uk: Vikioproekt Ukraina/Klasyfikatsiia dorih [Elektronnyi resurs] : [Veb-sait]. – Rezhym dostupu: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Vikioproekt_Ukraina/Klasyfikatsiia_dorih (data zvernennia 02.10.2019) – Nazva z ekrana.
12. Uk:Key:maxspeed [Elektronnyi resurs] : [Veb-sait]. – Rezhym dostupu: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Key:maxspeed> (data zvernennia 02.10.2019) – Nazva z ekrana.

Список використаної літератури

1. Сільченко Ю.Ю. Деякі аспекти транспортної доступності адміністративних центрів Кіровоградської області / Ю.Ю. Сільченко. Л.Л. Семенюк. А.В. Зарубіна // Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення: матеріали VII Міжнародної науково-практичної

конференції. м. Херсон. 5-6 жовтня 2017 р. / За загальною редакцією І. Пилипенка. Д. Мальчикової. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2017. – С. 243–245.

2. Яновський П. О., Матійчик О. М. Оцінка доступності пасажирського транспорту на регіональному рівні. Наукоємні технології. 2013. No 3 (19). С. 345–348.

3. Cervero R. Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21st Century. WORKING PAPER. UCB-ITSVWP-2005-3. August. 2005. 44 p. <https://escholarship.org/uc/item/27g2q0cx>.

4. Wilson A.G. The use of entropy maximizing models in the theory of trip distribution, mode split and route split. Journal of Transport Eco-nomics and Policy. 1969. pp. 108-126.

5. Litman T. Evaluating Accessibility for Transport Planning: Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities. Victoria Transport Policy Institute. Canada. Victoria. 2012. 50 p.

6. OpenStreetMap [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.openstreetmap.org/> (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

7. GRASS GIS [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://grass.osgeo.org/> (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

8. PostgreSQL: The world's most advanced open source database [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.postgresql.org/> (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

9. Proposed features/Highway key voting importance [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Proposed_features/Highway_key_voting_importance (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

10. Закон України Про автомобільні дороги: Редакція від 14.05.2017 / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Київ : Парлам. вид-во. 2017. – 21 с. – (Бібліотека офіційних видань)

11. Uk:Вікіпроект Україна/Класифікація доріг [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Вікіпроект_Україна/Класифікація_доріг (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

12. Uk:Key:maxspeed [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Key:maxspeed> (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

13. v.isochrones - Creates isochrones from a road map and starting points [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://grass.osgeo.org/grass72/manuals/addons/v.isochrones.html> (дата звернення 02.10.2019) – Назва з екрана.

**МОНІТОРИНГ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА З
ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ МІСЬКОГО ДИЗАЙНУ**

**PRINCIPLES OF URBAN DESIGN ARE USING FOR MONITORING
THE DEVELOPMENT OF URBAN AREAS**

Чепурна С.М., к.т.н., доц., Жидкова Т.В., к.т.н., доц., Чепурна М.Є., студ. 1 (5) курсу гр. ММБГ 2019-1 (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

Chepurna S.N., PDh, Associate Professor, Zhydkova T.V., PDh, Associate Professor (O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv), Chepurna M.E. student 1 (5) course group MUCE (O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv)

***Анотація.** Місто – це багатофункціональна територія, де крім загострення екологічних проблем спостерігаються проблеми і естетичного характеру, які обумовлені впливом процесів урбанізації на комфортність міського середовища. На сьогоднішній день в Україні головним інструментом щодо використання громадського простору міст є зонування території, яке не вирішує головної проблеми – збереження історичної ідентичності міста. В статті висвітлені можливості покращення естетичного вигляду міського середовища, які ґрунтуються на принципах «міського дизайну». Доводиться, що «міський дизайн» базується на принципах Нового Урбанізму.*

Summary. The city is a multifunctional territory where environmental and aesthetic problems are exacerbated, which are due to the impact of urbanization processes on urban comfort. Today in Ukraine, the main tool for using the public space of cities is zoning, which does not solve the main problem - preserving the historical identity of the city.

Modern components of the urban environment do not interact with each other, creating "chaos" and a large amount of "visual garbage" (billboards, signs, showcases), which significantly degrades the appearance of the city, visually altering the space and leading to the loss of its historical identity. Even the updated town planning regulations do not solve the problem of aesthetic appearance of urban public space and urban environment in particular. In general, public spaces require identification, implementation modern requirements for urban spaces and further development, firstly, to improve the comfort of their residents, secondly, to increase the attractiveness of businesses in them, and, of course, to the attractiveness tourist of cities in general. This problem can be solved through the creation of unified approaches to the formation of urban space using the principles of urban design.

The article is showing the possibilities of improving the aesthetic appearance of the urban environment, which it is based on the principles of "urban design". The theory of "urban design" refers primarily to the design and management of public space

("public environment", "public sphere" or "urban space"), the method and the functional appointment of its use. "Urban design" includes public space, which contains a set of environments that are daily used by city dwellers: streets, squares, parks, squares and public infrastructure, as well as the facade of all buildings. «Urban design» combines many areas of local formation, environmental stewardship, social justice and economic viability in creating attractive, open-to-the-user places with a personal identity. It proves that "urban design" is based on the principles of New Urbanism that promotes environmentally friendly habits, creating walkability areas with a wide range of residential and working types.

Ключові слова: містобудівна документація, дизайн код міста, міське середовище, міський дизайн, громадський простір, інфраструктура, доступність, забудова.

Keywords: urban planning, urban Design Guidelines urban environment, urban design, public space, infrastructure, accessibility, development.

Постановка проблеми. В Україні за останні роки, крім законодавчої, створена та оновлена повноцінна нормативна база у сфері містобудування, що дозволяє розробляти містобудівну документацію на всіх рівнях [1-3].

Для створення перспективного міста, ефективного використання громадського простору, впорядкування міської забудови, поліпшення якості життя населення функціональне зонування територій міста є одним з інструментів регулювання громадського простору міста [4].

Згідно з вимогами ДБН Б.1.1-22:2017 «Склад і зміст зонування території» [3] «зонування – встановлення територіальних в межах населеного пункту з визначенням відповідних видів використання території, об'єктів нерухомості та встановленням містобудівного регламенту».

Містобудівне зонування існує в умовах ринку нерухомості, коли в об'єктів нерухомості можуть змінюватися власники. При цьому виникає необхідність встановлювати права на використання й архітектурну зміну об'єктів нерухомості таким чином, щоб вони могли зберігати силу й у випадках зміни власників, але не втрачали своєї оригінальності.

На сьогодні в Україні головним інструментом регулювання громадського простору та впорядкування міської забудови є функціональне зонування [4]. Але сучасні складові міського середовища не взаємодіють між собою, створюють «хаос» та велику кількість «візуального сміття» (рекламні щити, вивіски, вітрини), що значно погіршує зовнішній вигляд міста, візуально змінюючи простір та веде до втрати містом своєї історичної ідентичності. Навіть оновлені містобудівні норми не розв'язують проблему естетичного вигляду міського громадського простору й міського середовища зокрема.

Розв'язання цієї проблеми можливе на основі створення єдиних підходів щодо формування міського простору за допомогою принципів міського дизайну.

Аналіз досліджень і публікацій. Теорія «міського дизайну» стосується в першу чергу розробки та управління публічним простором (тобто «громадським середовищем», «суспільною сферою» чи «міським простором»), способом та функціональним призначенням його використання.

До складу «міського дизайну» відноситься громадський простір, який містить в собі сукупність середовищ, які щоденно використовуються жителями міста: вулиці, площі, парки, сквери та громадська інфраструктура, також до громадського середовища відносяться фасади всіх будівель.

В області «міського дизайну» найбільшу популярність отримали праці Кристофер Александр [5], Петер Колторпе [6], Томас Гордон Кулен [7], Джекобс Джейн [8], Мітчелл Йоахім [9], Ян Гел [10, 11], Елізабет Платер-Зіберк [12] та ін.

Метою статті є вивчення поняття та принципів «міського дизайну» як інструменту щодо формування міського простору та обґрунтування необхідності його використання для покращення естетичного вигляду міського середовища.

Виклад основного матеріалу. Термін «міський дизайн» почали використовувати з середини ХХ століття, але перші ознаки «міського дизайну» можна спостерігати в старовинних містах Азії, Африці, Європі та Америці, і особливо добре відомі у класичних китайських, римських та грецьких культурах.

Європейські середньовічні міста часто розглядаються (але часто такі приклади є хибними) як приклади незапланованого, органічного розвитку. Західна Європа ХІІ століття звернулася до урбанізації, як засобу розвитку міст, стимулюючи їх економічне зростання. Завдяки появі «бургів» (burgage – будинок, що належав королю або лорду, призначений для оренди нерухомості, зазвичай довгої прямокутної форми з відкритим фасадом до головної вулиці) «міський дизайн» з'явився у середньовічних містах.

Протягом усієї історії «міський дизайн» відбивав сучасні соціальні норми або філософські та релігійні переконання. На думку Кристофер Александр [3] міська структура має вплив на поведінку. Це підтверджується як спостереженнями, так і історичними даними. Існують чіткі ознаки впливу «міського дизайну» Ренесансу на думку Йоганна Кеплера та Галілео Галілея.

З появою автомобілів у ХХ столітті міське планування назавжди змінилося. Міське проектування тепер повинно було орієнтуватися на автомобільні дороги та схеми руху. У 1956 році «Urban design» вперше був використаний на серії конференцій Гарвардського університету. Ця подія стала базою для програми Urban Design Гарвардського університету.

«Міський дизайн» (Urban Design) - це процес проектування та формування міст, селищ та населених пунктів, інфраструктури з урахуванням особливостей території та її стійкого розвитку, який прийшов на зміну поширеного у другій половині минулого століття і звичного всім нам терміну «малі архітектурні форми», які були окремими деталями архітектури громадських просторів міста [13].

«Міський дизайн» має займатися такими питаннями:

- компактне місто (smart growth) – це теорія міського планування та розвитку транспорту, яка базується на розвитку компактних пішохідних міських центрів, щоб уникнути зовнішнього розростання міста;
- пішохідні простори (walkable urbanism) - зміна навколишнього середовища шляхом створення смарт-міст, які підтримують розвиток стійкого транспорту (громадський транспорт, прогулянки, велосипеди);
- міська архітектура (vernacular architecture) – розвиток архітектурного стилю, який історично сформований на тій чи іншій території, спираючись на історію і особливості архітектурних традицій;
- нова класична архітектура (new classical architecture) - використовує класичну естетичну філософію, продовжує практику класичної та традиційної архітектури. Метою є створення довговічних, високоякісних будівель, сталої архітектури з ефективним використанням природних ресурсів та матеріалів.

Перші спроби комплексного підходу до організації вуличного простору людиною відносяться до початку XX століття, коли відбувалося встановлення кіосків за єдиним проектом. Тоді ж була спроба впорядкувати рекламно-інформаційний простір міста за допомогою інформаційних тумб і світлової реклами.

Згідно з позицією «міського дизайну» структура міського середовища включає ієрархічні елементи трьох рівнів [14].

Перший рівень: великі, середні та малі міста.

Другий рівень: передмістя, житлові райони.

Третій рівень: квартали, вулиці, будівлі.

Для кожного рівня надається чітка організаційна і планувальна структура «міського дизайну».

- Пішохідні зони – більшість об'єктів має знаходитися в межах 10-хвилинної прогулянки пішки від домівки до роботи. Вузькі вулиці комфортні для пішохода: обмеження швидкості руху автомобілів, будівлі розміщені вітринами і під'їздами на вулицю, вздовж вулиць насажені дерева, місця для паркування автомобілів відведені у дворах тощо.
- Природні ресурси у межах міста – використання, залучення природних ресурсів та особливостей рельєфу для проектів розвитку міста та економічного зростання.

