



НАУКА ТА БУДІВНИЦТВО

2(32)'2022

Виходить чотири рази на рік

ЗАСНОВНИК

Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»

Заснований в лютому 2014 року.

Свідцтво про державну реєстрацію
КВ № 20575-10375 Р від 24.02.2014 р.

Журнал входить до міжнародної наукометричної бази даних Copernicus з №1(15) 2018 року

<https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=63800&lang=pl>

Головний редактор:

Фаренюк Г.Г., д.т.н., Україна

Заступник Головного редактора:

Слюсаренко Ю.І., к.т.н., Україна

Редакційна колегія:

Балаш Георгій, д.т.н., проф., Угорська Республіка

Бамбура А. М., д.т.н., проф., Україна

Брандль Хайнц, д.т.н., проф., Австрійська Республіка

Ванічек Іван, д.т.н., проф., Чеська Республіка

Жусупбеков А., Ж., д.т.н., проф., Республіка Казахстан

Ковров А. В., к.т.н., проф., Україна

Назаренко І. І., д.т.н., проф., Україна

Немчинов Ю. І., д.т.н., проф., Україна

Савицький М. В., д.т.н., проф., Україна

Шейніч Л. О., д.т.н., проф., Україна

Виконавчий редактор: Гах Н.Д. к.т.н., Україна

Комп'ютерна верстка: Чорна К.В., Україна

Затверджено до друку Науково-технічною радою ДП НДІБК (Протокол №3 від 22.08.22).

Журнал включено до переліку наукових фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (Затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 17.03.2020, №409).

При передруках посилання на «Наука та будівництво» є обов'язковим. Редакційна колегія не завжди поділяє думку авторів.

Адреса редакції: вул. Преображенська, 5/2, м. Київ-37, 03037, тел.: + 38 (044) 249-38-04

E-mail: journal@ndibk.gov.ua,

www.journal-niisk.com

© "Наука та будівництво" 2022

Підписано до друку: 07.09.2022

Віддруковано: Товариство з обмеженою відповідальністю «Мастеркниг», 02000 м. Київ, вул. Максима Кривоноса, 2Б

Свідцтво про реєстрацію суб'єкта видавничої справи ДК №3861 від 18.08.2010

Замовлення № 809 від 07.09.2022

Наклад 50 примірників

ЗМІСТ

3

Фаренюк Г.Г., Немчинов Ю.І.,
Белоконь О.Л., Мар'єнков М.Г., Богдан Д.В.,
Бабік К.М., Байтала Х.З.
Оцінка стану будівель і споруд вібродинамічним
методом після військових пошкоджень

19

Перельмутер А.В., Пічугін С.Ф.
Відносно нової редакції ДБН В.1.2-14:2018

30

Белоконь О.Л.
Надання будівельної продукції на ринку

44

Шейніч Л.О., Миколаєць М.Г., Крилов Є.О.
Сурмачевський А.С., Ященко Є.С.,
Пушкарьова К.К.
Дослідження властивостей малоусадкових бетонів
для SEAMLESS FLOOR TECHNOLOGY,
що розроблені інноваційним центром компанії
ТОВ «АСТОР і КО» з комплексною добавкою
фірми ТОВ «МАПЕІ УКРАЇНА»



2(32)'2022

Published four times a year

FOUNDER

State enterprise «State Scientific Research Institute of Building Constructions»

Founded in February 2014.

Certificate of state registration

KV № 20575-10375 R dated on 24.02.2014

The journal is included in the Index Copernicus scientific database from №1(15) 2018

<https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=63800&lang=pl>

Editor-in-chief:

Farenjuk G., Dr., Prof., Ukraine

Deputy editor-in-chief:

Slusarenko Yu., Dr., Ukraine

Editorial Board

Balazs G., Dr., Prof., Republic of Hungary

Bambura A., Dr., Prof., Ukraine

Brandl H., Dr., Prof., Republic of Austria

Kovrov A., PhD, Prof., Ukraine

Nazarenko I., Dr., Prof., Ukraine

Nemchynov Iu., Dr., Prof., Ukraine

Savytskyi M., Dr., Prof., Ukraine

Sheinich L., Dr., Prof., Ukraine

Vanicek I., Dr., Prof., Czech Republic

Zhussupbekov A., Dr., Prof., Republic of Kazakhstan

Executive Editor: N. Gakh, PhD, Ukraine

Computer layout: K. Chorna

Issue is approved for print by Scientific and technical Council of SE NIISK (Protocol № №3 dated on 22.08.22)

Journal is included in List of the scientific professional issues, where the dissertation works results may be published (It is approved by order of Ministry of education and science of Ukraine dd. 17.03.2020, №409)

The referencing on «Science & Construction» is obligatory when reprinting. The Editorial Board may be not agreed with authors' opinion.