- Естетика – дослідження та проектування міського простору за для задоволення емоційно-сенсорних потреб людини.
- Міська просторова структура – визначення землекористування, організація комунікації і взаємодії між бізнесом та громадським суспільством.
- Типологія та призначення міських просторів, щільність населення та забудови та стійкий розвиток – питання пов'язані з інтенсивністю використання території, споживанням природних ресурсів та виробництва, комунальним обслуговуванням жителів міста.
- Доступність у пересуванні та взаємодії – базується на універсальному дизайні, принципом якого є доступне і просте користування середовищем користувачами з різними можливостями (також для маломобільних груп населення та людей з обмеженими можливостями).
- Навігація – чітка і зрозуміла інформація для ефективного орієнтування в просторі.
- Анімація – проектування місць для стимулювання громадської активності та взаємодії.
- Актуальність функціональних характеристик будинків
- Змішане цільове призначення та функції об'єктів будівництва та публічних просторів – забезпечення зав'язків між різними об'єктами та логічної взаємодії між ними.
- Ідентичність місцевості – визначення цілей та завдання громадських просторів, надання ідейної важливості місцям, визначення маркетингу території.
- Закономірність та різноманітність – збалансованість ідентичного вигляду міста з різноманітною забудовою міського середовища.
- Послідовність розвитку та зміни – визначення актуальності громадських міст на сьогодні, враховуючи історичні цінності сучасну культуру.
- Інтереси громадянського суспільства – проектування міського простору базується не тільки на потребах бізнесу і влади.

В Україні існує певна кількість законодавчих і нормативних актів у сфері складання містобудівної документації.

Головним з них є Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [15]. Закон спрямований на забезпечення сталого розвитку територій з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів. В умовах реформи територіального устрою України. після проведення реформи децентралізації передбачено зміну процедури розробки й затвердження містобудівної документації, але, як і раніше закон не містить вимог до питань формування об'ємної композиції міста, архітектурного

стилю притаманного території міста, що враховує особливості й архітектурні традиції.

На додаток до наявної містобудівної документації необхідним є створення для кожного міста дизайн-коду міського середовища – системи правил, вимог і обмежень, для формування цілісного архітектурно-художнього середовища.

Правила, що формують міське середовище, сприяють збереженню історичної ідентичності міст, поширені в Великобританії, Німеччині, в країнах Західної Європи, в Казахстані. Останнім часом відповідні документи з'явилися і в містах України, а саме в Дніпрі, Одесі, Житомирі, Запоріжжі.

Одним з напрямків науково-дослідної роботи кафедри міського будівництва Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова є розробка пропозиції щодо створення дизайн-кодів для м. Харкова.

Навесні поточного була підготовлена й захищена магістерська робота, в складі якої було розроблено пропозиції дизайн-коду вул. Сумської, уздовж якої розташовано об'єкти, що є офіційними символами міста.

Висновки. Громадські простори України частково закономірно, а частково хаотично розвиваються. Спадщина міських просторів не відповідає сучасним принципам його формування та вимагає певних кроків щодо реконструкцій і модернізації.

Загалом громадські простори потребують ідентифікації, впровадження сучасних вимог до міських просторів та подальшого розвитку, в першу чергу, для поліпшення комфорту їх жителів, для більшої привабливості бізнесу, що в них знаходиться, і, звісно ж, для туристичної привабливості міст взагалі.

References

1. DBN B.1.1-15:2012 «Sklad i zmist heneralnykh plavniv naselenykh punktiv», [Chynnyi] - Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2012. – 24 s.
2. DBN B.2.2-3:2012 «Sklad ta zmist istoryko-arkhitekturnoho opornoho planu naselenoho punktu» [Chynnyi] - Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2012. – 25 s.
3. DBN B.1.1-22:2017. Sklad i zmist zonuvannia terytorii [Chynnyi] - Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2018. – 28 s.
4. A.V. Pandas. Funktsionalne zonuvannia yak instrument rehulivannia prostorovoho potentsialu velykoho mista / A.V. Pandas // Ekonomika: realii chasu. – Odesa, 2015. - № 1(17). – S. 43 – 48.
5. Christopher Alexander. A New Theory of Urban Design, with Neis, Anninou, and King / Christopher Alexander, Hajo Neis Artemis Anninou, Ingrid King. - New York, Oxford University press, 1987. – 251 p.
6. Peter Catchpole. The Regional City. Planning for the End of Sprawl / Peter Calthople, William Fulton. - . - New York, Oxford University press, 2001. – 54 p.

7. Thomas Gordon Cullen. Visions of Urban Design / Thomas Gordon Cullen, David Gosling and Foster Norman. - Academy Editions, 1996. – 256 p.
8. Dzhekobs Dzejn. Smert` i zhizn` bol'shikh amerikanskikh gorodov. The Death and Life of Great American Cities / per. Leonid Moty`lev. - M. : Novoe izd-vo, 2011. 460 s.
9. Mitchell Joachim. XXL-XS: Новые направления экологического проектирования. / Mitchell Joachim, Mike Silver. - Actar, 2017. – 302 с.
10. Gehl, J. Life Between Buildings: Using Public Space. Van Nostrand Reinhold. / Gehl, J. - New York, 1987. – 216 p.
11. Gehl, J. New City Spaces. The Danish Architectural Press. / Gehl, J., Gemzøe, L. - Copenhagen, 2000. – 264 p.
12. Elizabeth Plater-Zyberk The New Civic Art: Elements of Town Planning. /Duany, Andrés, Elizabeth Plater-Zyberk, and Robert Alminana. - New York: Rizzoli International Publications, 2003. – 384 p.
13. Dizajn gradskoj sredy: : <https://xn----7sbblh9b0av4l.xn--j1amb/blog/2017/04/30/%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%8B/>
14. Dronova O.L. Novyi urbanizm: u poshukakh vykhodu z urbanistychnoho kolapsu. / Dronova O.L.// – Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal, 2015. - № 3. – S. 33 – 41.
15. Zakon Ukrainy «Pro rehuliuвання mistobudivnoi diialnosti» № 3038-VI, [Chynnyi]: <https://zakon.help/law/3038-VI>

Список використаної літератури

1. ДБН Б.1.1-15:2012 «Склад і зміст генеральних планів населених пунктів», [Чинний] - Київ: Мінрегіон України, 2012. – 24 с.
2. ДБН Б.2.2-3:2012 «Склад та зміст історико-архітектурного опорного плану населеного пункту» [Чинний] - Київ: Мінрегіон України, 2012. – 25 с.
3. ДБН Б.1.1-22:2017. Склад і зміст зонування території [Чинний] - Київ: Мінрегіон України, 2018. – 28 с.
4. А.В. Пандас. Функціональне зонування як інструмент регулювання просторового потенціалу великого міста / А.В. Пандас // Економіка: реалії часу. – Одеса, 2015. - № 1(17). – С. 43 – 48.
3. Christopher Alexander. A New Theory of Urban Design, with Neis, Anninou, and King / Christopher Alexander, Hajo Neis Artemis Anninou, Ingrid King. - New York, Oxford University press, 1987. – 251 p.
4. Peter Catchpole. The Regional City. Planning for the End of Sprawl / Peter Calthople, William Fulton. - . - New York, Oxford University press, 2001. – 54 p.
5. Thomas Gordon Cullen. Visions of Urban Design / Thomas Gordon Cullen. David Gosling and Foster Norman. - Academy Editions, 1996. – 256 p.
8. Джекобс Джейн. Смерть и жизнь больших американских городов. The Death and Life of Great American Cities / пер. Леонид Мотылев. - М. : Новое изд-во, 2011. 460 с.
9. Mitchell Joachim. XXL-XS: Новые направления экологического проектирования. / Mitchell Joachim, Mike Silver. - Actar, 2017. – 302 с.
10. Gehl, J. Life Between Buildings: Using Public Space. Van Nostrand Reinhold. / Gehl, J. - New York, 1987. – 216 p.

11. Gehl, J. New City Spaces. The Danish Architectural Press. / Gehl, J., Gemzøe, L. - Copenhagen, 2000. – 264 p.
12. Elizabeth Plater-Zyberk The New Civic Art: Elements of Town Planning. / Duany, Andrés, Elizabeth Plater-Zyberk, and Robert Alminana. - New York: Rizzoli International Publications, 2003. – 384 p.
13. Дизайн городской среды: elektroniy resurs: <https://xn----7sbbbblh9b0av4l.xn--j1amh/blog/2017/04/30/%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%8B/>
14. Дронова О.Л. Новый урбанизм: у пошуках виходу з урбаністичного колапсу. / Дронова О.Л.// – Український географічний журнал, 2015. - № 3. – С. 33 – 41.
15. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» № 3038-VI, [Чинний]: <https://zakon.help/law/3038-VI>

**ДО ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОЇ МІЦНОСТІ
БАЛОК, ПОШКОДЖЕНИХ ТРІЩИНАМИ**

**TO THE PROBLEM OF DETERMINATION OF THE RESIDUAL
STRENGTH OF BEAMS, DAMAGED BY CRACKS**

**Шваб'юк В.І., д.т.н., проф., Ротко С.В., к.т.н., доц., Шваб'юк В.В.,
к.т.н., доц., Ужегова О.А., к.т.н., доц., Кислюк Д.Я., к.т.н., доц.
(Луцький національний технічний університет)**

**Shvabyuk V.I., Doctor of Engineering, Professor, Rotko S.V., Ph.D,
Associate Professor, Shvabyuk V.V., Ph.D., Associate Professor, Uzhehova
O.A., Ph.D., Associate Professor, Kyslyuk D.Y., Ph.D., Associate Professor
(Lutsk National Technical University, Lutsk)**

***Анотація.** У роботі розроблена методологія визначення залишкової міцності композитних балок, пошкоджених крайовою тріщиною в області дії розтягувальних напружень. Для проведення таких розрахунків використовується неklasична модель згину композитних балок, котра враховує вплив деформацій поперечного зсуву та обтиснення. Для композитної балки, навантаженої розподіленим навантаженням і пошкодженої невеликою крайовою тріщиною у нижній поверхні балки, де діють розтягувальні напруження, одержані формули для граничних навантажень. Наведено приклад числових результатів для різних товщин і матеріалів. Зроблено аналіз отриманих результатів.*

***Summary.** The evaluation of the residual strength of structures already damaged by cracks is an extremely important scientific problem today. This is due to the fact that during prolonged use in the elements of the structure cracks appear both from the fatigue of the material and from the presence of certain stress concentrators in their design. As a result, the initial design strength, which did not take into account the presence of cracks, begins to decline significantly. In order to avoid the destruction of such a structure, a corresponding reduction in the design load is required.*

The problem of determining the stress-strain state of an anisotropic beam with an inclined crack, in the formulation of a flat problem of the theory of elasticity, is considered by S. Serensen and G. Zaitsev in a well-known work [1]. The problems of isotropic strip with a transverse and a longitudinal crack using the linear conjugation method are solved in the writings of V. Panasyuk, B. Lozovyi and other authors [2,3,4,5]. Authors G. Kit, O. Sushko and B. Lozovyi [6] considered bending of strips of rectangular or elliptical sections, which are damaged inside by a circular crack, with a different load. The stress-strain state in the vicinity of cracks was investigated in this work as well as dependence of SIF (stress intensity factor) from the load and location of the crack. The method of boundary integral equations with complex potentials by M. Muskhelishvili was used. In another paper [7], the authors investigate the net bending of a beam with a

crack, taking into account the plastic zones near its vertices, where an analytic solution is obtained in the class of functions restricted to the ends of the plastic strips.

The methodology for determining the residual strength of composite beams damaged by the edge crack in the area of tensile stress is developed. Such calculations use a non-classical bending model of composite beams, which takes into account the effect of shear and compression deformations. Formulas for the limit loads of a composite beam, which is loaded by a distributed load and damaged by a small boundary crack at the lower surface of the beam, have been obtained. Numerical results for different thicknesses and materials are given. The results obtained are analyzed and compared with the results for the beams without damage.

Ключові слова: тріщина, поперечна анізотропія, залишкова міцність.

Keywords: crack, transverse anisotropy, residual strength.

Вступ. Оцінка залишкової міцності конструкцій, що вже пошкоджені дефектами типу тріщин, є на сьогодні надзвичайно важливою науковою проблемою. Це пов'язано з тим, що за час тривалої експлуатації в елементах конструкцій тріщини з'являються як від втоми матеріалу, так і від наявності в їх конструкції певних концентраторів напружень. У результаті початкова розрахункова міцність, яка не враховувала наявності тріщин, починає значно знижуватися. Для уникнення руйнування такої конструкції необхідне відповідне зниження розрахункового навантаження.

Аналіз літературних джерел. Проблема визначення напружено-деформованого стану анізотропної балки із нахиленою тріщиною, у постановці плоскої задачі теорії пружності, розглянута С.В. Серенсеном та Г.П. Зайцевим у відомій роботі [1]. У працях В.В. Панасюка, Б.Л. Лозового та інших авторів [2,3,4,5], із використанням методу лінійного спряження, розв'язуються задачі для ізотропної смуги з поперечною та поздовжньою тріщиною. Авторами Г.С. Кітом, О.П. Сушком та Б.Л. Лозовим [6] розглядався згин різним навантаженням смуг прямокутного або еліптичного перерізів, що пошкоджені всередині круговою тріщиною. У даній роботі методом граничних інтегральних рівнянь, із використанням комплексних потенціалів М.І. Мусхелішвілі, досліджено напружено-деформований стан в околі цих тріщин та залежність КІН від навантаження та розташування тріщини. Ще в одній роботі [7] авторами досліджується чистий згин балки з тріщиною з урахуванням пластичних зон біля її вершин, де отримано аналітичний розв'язок у класі функцій обмежених на кінцях пластичних смуг.

У даній роботі за допомогою рівнянь неklasичної моделі згину коротких балок досліджено вплив на залишкову міцність наявних у балках пошкоджень типу тріщин і поперечної анізотропії матеріалу в порівнянні з результатами для балок без пошкоджень.

Постановка задачі. Розглядається композитна балка, пошкоджена невеликою крайовою тріщиною у нижній поверхні балки, де діють розтягувальні напруження. Балка навантажена розподіленим навантаженням (рис. 1).

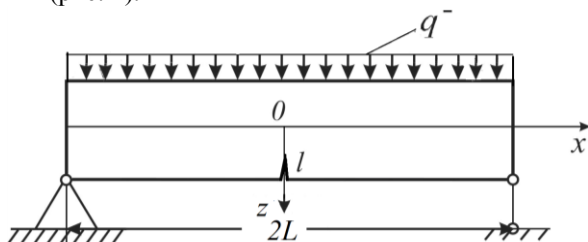


Рис. 1. Схема навантаження балки

Виклад основного матеріалу. Визначальним рівнянням неklasичної моделі є рівняння [4]:

$$\frac{d^4 w}{dx^4} = \frac{q_2}{EI} - \frac{\varepsilon_1 h^2}{EI} \cdot \frac{d^2 q_2}{dx^2} - \frac{\varepsilon_2 h^4}{4E'I} \frac{d^4 q_2}{dx^4}, \quad (1)$$

$$\text{де } I = \frac{2}{3}th^3; \quad q_1 = \frac{1}{2}(q^+ - q^-); \quad q_2 = q^+ + q^-;$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{10} \left(4 \frac{E}{G'} - 3\nu'' \right); \quad \varepsilon_2 = \frac{1}{5} \left(1 - \nu'' \frac{G'}{E} \right);$$

$q^\pm$ – розподілене навантаження зовнішніх ($z = \pm h$) граней балки; E, E', G', ν'' – модулі пружності та коефіцієнт Пуассона матеріалу балки у поздовжньому та поперечному (зі штрихами) напрямках; $2h, t$ – висота та ширина перерізу балки.

Вирази для напруження σ_x та переміщень $W(x, \pm h)$ зовнішніх граней балки, відповідно до цієї моделі, мають вигляд:

$$\sigma_x = \frac{M}{I} z + \frac{z}{I} \left(z^2 - \frac{3}{5} h^2 \right) \left[\left(\frac{E}{2G'} - \nu'' \right) q_2 - \frac{E}{E'} \left(1 - \frac{\nu'' G'}{E} \right) \frac{h^2}{4} q_2'' \right];$$

$$W(x, \pm h) = w(x) \pm (q^+ - q^-) \frac{h}{2E'} + \frac{5h\varepsilon_0}{16E'} (q^+ + q^-) + \frac{h^2}{2} \nu'' w'', \quad (2)$$

Розв'язок диференціального рівняння (1) визначає остаточний вигляд формул для напружень та переміщень кожної точки балки-смуги довжиною $2L$, повинен задовольняти двом граничним умовам на кожному із країв смуги.

Якщо ці краї $x = \pm L$ обперті на горизонталі $z = z_0$, $(-h \leq z_0 \leq h)$, то така умова має вигляд:

$$M_x = 0, W|_{z=z_0} = 0. \quad (3)$$

Початок координатних осей Ox і Oz , котрі співпадають із середньою лінією балки-смуги і нормаллю до неї, знаходиться у центрі балки. Нижня поверхня балки ($z = h$) послаблена крайовою тріщиною завглибшки l , що розміщена у розтягнутій зоні посередині нижньої поверхні балки (рис.1).

Якщо балка зверху ($z = -h$) навантажена розподіленим навантаженням $q^- = q = \text{const}$, ($q_1 = -q/2$, $q_2 = q$), то за граничних умов (3) розв'язок рівняння (1), дозволить отримати наступні формули:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{qz}{2I}[(L^2 - x^2) + \alpha^2(\frac{2}{3}z^2 - \frac{2}{5}h^2)]; \quad \alpha^2 = \frac{E}{2G'} - \nu''; \\ \sigma_z &= \frac{q_1}{t} + \frac{q_2}{6I}(3h^2 - z^2)z; \quad \tau_{xz} = \frac{3Q_x}{4th}(1 - z^2/h^2); \\ U(x, z) &= u(x) + z \cdot \gamma_x(x) - \frac{\varepsilon_2 z}{6I}(5z^2 - 3h^2)\frac{Q_x}{G'}; \\ W &= \frac{q(L^2 - x^2)}{24E_x I}(5L^2 - x^2 + 12\varepsilon_1 h^2 - 6\nu'' z^2) + \frac{q(z_0 - z)}{2tE'} + \\ &+ \frac{\nu'' \varepsilon_1 q h^2}{2EI}(z^2 - z_0^2) + \frac{q}{E'th} \left[C_1 - C_2(z^2 + z_0^2)h^2 \right] (z^2 - z_0^2). \\ C_1 &= \frac{3}{8} \left(\alpha_z + \frac{\nu' E}{G'} \right); \quad C_2 = \frac{1}{16} \left(\alpha_z + \frac{\nu' E}{G'} - \nu' \cdot \nu'' \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Для смуги прямокутного перерізу максимальні значення розтягувального напруження σ_x^* спрощується до вигляду:

$$\sigma_x^* = \frac{3}{4} \frac{q^* L^2}{h^2} \left(1 + \frac{4\alpha^2}{15} \frac{h^2}{L^2} \right) = \sigma_{kl}^{\max} k_\sigma, \quad (5)$$

де $q^* = q/t$; $k_\sigma = 1 + \frac{4\alpha^2}{15} \frac{h^2}{L^2}$ — коефіцієнт, що враховує вплив

деформацій поперечного зсуву та обтіснення, а також поперечної анізотропії матеріалу.

Поклавши у формулі (5) значення коефіцієнта $k_\sigma \equiv 1$, отримаємо результати класичної теорії балок Бернуллі-Ейлера.

За умови мализни довжини тріщини $l \ll h, t$, та на основі розв'язку про тріщину на краю півплощини, задача знаходження критичного навантаження q^* зводиться до розв'язування рівняння, що впливає із силового критерію Дж. Ірвіна [4]:

$$K_I^* = K_{IC}; \text{ або } \sigma_x^*(q^*, h) \sqrt{\pi l} \cdot 1,12 = K_{IC}, \quad (6)$$

де K_{IC} - критичне значення коефіцієнта інтенсивності напружень (в'язкості руйнування), яке не залежить від розмірів та геометрії елемента конструкції; $\sigma_x^*(q^*, h) = \frac{3}{4} \frac{L^2 q^*}{h^2} k_\sigma$ - нормальне напруження у волокні ($x = 0, z = h$) бруса, де розміщена тріщина.

На основі залежностей (5),(6) знаходимо граничне значення розподіленого навантаження q_{Kc}^* для балки, пошкодженої тріщиною, довжиною l :

$$q_{Kc}^* = 1,19 \frac{h^2}{L^2 k_\sigma} \cdot \frac{K_{IC}}{\sqrt{\pi l}}. \quad (7)$$

Одночасно, поряд із формулою (7), залежність для визначення граничного навантаження q^* для балки без тріщини можна отримати з умови міцності за найбільшими нормальними напруженнями у вигляді:

$$\sigma_x^*(q^*, h) = \sigma_{мц.}^p.$$

Звідки
$$q_\sigma^* = \frac{4}{3} \frac{h^2}{L^2 k_\sigma} \sigma_{мц.}^p, \quad (8)$$

де $\sigma_{мц.}^p$ - граничний опір матеріалу за розтягу.

У табл. 1. занесені дані підрахунків за формулами (7), (8) зведеного граничного навантаження q_i^* , де ($q_i^* = q_\sigma^*$ та $q_i^* = q_{Kc}^*$) для ізотропного матеріалу – сталь Ст.3, де $\sigma_{0,2} = 200$ МПа, величина граничного КІН $K_{IC} = 22$ МПа $\sqrt{м}$, а також композитного склопластику 27-63С з пружними характеристиками $E = 28,8$ ГПа, $E' = 9,3$ ГПа, $G' = 3,1$ ГПа, $\nu'' = 0,32$, $K_{IC} = 27,1$ МПа $\sqrt{м}$, $\sigma_{0,2} \approx \sigma_{мц.}^p = 480$ МПа. Довжина тріщини приймалась рівною $l = 1$ см при різних відношеннях L/h . У знаменнику

величини q_i^* порашовані за формулою (8), коли тріщина відсутня . Дані в дужках порашовані за класичною теорією, коли коефіцієнт $k_\sigma \equiv 1$.

Таблиця 1

Значення зведеного граничного навантаження q_i^*

L / h	Сталь Ст. 3		Склопластик 27-63 С	
	k_σ	q_i^* (МПа)	k_σ	q_i^* (МПа)
5	1,011	$\frac{5,844(5,91)}{10,55(10,67)}$	1,029	$\frac{7,075(7,28)}{24,89(25,60)}$
3	1,030	$\frac{15,93(16,41)}{28,78(29,63)}$	1,079	$\frac{18,72(20,21)}{65,88(70,11)}$

Із аналізу даних табл. 1 видно, що граничні навантаження за класичною теорією балок, для кожної конкретної довжини, відрізняються від даних, одержаних згідно запропонованої теорії композитних балок, пропорційно до множника k_σ . Останні залежать фізичних характеристик матеріалу, а також відношень L / h .