Address of Editorial Board:

5/2 Preobrazhenska str., Kyiv-37, 03037,

tel.: + 38 (044) 249-38-04

E-mail: journal@ndibk.gov.ua,

www.journal-niisk.com

© «Science & Construction», 2022

Signed for printing: 07.09.2022

Printed: Master book Limited Liability Company 2B Maksyma Kryvonosa St., Kyiv, 02000

Certificate of Publishing Business Entity Registration DK No. 3861 of 18.08.2010

Order № 809 from 07.09.2022

Drawing: 50 copy

CONTENT

3

**Farenjuk G.G., Nemchynov Yu.I., Belokon O.L.,
Marienkov M.G., Bogdan D.V., Babik K.M.,
Байгала Х.З.**

State assessment of engineering structures damaged due to military attacks using vibrodynamic method

10

Perelmuter A.V., Pichugin S.F.

Regarding the new revision of DBN V.1.2-14:2018

18

Belokon O.L.

On marketing of construction products

36

**Sheinich L.O., Mykolaiets M.G., Krylov Ye.O.,
Surmachevskyi A.S., Yashchenko Ye.S.,
Pushkariova K.K.**

Research of properties of low-shrink concrete for SEAMLESS FLOOR TECHNOLOGY developed by ASTOR & CO INNOVATIVE CENTER with the use of complex additive by MAPEI UKRAINE



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-08-2022-1>

УДК 05.23.01/81.93.21



ФАРЕНЮК Г.Г.

Д-р технічних наук, професор,
директор ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»,
м. Київ, Україна
e-mail: ndibk@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (044) 249-72-34,
ORCID: 0000-0002-5703-3976



НЕМЧИНОВ Ю.І.

Д-р технічних наук, проф.,
заступник директора інституту з
наукової роботи, ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»,
м. Київ, Україна
e-mail: yu.nemch@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (044) 249-72-34,
ORCID: 0000-0002-6618-125X



БЕЛОКОНЬ О.Л.

Канд. технічних наук, завідувач
відділу ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»,
м. Київ, Україна,
e-mail: belokon@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (044) 249-37-09,
ORCID: 0000-0002-4722-9350



МАР'ЄНКОВ М.Г.

Д-р технічних наук, провідний
науковий співробітник,
ДП «Державний науково-
дослідний інститут будівельних
конструкцій»,
м. Київ, Україна,
e-mail: marienkov@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (044) 249 -35-81,
ORCID: 0000-0002-7246-845X



БОГДАН Д.В.

Кандидат технічних наук,
провідний науковий
співробітник, ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»,
м. Київ, Україна,
e-mail: dima.bogdan007@gmail.com,
тел.: +38 (095) 7360923
ORCID: 0000-0003-2954-3140



БАБІК К.М.

Канд. технічних наук, завідувач
відділу, ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»,
м. Київ, Україна,
e-mail: k.babik@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (097) 494 13 87
ORCID: 0000-0002-8763-510X



БАЙТАЛА Х.З.

Аспірант, інженер 1 категорії,
ДП «Державний науково-
дослідний інститут будівельних
конструкцій»,
м. Київ, Україна, e-mail:
xrustya2@ukr.net
тел: +38(093)194 20 09
ORCID: 0000-0001-5507-8057

ОЦІНКА СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ВІБРОДИНАМІЧНИМ МЕТОДОМ ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ

АНОТАЦІЯ

Стаття спрямована на розробку методики експертної оцінки стану будівель та споруд вібродинамічним методом після військових пошкоджень. При падінні на конструкцію під час вибуху ударної хвилі створюється відбитий

тиск. У статті розглянуто параметри повітряної хвилі, що характеризується миттєвою зміною від атмосферного тиску до пікового надлишкового тиску, що є причиною пошкодження та руйнування конструкцій будівель. Від дії ударних хвиль



можуть виникнути тілесні ушкодження у людини або руйнування конструкцій будівлі.

Реакція будівлі на ударну хвилю призводить до зміни горизонтальної жорсткості споруди при коливаннях. У статті розглянуто основні складові деформацій будівель. До них відносяться: деформації вигину поперечних перерізів несучих конструкцій; деформації зсуву перерізів несучих конструкцій; поворот будівлі на ґрунті. Показано, що внесок цих компонентів деформацій при коливаннях неоднозначний і залежить від висоти будівлі.

У статті отримано формули для визначення частоти коливань будівель різної поверховості (при висоті до 40 м та понад 40 м). Розглянуто емпіричний підхід для визначення періодів (частот) власних коливань, наведених у нормах