Спираючись на формули (7), (8), у більш загальному випадку, можемо знайти коефіцієнт n зниження граничного навантаження, за умови появи у балці тріщини, у вигляді:

$$n = \frac{q_\sigma^*}{q_{K_C}^*} = \frac{1,12\sqrt{\pi l} \cdot \sigma_{мц.}^p}{K_{IC}}. \quad (9)$$

Згідно формули (9), цей коефіцієнт для ізотропного матеріалу (сталь Ст. 3) дорівнює $n=1,81$, а для склопластика 27-63С він удвічі більший — $n=3,52$. Такими ж за величиною будуть ці коефіцієнти і згідно класичної теорії Бернуллі – Ейлера.

Якщо ж у наведеній формулі межу тріщиностійкості K_{IC} записати через критичне напруження $K_{IC} = \sigma_{кр} \sqrt{\pi l}$, то коефіцієнт n зниження граничного навантаження можна отримати у спрощеному та доступнішому вигляді — $n = 1,12 \sigma_{мц.}^p / \sigma_{кр}$. Без множника 1,12 (чисте відношення напружень $\sigma_{мц.}^p / \sigma_{кр}$), цей коефіцієнт у роботі В.З. Партона та Є.М. Морозова [8] називається коефіцієнтом зниження міцності α . Тут необхідно зауважити, що цей уточнювальний множник знайдений для півплощини, без урахування розмірів балки. Тому, щоб добитися кращого

узагальнення формули (9) для коефіцієнта n , потрібно замість множника 1,12 (у чисельнику) застосувати так звану *функцію форми та розмірів об'єкту* - $Y(l/2h)$, яка залежить від відносної довжини тріщини, розмірів балки та виду навантаження. У такому випадку формула (9) зведеться до вигляду:

$$n = \frac{q_{\sigma}^*}{q_{K_C}^*} = \frac{\sqrt{\pi l} \cdot \sigma_{\text{мц.}}^p}{K_{IC}} Y(l/2h). \quad (10)$$

Наприклад, у випадку чотириточкового згину балки із тріщиною у зоні розтягу ця функція має вигляд [3]:

$$Y(l/2h) = 1,12 - 1,12\rho + 3,74\rho^2 + 3,87\rho^3 - 19,05\rho^4. \quad (11)$$

Тут вважається, що $\rho = l/2h \leq 0,7$.

Аналогічні узагальнення для інших навантажень та об'єктів вимагають ширших як теоретичних, так і експериментальних досліджень.

Таким чином, визначивши коефіцієнт зниження навантаження n і знаючи характеристики тріщиностійкості матеріалу, граничне навантаження для конструкційного елемента, пошкодженого тріщиною $q_{K_C}^*$ можна визначити через граничне навантаження q_{σ}^* для елемента без тріщини за простою формулою $q_{K_C}^* = q_{\sigma}^* / n$.

Разом із тим, одержані аналітичні розрахунки все одно бажано піддавати експериментальній перевірці для конкретних випадків як навантаження, так і характеру пошкодження. Це пов'язано із тим, що коефіцієнти інтенсивності напружень K_I шукаються у межах лінійної механіки руйнування.

Висновки

Досліджено вплив на залишкову міцність наявність у балках пошкоджень типу тріщин і поперечної анізотропії матеріалу, порівняно із результатами для балок без пошкоджень. Записано формули для критичних навантажень на конструкційні елементи пошкоджених тріщиною, які порівнюються із граничними навантаженнями для елементів без тріщини. Досліджено залежність цих навантажень від застосованої розрахункової моделі, що враховує наявність тріщини, а також механічних і фізичних характеристик елемента конструкції. Показано, що врахування у розрахунках ефектів впливу деформацій поперечного зсуву та обтиснення веде до зниження граничних навантажень для балки. Наведено числові результати для зведених граничних навантажень ізотропних і композитних балок різної довжини та дається їх аналіз. Отримано коефіцієнт зниження граничного навантаження n у балках, пошкоджених тріщиною, за допомогою якого можна визначити залишкову міцність порівняно із розрахунковою.

References

1. Serensen S.V., Zaytsev H.P. Nesushchaya sposobnost' tonkostennykh konstruktiv yz armirovannykh plastikov s defektamy. Kyev. Nauk. dumka. 1982. 296 p. [In Russian]
2. Lozovoy B.L., Panasyuk V.V. Nekotorye zadachy izhyba polosy s pryamolynennoy treshchynoy. Yz. AN SSSR. OTN. Mekhanyka y mashynostroyeniye. 1962. pp.138-143. [In Russian]
3. Spravochnik po koeffitsyentam yntensyvnostryazhenyy: V 2-kh tomakh. Per. s anhl. Pod red. Yu. Murakamy. M.: Myr, 1990. - 1016 p. [In Russian]
4. Shvabyuk V.I., Rotko S.V., Uzhegova O.A. Bending of a Composite Beam with a Longitudinal Section. Strenght of Materials. 2014. Vol. 46. No.4, pp. 558–566.
5. Bozhydarnyk V.V., Shvab'yuk V.I. Z'hyn kompozytnoyi balky z poperechnoyu trishchynoyu. Materialy I ukrayins'ko-pol's'koho naukovooho sympoziumu (L'viv-Shats'k, 14-19 veresnya 1995 roku). L'viv: Svit. 1995, pp. 6-9. [in Ukrainian]
6. Kit H.S., Sushko O.P., Lozovyy B.L. Z'hyn balok z kruhovymy trishchynamy. Mashynoznavstvo, 2007. No 2(116), pp. 9-13. [in Ukrainian]
7. Sulym H.T., Opanasovych V.K., Slobodyan M.V., Bilash O.V. Chystyy z'hyn balky z trishchynoyu z urakhuvannyam plastychnykh smuh bilya yiyi vershyny. Matematychni problemy mekhaniky neodnorodnykh struktur. Za zah. red. R.M. Kushnira i H.S. Kita. L'viv: IPPM im. Ya.S. Pidstryhacha NANU. 2019. V.5, pp. 206-207. [in Ukrainian]
8. Parton V.Z., Morozov E.M. Mekhanyka uprugoplastycheskoho razrushenyya. M.: Nauka. Hlavnaya redaktsyya fiz.-mat. lyt. 1985. 504 p. [In Russian]

Список використаної літератури

1. Серенсен С.В., Зайцев Г.П. Несущая способность тонкостенных конструкций из армированных пластиков с дефектами. Киев. Наук. думка. 1982. 296с.
2. Лозовой Б.Л., Панасюк В.В. Некоторые задачи изгиба полосы с прямолинейной трещиной. Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. 1962. С.138-143.
- 3.Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений: В 2-х томах. Пер. с англ. Под ред. Ю. Мураками. М.: Мир, 1990. 1016 с.
4. Shvabyuk V.I., Rotko S.V., Uzhegova O.A. Bending of a Composite Beam with a Longitudinal Section. Strenght of Materials. 2014. Vol. 46. No.4. P. 558–566.
5. Божидарник В.В., Шваб'юк В.І. Згин композитної балки з поперечною тріщиною. Матеріали І українсько-польського наукового симпозиуму (Львів-Шацьк, 14-19 вересня 1995 року). Львів: Світ. 1995. С. 6-9.
6. Кіт Г.С., Сушко О.П., Лозовий Б.Л. Згин балок з круговими тріщинами. Машинознавство, 2007. №2(116). С. 9-13.
7. Сулим Г.Т., Опанасович В.К., Слободян М.В., Білаш О.В. Чистий згин балки з тріщиною з урахуванням пластичних смуг біля її вершини. Математичні проблеми механіки неоднорідних структур. За заг. ред. Р.М. Кушніра і Г.С. Кіта. Львів: ІППМ ім. Я.С. Підстригача НАНУ. 2019. В.5. С. 206-207.
8. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М.: Наука. Главная редакция физ.-мат. лит.-ры. 1985. – 504с.

**ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ДОРОЖНІХ БІТУМІВ, МОДИФІКОВАНИХ ЕПОКСИДОМ
СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ**

**DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF ROAD BITUMINS MODIFIED BY SUNFLOWER OIL EPOXY**

**Шимчук О.П., к.т.н., доц., Талах Л.О., к.т.н., доц., Андрійчук О.В.,
к.т.н., доц., Процюк В.О., к.т.н., асистент (Луцький національний
технічний університет)**

**Shymchuk O.P., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Talakh L.O Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Andriichuk O.V.,
Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Protsiuk V.A. Ph.D. in assistant
of Highways and Airfields (Lutsk National Technical University)**

***Анотація.** Експериментально доведено, що модифікація дорожніх бітумів з допомогою епоксиду соняшникової олії веде до зміни фізико-механічних властивостей модифікованого бітуму, таких як: penetрація, температура розм'якшення, дуктильність, температура крихкості.*

***Summary.** Development of the national economy and raising the level of economy of our country is impossible without the development of a modern road network. Roads are constantly under load and are exposed to atmospheric phenomena, they wear out. To a large extent, the quality of the roads depends on the roadwear and the materials it consists of. Therefore, in many countries of the world, considerable attention is paid to the proper selection of materials for structural layers of road clothing. Particular attention should be paid to bitumen, which is part of asphalt concrete. Today, the problem of improving the quality of road bitumen, which solution will allow to extend the life of road asphalt pavements and to increase the efficiency of works on their construction and repair, is especially urgent.*

It is possible to solve the problem of improving the quality of bitumen by the use of various additives for its modification. An effective way to improve the quality of pavements is to use bitumen modified with epoxy compounds, especially on the basis of reducing raw materials, such as vegetable oils.

For the experimental part of the work used road oil bitumen brand BND 90/130 and BND 60/90, as well as sunflower oil epoxide obtained by epoxidizing it in a medium of hydrogen peroxide.

As a result of the study of road bitumen modified with sunflower oil epoxy, the influence of this additive in different percentages on the structure and properties of bitumen was established. In particular, it has been studied that increasing the content of sunflower oil epoxide in bitumen by more than 7% is impractical, since virtually no changes such as penetration, softening temperature, ductility and brittleness are observed.

The results obtained prove that the introduction of sunflower oil epoxide into the bitumen, regardless of its brand, allows to increase the softening temperature by 3-5 °C. The ductility and brittleness are practically equal to the ductility and brittleness of unmodified bitumen. Penetration of modified bitumen is significantly reduced.

Based on the above, it can be argued that the modification of road bitumen with sunflower oil epoxo makes it possible to improve the road performance regardless of the brand of bitumen.

Ключові слова: бітум, модифікація, епоксид, пенетрація, температура розм'якшення, дуктильність, температура крихкості.

Keywords: bitumen, modification, epoxide, penetration, softening temperature, ductility, brittleness.

Постановка проблеми. Розвиток народного господарства та підвищення рівня економіки нашої держави неможливі без розвинутої сучасної мережі автомобільних доріг.

В значній мірі якість автомобільних доріг залежить від дорожнього одягу та матеріалів, з яких він складається. Конструкція дорожнього одягу є одним із найвідповідальніших елементів автомобільної дороги, що дає можливість виконувати її основні функції із забезпечення безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів при перевезенні вантажів та пасажирів. Тому в багатьох країнах світу приділяється значна увага належному вибору матеріалів для конструктивних шарів дорожнього одягу.

Значну увагу слід приділити бітуму, який входить до складу асфальтобетону. Сьогодні особливо актуальною є проблема підвищення якості дорожніх бітумів, вирішення якої дасть змогу продовжити термін служби дорожніх асфальтобетонних покриттів і підвищити ефективність робіт з їхнього будівництва й ремонту.

За своїми природними властивостями бітум не може повністю задовольнити вимоги, що висуває до нього робота покриттів під дією сучасних транспортних навантажень в сукупності з несприятливими погодними умовами.

В Україні гостро стоїть питання щодо підвищення якості бітумів, оскільки вони за своїми властивостями не відповідають нормативним документам та стандартам. Це спричинено відсутністю однорідної сировини для їх виробництва, застарілого обладнання, постійних порушень норм технологічного процесу.

Вирішити проблему покращення якості бітумів можливо завдяки застосуванню різноманітних добавок для його модифікації. Ефективним способом підвищення якості дорожніх покриттів вважається застосування бітумів, модифікованих епоксидними сполуками, особливо на основі відновлювальної сировини, наприклад, рослинних олій [1,2].

Модифікація дорожніх бітумів епоксидом соняшникової олії дозволяє покращити експлуатаційні характеристики дорожніх покриттів, причому залежно від вмісту добавки і способу її введення можна отримати бітуми з різними властивостями. Асфальтобетон, виготовлений на основі бітумів, модифікованих епоксидною соняшниковою олією, має вищі показники міцності, водостійкості, порівняно з іншими асфальтобетонами. В цьому випадку знижуються динамічні дії на нижні шари і зменшується можливість копіювання тріщин та інших дефектів шарів, що перекриваються.

Аналіз відомих досліджень. Можливість використання модифікованих бітумів різними сполуками, в тому числі, епоксидними, в дорожньому будівництві вивчали науковці як в Україні, так і за кордоном [1,2,3]. Проте питанням добавки до бітуму епоксиду соняшникової олії в якості модифікатора дослідники уваги не приділяли.

Метою роботи було дослідження впливу епоксиду соняшникової олії на структуру і властивості бітумів, який забезпечить покращення фізико-механічних характеристик цих матеріалів шляхом модифікації.

Результати досліджень. Для проведення експериментальної частини роботи використовували дорожній нафтовий бітум марки БНД 90/130 та БНД 60/90, а також епоксид соняшникової олії, одержаний шляхом епоксидування її в середовищі пероксиду водню.

До показників, які характеризують властивості твердих бітумів, відносяться глибина проникнення стандартної голки (пенетрація), температура розм'якшення, розтяжність (дуктильність), температура крижкості.

Пенетрація - показник, що характеризує глибину проникнення тіла стандартної форми в напіврідкі і напівтверді продукти при певному режимі, що обумовлює здатність цього тіла проникати в продукт, а продукту - чинити опір цьому проникненню. Пенетрацію визначають за методикою, поданою в [4]; за одиницю пенетрації прийнята глибина проникнення голки на 0,1 мм.

Температура розм'якшення бітумів - це температура, при якій бітуми з відносно твердого стану переходять в рідкий. Методика визначення температури розм'якшення умовна і науково не обґрунтована, але широко застосовується на практиці. Випробування проводили за методикою [5] методом «кільце і куля».

Розтяжність (дуктильність) бітуму характеризується відстанню, на яку його можна витягнути в нитку до розриву. Цей показник побічно характеризує також прилипаємість бітуму і пов'язаний з природою його компонентів. Дорожні нафтові бітуми мають високу розтяжність - більше 40 см. Підвищення розтяжності бітумів не завжди відповідає поліпшенню їх властивостей. Розтяжність бітумів при 25 °С має максимальне значення, яке відповідає їх переходу від стану ньютонівської рідини до

структурованої. Чим більше бітум відхиляється від ньютонівського течії, тим менше його розтяжність при 25 °С, але досить висока при 0 °С. Бітум повинен мати підвищену розтяжність при низьких температурах (0 і 15 °С) і помірну – при 25 °С. Випробування проводили за методикою [6].

Температура крихкості - це температура, при якій матеріал руйнується під дією короточасно прикладеного навантаження. За Фраасом - це температура, при якій модуль пружності бітуму при тривалості навантаження 11 с для всіх бітумів однаковий і рівний 1100 кг/см² (1,0787-108 Н/м²). Температура крихкості характеризує поведінку бітуму в дорожньому покритті: чим вона нижча, тим вища якість дорожнього бітуму. Окислені бітуми мають нижчу температуру крихкості, ніж інші бітуми тієї ж пенетрації. Випробування проводили за методикою [7].

В результаті дослідження дорожніх бітумів, модифікованих епоксидом соняшникової олії, встановлено вплив даної добавки в різному відсотковому співвідношенні на структуру і властивості бітумів. Зокрема вивчено, що збільшення вмісту епоксиду соняшникової олії в бітумі понад 7% є недоцільним, оскільки практично не змінюються такі показники, як пенетрація, температура розм'якшення, дуктильність і температура крихкості.

Результати досліджень дорожніх бітумів, модифікованих епоксидом соняшникової олії, наведені в таблицях 1 та 2 та рисунках 1, 2, 3, 4, 5 та 6.

Таблиця 1

Результати випробувань бітуму БНД 90/130 з добавками епоксиду соняшникової олії 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

Назва показника	БНД 90/130	БНД 90/130 +2% ЕО	БНД 90/130 +3% ЕО	БНД 90/130 +5% ЕО	БНД 90/130 +7% ЕО
1. Глибина проникнення голки (пенетрація), 0,1 мм за температури 25 °С за температури 0 °С	102 25	99 23	87 24	59 21	57 22
2. Температура розм'якшення за кільцем та кулею, °С	46	51	51	53	53
3. Розтяжність (дуктильність), см: за температури 0 °С за температури 25 °С	5,0 91	5,0 88	5,1 87	5,3 83	5,0 85
6. Температура крихкості, °С	-27	-27	-28	-28	-26

Результати проведених досліджень показали, що введення епоксиду соняшникової олії в дорожній бітум зменшує пенетрацію та підвищує

температуру розм'якшення, а на розтяжність і температуру крихкості має незначний вплив.

Таблиця 2

Результати випробувань бітуму БНД 60/90 з добавками епоксиду соняшникової олії 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

Назва показника	БНД 60/90	БНД 60/90 +2% ECO	БНД 60/90 +3% ECO	БНД 60/90 +5% ECO	БНД 60/90 +7% ECO
1. Глибина проникнення голки (пенетрація), 0,1 мм за температури 25 °С за температури 0 °С	90 16	82 15	67 16	59 18	57 22
2. Температура розм'якшення за кільцем та кулею, °С	48	50	50	48	44
3. Розтяжність (дуктильність), см: за температури 0 °С за температури 25 °С	5,0 90	4,9 88	5,0 88	4,3 86	4,7 87
6. Температура крихкості, °С	-25	-25	-26	-26	-26

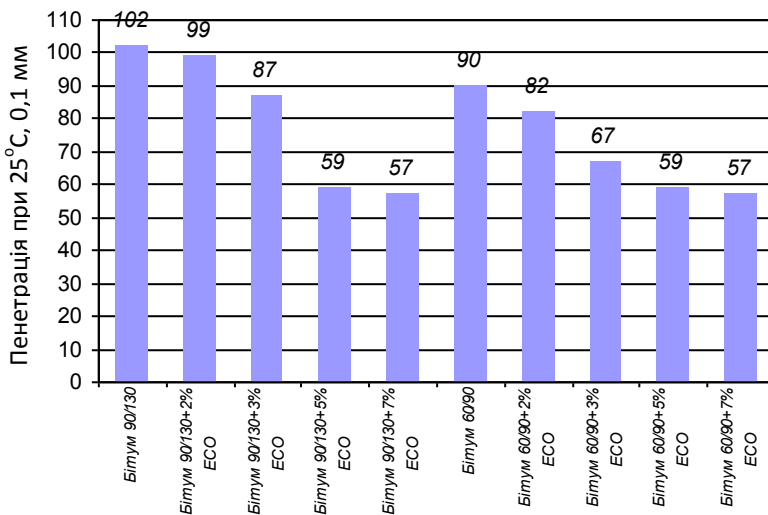


Рис. 1. Пенетрація при 25°C вихідного бітуму марки БНД 90/130 та БНД 60/90 та тих же бітумів з добавками ECO 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

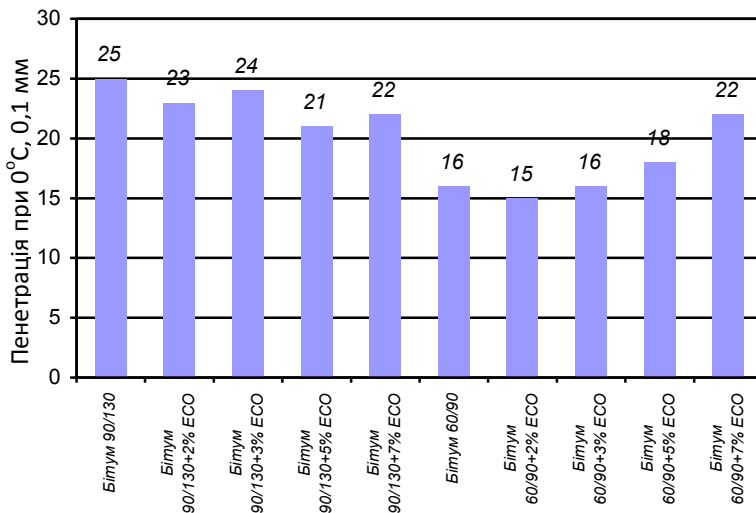


Рис. 2. Пенетрація при 0°C вихідного бітуму марки БНД 90/130 та БНД 60/90 та тих же бітумів з добавками ECO 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

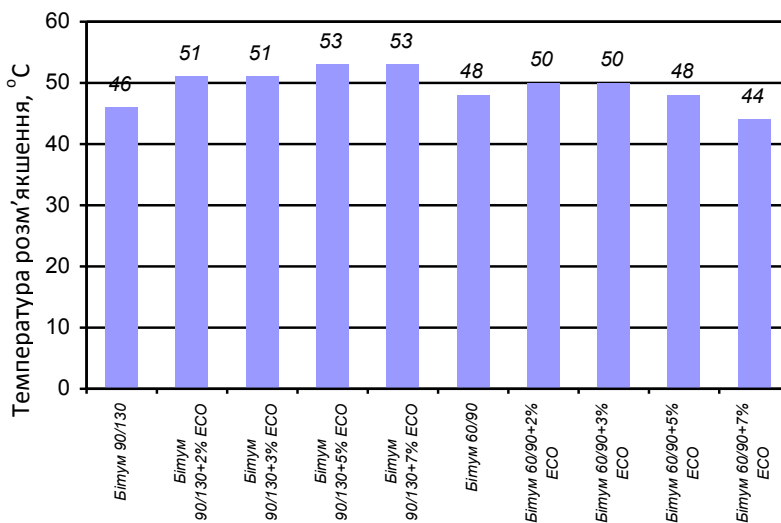


Рис. 3. Температура розм'якшення вихідного бітуму марки БНД 90/130 та БНД 60/90 та тих же бітумів з добавками ECO 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

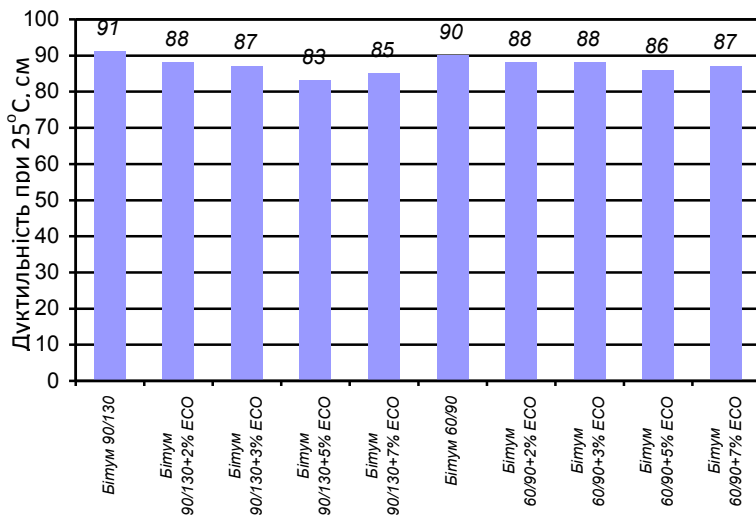


Рис. 4. Дуктильність при 25°C вихідного бітуму марки БНД 90/130 та БНД 60/90 та тих же бітумів з добавками ECO 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

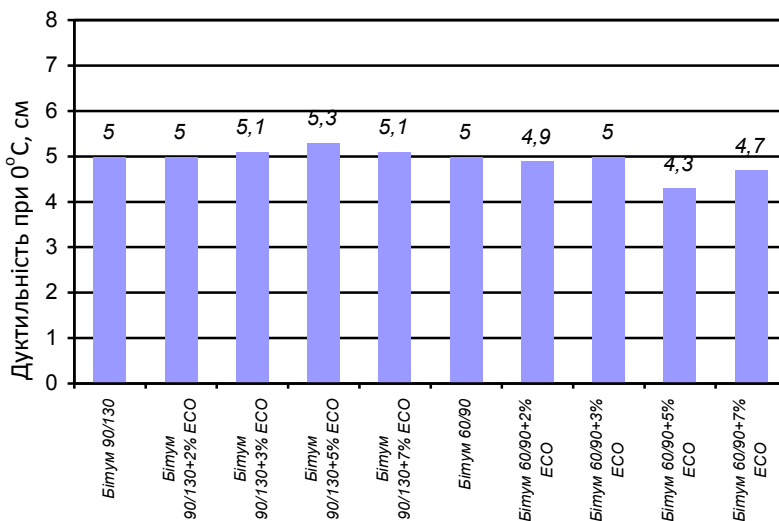


Рис. 5. Дуктильність при 0°C вихідного бітуму марки БНД 90/130 та БНД 60/90 та тих же бітумів з добавками ECO 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

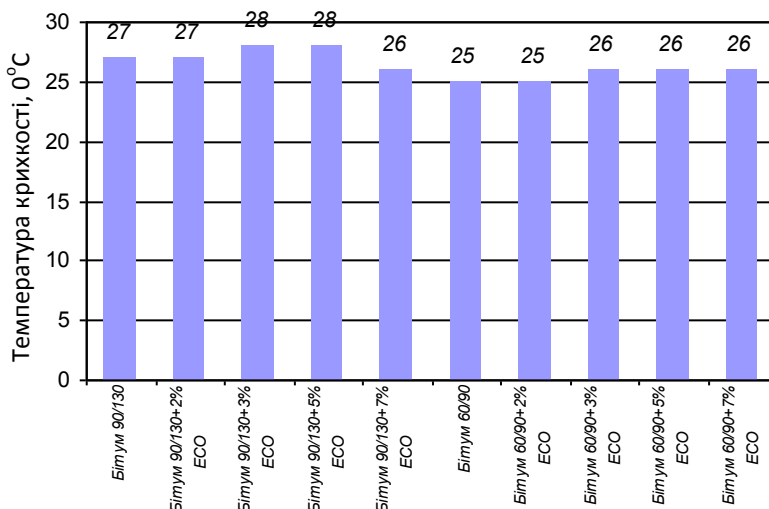


Рис. 6. Температура крихкості вихідного бітуму марки БНД 90/130 та БНД 60/90 та тих же бітумів з добавками ECO 2%, 3%, 5% та 7% від маси бітуму

Висновки. Модифікація дорожніх бітумів з допомогою епоксиду соняшникової олії веде до зміни властивостей модифікованого бітуму, таких як: пенетрація, температура розм'якшення, дуктильність, температура крихкості.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що введення епоксиду соняшникової олії в бітум, незалежно від його марки, дає змогу підвищити температуру розм'якшення на 3-5 °С. Дуктильність та температура крихкості практично є рівною дуктильності та температурі крихкості немодифікованого бітуму.

Пенетрація модифікованих бітумів істотно знижується. Якщо для бітуму марки БНД 60/90 цей показник знижується на 33, порівняно з немодифікованим зразком, то для бітуму марки БНД 90/130 зменшення становить 45. Аналізуючи зміни фізико-механічних показників бітумів до і після модифікації, можемо стверджувати, що внаслідок модифікації можлива зміна їх марки.

На основі вищевикладеного можна стверджувати, що модифікація дорожніх бітумів епоксидом соняшникової олії дає змогу покращити експлуатаційні характеристики дорожніх покриттів, незалежно від марки бітуму.

References

1. Grinchuk, Yu.M. Epoxy compounds based on rapeseed oil as modifiers for road bitumen [Text] / Grinchuk YM, Nikipanchuk MV // Bulletin of the National University of Lviv Polytechnic. Chemistry, technology of substances and their application. Lviv 2011 - №700. - P. 474-477
2. Grinchuk Yu. Influence of conditions and method of modification of road bitumen with rapeseed oil epoxide on their physicochemical properties / Yu. Grinchuk, MV Nikipanchuk, V.M. Grinchuk // Bulletin of the National university "Lviv Polytechnic". - Ser. : Chemistry, technology of substances and their application. - Lviv: Publishing House of NU "Lviv Polytechnic". - 2013. - № 761. - P. 465-469.
3. Modified bituminous binders, special bitumen and bitumen with additives in road construction / Ed. Zolotaryova VA - Kharkov, 2003. - 28s.
4. GOST 11501-78 Bitumens petroleum. The method of determining the depth of needle penetration.
5. Bitumens are oil. Method of determining the softening temperature by ring and layer (Bitumen oil. Method for determining the softening temperature by ring and ball) - GOST 11506-73.
6. GOST 11505-75 Bitumens petroleum. Method of determining stretchability.
7. Bitumens are oil. Method of determining the temperature of brittleness according to Fraas (Bitumen oil. Method of determining the temperature of fragility according to Fraas) - GOST 11507-78.

Список використаної літератури

1. Гринчук, Ю.М. Епоксидні сполуки на основі ріпакової олії як модифікатори для дорожніх бітумів [Текст] /Гринчук Ю.М., Никипанчук М.В. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування. Львів 2011р. – №700. – С. 474-477
2. Гринчук Ю.М. Вплив умов та способу модифікації дорожніх бітумів епоксидом ріпакової олії на їх фізико-хімічні властивості / Ю.М. Гринчук, М.В. Никипанчук, В.М. Гринчук // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Хімія, технологія речовин і їх застосування. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2013. – № 761. – С. 465-469.
3. Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве / Под ред. Золотарьова В.А. – Харьков, 2003. – 28с.
4. ГОСТ 11501-78 Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы.
5. Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару (Бітуми нафтові. Метод визначення температури розм'якшеності за кільцем і кулею) – ГОСТ 11506-73.
6. ГОСТ 11505-75 Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости.
7. Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраусу (Бітуми нафтові. Метод визначення температури крихкості за Фраасом) – ГОСТ 11507-78.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ БЛАГОУСТРОЮ ТЕРИТОРІЙ
ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ
(НА ПРИКЛАДІ 522-ГО МІКРОРАЙОНУ М. ХАРКОВА)**

**RESEARCH OF IMPROVED TERRITORY LEVEL OF RESIDENTIAL
BUILDINGS
(ON THE EXAMPLE OF THE 522nd MICRO DISTRICT OF KHARKIV)**

**Шишкін Е.А., к.т.н., доц., Завальний О.В., к.т.н., доц.,
Черноносова Т.О., ст. викл., Вяткін К.І., к.т.н., доц. (Харківський
національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
м. Харків).**

**Shyshkin E.A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Zavalnyi
A.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Chernonosova T.O.,
Senior Lecturer, Viatkin K.I., Ph.D. in Engineering, Associate Professor
(O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv).**

***Анотація.** Предметом дослідження цієї статті є аналіз стану сфери благоустрою територій житлових будинків. Аналіз проведено на прикладі житлової групи будинків 522-го мікрорайону м. Харкова. За допомогою соціологічного опитування були виявлені проблеми сфери благоустрою територій житлових будинків. На основі дослідження факторів зовнішнього та внутрішнього середовища розвитку території виконано аналіз існуючого стану об'єкта дослідження за допомогою методу SWOT-аналізу. Для вирішення основних проблем, що склалися, на об'єкті запропоновано рекомендації щодо покращення стану благоустрою території житлових будинків.*

***Summary.** The subject of this article is an analysis of the improvement of residential areas. The analysis is carried out on the example of a residential group of houses of the 522nd microdistrict of Kharkov. Development of residential district - perimeter, with the formation of residential groups with the organization of patio, protected from the harmful effects of the surrounding streets. Using a sociological survey, problems in the area of improvement of the territories of residential buildings were identified. Based on the study of factors of the external and internal environment for the development of the territory, the analysis of the existing state of the object of study using the method of SWOT analysis is performed. To solve the main problems in the territory it is proposed to: increase the level of improvement of the territory, ensuring the efficiency of its use in accordance with modern urban, sanitary and aesthetic requirements; create a public space for residents of the residential group of the 522nd residential district; increase the aesthetic attractiveness of a residential group 522nd residential district; increase the number of public spaces and green spaces in the neighborhood; to create an inclusive space in a housing group; streamline transport and*

pedestrian connections, which will provide a minimum distance from house entrances to public transport stops, childcare facilities, commercial establishments, cultural and public services; to make the zoning of sites for active and passive recreation taking into account the interests of different age categories of the population and the nature of use of these sites; increase the level of use of the territory.

Further research to address these issues requires specific measures to be taken to improve this housing group, taking into account the European experience that will be outlined in subsequent publications.

Ключові слова: *благоустрій території, майданчики, прибудинкова територія, SWOT-аналіз.*

Keywords: *territory improvement, sites, adjoining territory, SWOT analysis.*

Постановка проблеми. У містобудуванні благоустрій та озеленення є складовою частиною загального комплексу заходів по плануванню, забудові та реконструкції територій населених місць.

Благоустрій міських територій – це комплекс робіт, спрямований на створення комфортних умов життєдіяльності населення. Рівень благоустрою має великий вплив на стан навколишнього середовища. Особливо цей вплив помітно проявляється у великих, крупних та найкрупніших містах. На показники стану навколишнього середовища особливо впливають щільність забудови, розвинута система транспорту, наявність та характер промисловості, наявність та санітарний стан зелених насаджень, водойм та багато іншого.

Зелені насадження є важливим компонентом у ландшафті міста та мають велике рекреаційне значення. Вони найбільш ефективно підтримують природний стан біосфери, нормалізуючи температуру, вологість, загазованість та запиленість повітря, радіаційний та вітровий режими, сприяють біологічному очищенню повітря і води.

В період експлуатації будівель, споруд і комплексів спостерігаються порушення діючих нормативів і стандартів, які зачіпають питання благоустрою, що тягне за собою погіршення якості середовища проживання населення. Крім того, в даний час благоустрій прибудинкових територій є морально застарілим і не відповідає сучасним соціально-побутовим потребам населення, а також санітарно-гігієнічним та екологічним вимогам.

Житло із низьким рівнем благоустрою навколишньої території не може вважатися достатньо комфортним. Тому перед міською владою, експлуатаційними організаціями, які виконують в теперішній час не тільки функції підрядчика, але й замовника, при впорядкуванні території виникають проблеми, пов'язані із досконалістю, а частіше – зі створенням нової системи благоустрою території житлової забудови.

Характер, склад, зміст і обсяг заходів щодо благоустрою міських територій багато в чому залежать від природно-кліматичних умов (макро- і мікроклімату); періоду будівництва існуючої забудови, стану існуючого житлового фонду; насиченості та рівня забезпеченості території установами соціально-побутового обслуговування; питомої ваги доріг з удосконаленими видами покриттів; наявності майданчиків різного призначення та безпечності їх обладнання; показників забезпеченості насадженнями місць загального користування тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі в нашій країні, як і в усьому світі, велике значення надається сфері благоустрою населених пунктів, що пояснюється загальним прогресом суспільства, у т.ч. підвищенням його добробуту, ускладненням структури потреб, розвитком науки, техніки, культури тощо. Заходи з благоустрою населених пунктів включають роботи щодо: відновлення, належного утримання та раціонального використання територій, охорони та організації впорядкування об'єктів благоустрою з урахуванням особливостей їх використання [1].

Зміст терміну «благоустрій» намагалися з'ясувати такі вчені, як З. Френкель, В. Зотов, Л. Веліхов, Д. Руссо, Ж. Возей, Ж. Менод, Є. Пряхін та інші. Причому тривалий час термін уживався в основному щодо міських територій.

Наприклад, З. Френкель запропонував таку дефініцію: «До загальнономіського благоустрою належать усі аспекти устрою міста, вся та частина його матеріальної культури, яка призначенням своїм має звернути місто в загальне житло – здорове, безпечне, по можливості довговічне, міцне, красиве і затишне» [2].

На думку В.Зотова, міській благоустрій є насамперед загальною метою муніципальної діяльності і загальним результатом міського господарства. Немає методологічних підстав звужувати згаданий термін, віднімаючи від суми досягнень міського господарства ті чи інші галузі «благоустрою». В останньому випадку довелося б для цих галузей вибирати якийсь спеціальний термін, що з огляду на бідність муніципальної термінології було б утрудненим [2]. На його думку, під міським благоустроєм у вузькому розумінні слід розуміти житловий або вуличний благоустрій, як то: планування, муніципальне будівництво, житлові і земельні питання, заощення, зелені насадження, догляд за вулицями, вуличний транспорт, муніципальну зв'язок, міське освітлення та опалення. Тим часом зелені насадження є не тільки зовнішнім благоустроєм, але відіграють найважливішу соціальну гігієнічну роль, а для двох останніх об'єктів, між собою мало пов'язаних, навряд чи потрібно створювати особливу категорію «зовнішнього благоустрою» [2].

Л. Веліхов під міським благоустроєм розуміє «діяльність місцевих публічних органів або організованого представництва людей, що живуть

концентровано на обраній території і займаються переважно обробною промисловістю або торгівлею, причому ця діяльність спрямована на найвигідніше використання матеріального середовища за допомогою встановлених засобів з метою благоустрою даної територіальної одиниці і соціального добробуту». Така концепція благоустрою міста базується на більш ранній роботі З. Френкеля «Основи загального міського благоустрою», у якій і було наведено вище представлене поняття міського благоустрою [2].

Слід відзначити діяльність французьких науковців, які продовжують робити значний внесок у розвиток проблеми благоустрою населених пунктів, зокрема щодо її державного регулювання та визначення соціально-економічної сутності. Так, Д. Руссо та Ж. Возей [3] пропонують розглядати термін «місцевий чи міський благоустрій» як синонім термінів: «урбанізм» та «упорядкування території», які часто важко розрізнити. Дослідники зазначають, що цю різницю неможливо виразити в кількох фразах, тому виникає потреба посилатися на більш-менш загальновідомі теорії, що поєднують ці поняття.

Серед вітчизняних науковців які займалися розглядом питань стану сфери благоустрою населених пунктів, можна відмітити таких, як: О.О. Лук'янченко, Є.О. Гаркушева – щодо утримання вулично-дорожньої мережі населених пунктів [4], В.Андрійчук, С. Поталіцин – щодо зовнішнього освітлення населених пунктів [5], О.М. Бурак – щодо озеленення населених пунктів [6], В.С.Міщенко, Г.П. Виговська, Ю.М. Маковецька, Т.Л. Омеляненко – щодо поводження з побутовими відходами [7, 8], Т.Б. Годовська – щодо утримання місць поховань [9], Н.Олійник [10] та О. Лагоднюк [11] – щодо утримання прибудинкових територій.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягала у виявленні проблеми стану прибудинкової території групи житлових будинків в 522-му мікрорайоні м. Харкова. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

1. визначити та оцінити рівень благоустрою прибудинкової території, спираючись на опитування мешканців;
2. виявити пріоритетні питання майбутнього благоустрою дворового простору, з урахуванням різних вікових груп;
3. виявити конфліктні точки експлуатації дворового простору;
4. визначити поняття «ідеальний комфортний двір» в уявленні мешканців.

Виклад основного матеріалу. Загальна характеристика об'єкта дослідження. Територія 522 мікрорайону Салтівського житлового масиву м. Харкова знаходиться на північному заході міста та обмежена: з північного сходу – вул. Героїв Праці, з північного заходу – вул. Академіка Барабашова, з південного сходу – вул. Академіка Павлова, з південного

заходу – вул. Валентинівською. Забудова мікрорайону – периметральна, з утворенням житлових груп із організацією внутрішньодворового простору, закритого від шкідливих впливів навколишніх вулиць.

Для дослідження було обрано житлову групу, що знаходиться в південно-західній частині мікрорайону (рис. 1). Ділянка по периметру обмежена: з заходу – вулицею Академіка Барабашова, з півдня – вулицею Валентинівською. Межею житлової групи, що досліджується на півночі є житлові будинки іншої житлової групи мікрорайону, на сході – ліцей №107 та районний суд Шевченківського району м. Харкова, на півдні – існуючий гаражний кооператив, на південному заході – ЖК «Парус».

Територія представлена багатоповерховою житловою забудовою (24 секції 12-ти поверхові та 1 секція 16-ти поверхова). Приблизна кількість мешканців в обстежених будинках становить близько 3200 осіб. На кожному поверсі розташовано по чотири квартири, тому в одній дванадцятиповерховій секції знаходиться 48 квартир, а у шістнадцятиповерховій – 64 квартири. Загальна кількість квартир складає 1280 шт. ($48 \text{ квартир} \times 24 \text{ секції} + 64 \text{ квартир} \times 1 \text{ секцію}$). В середньому, в одній квартирі мешкають 2–3 людини, тому загальна кількість мешканців у забудові складає 3200 особи ($1280 \text{ кварта} \times 2,5 \text{ чол.}$).

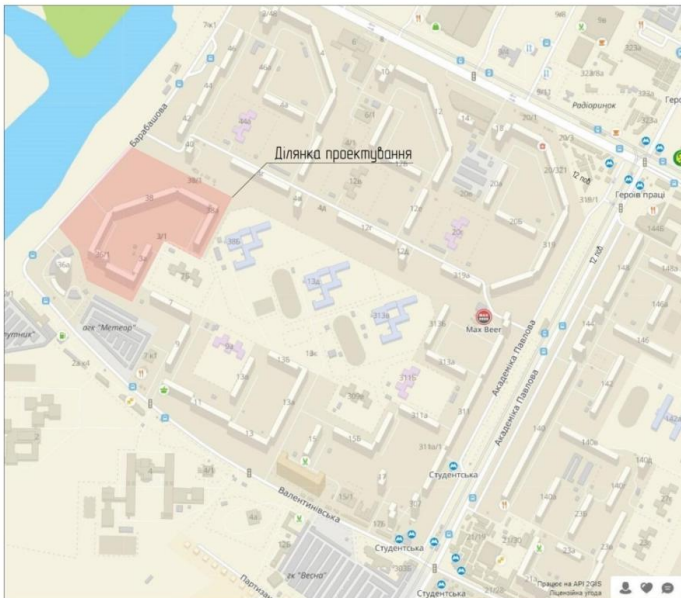


Рис. 1. Ситуаційна схема житлової забудови 522-го мікрорайону м. Харків

Для соціологічного дослідження було обрано метод особистого інтерв'ю за сформованим інструментарієм. Знаючи соціально-демографічну специфіку населення житлового масиву, було прийнято рішення розділити вибірку сукупність на 5 вікових груп (табл. 1). Вибірка в даному випадку, при довірчому інтервалі 5% і ймовірності в 90%, буде дорівнює 245 осіб.

Таблиця 1

Вікові групи населення житлового масиву	
Вікова група (роки)	Кількість (у відсотках)
Від 14 до 20	25,3
Від 21 до 30	18
Від 31 до 40	14,7
Від 41 до 50	15,5
Від 51 та старше	26,5
Разом	100

Результати соціологічного дослідження. Мешканці житлової групи, незалежно від віку, потребують покращення умов перебування на прибудинковій території. Більш за все, на дискомфортний стан дворового простору впливає:

- незадовільний стан внутрішньоквартальних проїздів (під'їзні шляхи до будинків потребують негайного ремонту) (рис. 2);
- відсутність місць для паркування автомобілів (рис. 2);



Рис. 2. Стан дорожнього покриття та місць для паркування у житловій групі

- мала кількість дитячих та спортивних майданчиків, місць для тихого відпочину та якості обладнання на цих майданчиках (кількість майданчиків недостатня або вони зовсім відсутні) (рис. 3).



Рис. 3. Стан дитячих та спортивних майданчиків у житловій групі

Проаналізувавши відповіді мешканців будинків, можна виділити такі найбільочіші проблеми:

- брак безпечних затінених місць відпочинку (дефіцит озеленення, у дворі є потенційно аварійні дерева біля входів у будинки);
- наявність наскрізного проїзду через житлову групу до будівлі районного суду;
- відсутність інфраструктури безпосередньо поблизу житлової забудови (міні-маркету, аптеки, так як всі об'єкти обслуговування розташовані біля станції метро «Студентська» на великій відстані від житлової забудови);
- недостатня кількість дитячих майданчиків на території великого двору та застаріле обладнання;
- відсутність пандусів для в'їзду в будинки та на територію двору;
- недостатня кількість на території спортивних майданчиків, тренажерів;
- відсутність столів для настільних ігор, футбольного поля;
- відсутність майданчиків для тихого відпочинку, облаштованих альтанками;
- більшість мешканців вважають, що двір великий та «незаповнений», створює відчуття пустоти.

SWOT-аналіз об'єкта дослідження. Аналіз існуючого стану територій та подальше визначення стратегічних напрямків реалізації проекту виконується на основі дослідження факторів зовнішнього та внутрішнього середовища розвитку території за допомогою методу SWOT-аналізу. Даний метод являє собою дослідження сильних і слабких сторін території, а також виявлення та оцінка зовнішніх можливостей (позитивних впливів) і загроз (небезпек), вплинути на дію яких управлінські та інші структури не можуть, але можуть їх врахувати і використовувати. Стратегічні напрямки SWOT-аналізу викладені в таблиці 2.

Таблиця 2

SWOT-аналіз ділянки дослідження

Сильні сторони внутрішні (переваги)	Слабкі сторони внутрішні (проблеми)	Сильні сторони зовнішні (переваги)	Слабкі сторони зовнішні (проблеми)
Вигідне розташування	Не достатньо цілісна система пішохідних зв'язків	Наявність у пішій доступності дошкільного закладу (садка-ясел)	Наявність у пішій доступність ділянки районного суду
Достатньо великий внутрішньо-дворовий простір	Поганий стан дорожнього покриття внутрішньо-квартальних проїздів та тротуарів	Наявність у пішій доступності навчального закладу (ліцею)	Організація наскрізного проїзду до районного суду, використовуючи внутрішньо-квартальну мережу
Не попадає в зони охорони пам'яток історії та культури, будівництва та архітектури	Недостатня кількість машино-місць на автостоянка для гостьових автомобілів	Наявність у пішій доступність гаражного кооперативу	Відсутність поблизу великих місць торгівлі (супермаркету)
Розташування на території майданчиків різного призначення	Незадовільний стан обладнання майданчиків різного призначення	Наявність у пішій доступність кафе, ресторану, спортивного залу	
Наявність хвойних насаджень	Не відповідність загальної площі майданчиків різного призначення нормованій	Гарне транспортне обслуговування громадського транспорту	

Продовження таблиці 2

	Дефіцит загальної площі і низький санітарний стандартів озеленення	Наявність у пішій доступності зупинок громадського транспорту	
	Недостатнє освітлення міст загального користування		
	Велика кількість необладнаних місць торгівлі		

Висновки. На основі проведеного аналізу існуючого стану прибудинкової території групи житлових будинків та соціологічного опитування мешканців житлової групи, що досліджується, були виявлені переваги та проблеми обраної ділянки дослідження. Для вирішення основних проблем, що склалися на території пропонується:

- підвищити рівень благоустрою території, забезпечивши ефективність її використання відповідно сучасним містобудівним, санітарним та естетичним вимогам;
- створити громадський простір для мешканців житлової групи 522-го мікрорайону;
- підвищити естетичну привабливості житлової групи 522-го мікрорайону;
- збільшити кількість публічних просторів та зелених зон у мікрорайоні;
- створити інклюзивний простір у житловій групі;
- раціоналізувати транспортні та пішохідні зв'язки, які забезпечать мінімальну відстань від входів будинків до зупинок громадського транспорту, дитячих установ, підприємств торгівлі, культурно-побутового та комунального обслуговування;
- зробити зонування майданчиків для активного та пасивного відпочинку з урахуванням інтересів різних вікових категорій населення і характеру використання цих майданчиків;
- підвищити рівень використання території.

В подальших дослідженнях для вирішення викладених проблем, на нашу думку, необхідно запропонувати конкретні заходи щодо

благоустрою даної житлової групи, враховуючи європейський досвід, котрі будуть викладені у наступних публікаціях.

References

1. On the improvement of settlements: Law of Ukraine of September 6, 2005 No. 2807-IV. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. - 2005. - No. 49. - Art. 2580.
2. Zotov, V.B. (2005). The Municipal Management System: A Textbook for Universities. St. Petersburg. Leader, 256 p.
3. Rousseau, D., Vauzeilles., G. (1992). L'aménagement urbain. Vendome: PUF, 126 p.
4. Lukyanchenko, O.O., Harkusheva, Ye. O. (2012). Organizational and economic mechanism of development of the road sector Cities. *Ekonomika budivnytstva i mis'koho hospodarstva*, vol. 8, no. 1, 59-67.
5. Andriychuk, V. and Potalitsyn, S. (2012). Analysis of outdoor lighting and ways to improve their performance. *Visnyk TNTU*, vol. 68, no. 4, 168-175.
6. Burak, O.M. (2009). Economic regulation of greening of cities and regions of Ukraine under Urbanization. Ph.D. Thesis, Economical science, Kharkiv National Academy of Municipal Economy, Kyiv, Ukraine, 20 p.
7. Mischenko, V.S., Makovetska, Yu.M. and Omelianenko T.L. (2012). Institutional development of the waste management in Ukraine towards European integration, *Instytut ekonomiky pryrodokorystuvannya ta staloho rozvytku NAN Ukrainy*, Kyiv, Ukraine.
8. Mischenko, V.S., Vyhovska, H.P., Makovetska, Yu.M. and Omelianenko, T.L. (2012). Improving waste management in Ukraine in context of European experience, *Lazuryt-Polihraf*, Kyiv, Ukraine. 120 p.
9. Hodovska, T. B. (2012). Features implementing environmental certification places of burial, *Ekolohichna bezpeka*, no. 2, 33–36.
10. Oliynyk, N.I. (2011). State regulation of the housing market in Ukraine. Ph.D. Thesis, on public administration, Kyiv, Ukraine, 391 p.
11. Lagodniuk, O.A. (2008). The concept of formation of profitable territories of settlements. Ph.D. Thesis, Kyiv, Ukraine, 16 p.

Список використаної літератури

1. Про благоустрій населених пунктів: Закон України від 06 вересня 2005 року № 2807-IV // Відом. Верхов. Ради України. – 2005. – № 49. – Ст. 2580.
2. Система муніципального управління: учебник для вузов / под ред. В. Б. Зотова. – СПб. : Лидер, 2005. – 256 с.
3. L'aménagement urbain / D. Rousseau, G. Vauzeilles. – Vendome: PUF, 1992. – 126 p.
4. Лук'янченко О. О. Організаційно економічний механізм розвитку вулично-дорожнього господарства міст / О. О. Лук'янченко, Є. О. Гаркушева // *Економіка будівництва і міського господарства*. - 2012. - Том 8. - № 1. - С. 59-67.
5. Аналіз систем зовнішнього освітлення та шляхів підвищення їх ефективності / В. Андрійчук, С. Поталіцин // *Вісник ТНТУ*. - 2012. - Том 68. - № 4. - С.168-175.

6. Бурак О.М. Економічне регулювання розвитку системи озеленення міст та регіонів України в умовах урбанізації: автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.05 / О.М. Бурак ; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. - Х., 2009. - 20 с.

7. Міщенко В. С. Інституціональний розвиток сфери поводження з відходами в Україні: на шляху європейської інтеграції / В.С. Міщенко, Ю.М. Маковецька, Т.Л. Омеляненко. – К: ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», 2013. - 192 с.

8. Міщенко В.С. Удосконалення системи управління відходами в Україні в контексті європейського досвіду / В.С. Міщенко, Г.П. Виговська, Ю.М. Маковецька, Т.Л. Омеляненко. – К. : "Лазурит-Поліграф", 2012. - 120с.

9. Годовська Т. Б. Особливості впровадження екологічної паспортизації місць поховань / Т. Б. Годовська // Екологічна безпека. - Кременчук : КрНУ, 2012. – Випуск 2/2012 (14). – С. 33–36.

10. Олійник Н. І. Державне регулювання ринку житла в Україні: дис. ... д-ра наук з держ. упр. : спец. 25.00.02 / Н. І. Олійник – К., 2011. – 391 с.

11. Лагоднюк О. А. Концепція формування прибуткових територій населених пунктів : автореф. дис. канд. техн. наук : спец. 05.24.01 / Лагоднюк О. А. – К., 2008. – 16 с.

З М І С Т

Андрійчук О.В., Нінічук М.В.	Експериментальні дослідження роботи стержневої арматури в перерізах комбіновано-армованих нерозрізних залізобетонних балок... 3
Андрійчук О.В., Швець І.В.	Методика експериментального дослідження зчеплення арматури з фібробетоном..... 13
Бабич Є.М., Гомон С.С.	Особливості розрахунку елементів з деревини при прямому поперечному згині за деформаційною методикою..... 21
Біскуб П.І.	Реконструкція напірних ґрунтових дамб та гребель водосховищ у стані критичної фільтрації..... 31
Верешко О.В., Ляшук С.В., Сокур Т.Д., Кузьмич В.В., Верешко А.О.	Реконструкція історичної забудови як запорука привабливості міста..... 37
Гомон С.С., Савчук В.О., Мельник Ю.А., Верешко О.В.	Область застосування та способи модифікації композиційних матеріалів на основі деревини... 44
Добровольська О.Г.	Визначення впливу структури мережі на розподіл вузлових напорів..... 51
Ільчук Н.І., Олексин Х.А.	Можливості використання портових контейнерів у сучасному міському середовищі.. 59
Кислюк Д.Я., Чапюк О.С., Ротко С.В., Самчук В.П., Савенко В.І.	Дослідження водоредукуючого ефекту бетонної суміші при застосуванні пластифікатора біопласт..... 67
Кривенко О.В.	Врахування макроклімату при проектуванні висотних біокліматичних будівель..... 74

Ксьоншкевич Л. М., Крантовська О. М., Сунак П. О., Мельник О. В., Парасюк Б. О.	Послідовність виконання робіт при реконструкції з надбудовою мансарди.....	85
Линник І.Е., Шмуля І.А.	Аналіз зсувних процесів в Україні та заходи їхнього усунення.....	92
Ліпянін В.А., Стичук В.А.	Парковки та стоянки в системі багатоповерхової житлової забудови м. Рівне...	102
Мельник О.В., Манько П.В.	Класифікація лісовкритих територій за мультиспектральними даними.....	112
Москалькова Ю.Г.	Особенности расчета железобетонных конструкций из обычного и легкого бетонов при усилении набетонкой в условиях статического малоциклового нагружения.....	123
Парфентьева І.О., Мельник Ю.А., Гурик М.Ю., Яйчєня В.П., Ляшук С.В.	Дослідження урбаністичного впливу на територію смт. Олика.....	132
Пахолук О.А., Чапук О.С., Дмитрук О.В.	Вплив тиску на коректність тепловізійного обстеження.....	138
Пашинський В.А., Пашинський М.В., Скриннік І.О., Дарієнко В.В.	Вагові характеристики та галузі раціонального використання сталевих центрально стиснутих колон.....	146
Петруня О. М., Старинець Р. В.	Використання об'єктів технічного обслуговування автомобілів у системі цивільного захисту міст України.....	155
Плахотный Г.Н., Чернева Е.С., Кушак С.И., Andrzej Wojnar	Применение кольцевых фундаментов при возведении телевизионных башен и дымовых труб.....	168

Савицький В.В., Бабич В.Є., Дробишинець С.Я.	Визначення прогинів нерозрізних залізобетонних балок при повторних навантаженнях.....	175
Смаль М.В., Дзюбинська О.В., Сокур Т.Д.	Методи боротьби з шумовим забрудненням у зонах впливу великих міст	184
Соколенко В.М., Соколенко К.В.	Інженерно-планувальна організація території Луганської області в сучасних умовах. Проблеми та передумови.....	192
Сунак П. О., Синій С. В., Крантовська О. М., Ксьоншкевич Л. М., Парасюк Б. О.	Дослідження властивостей опору сталевібробетону.....	199
Тригуб Р.М.	Роль споруд підземного простору в сучасному місті.....	207
Уль А.В., Мельник О.В., Мельник Ю.А., Волошин В.У., Синій С.В.	Геоінформаційне моделювання транспортної доступності територій.....	213
Чепурна С.М., Жидкова Т.В., Чепурна М.Є.	Моніторинг розвитку міського середовища з використанням принципів міського дизайну.....	221
Шваб'юк В.І., Ротко С.В., Шваб'юк В.В., Ужегова О.А., Кислюк Д.Я.	До проблеми визначення залишкової міцності балок, пошкоджених тріщинами.....	229
Шимчук О.П., Талах Л.О., Андрійчук О.В., Процюк В.О.	Визначення фізико-механічних властивостей дорожніх бітумів, модифікованих епоксидом соняшникової олії.....	237

Шишкін Е.А., Завальний О.В., Черноносова Т.О., Вяткін К.І.	Дослідження рівня благоустрою територій житлових будинків (на прикладі 522-го мікрорайону м. Харкова).....	246
---	--	-----

Наукове видання

Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 12

Верстка С.О. Ужегов

Редактор В.І. Шваб'юк

Підписано до друку 26 листопада 2019 р. Формат 60 × 84 1/16.
Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman. Друк трафаретний.
Умовн.друк.арк. 16,5. Тираж 100 пр. Зам. № ____

Віддруковано IBV Луцького НТУ, 43018, м.Луцьк, вул. Львівська, 75

Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК № 4123 від 28.07.2011 р.

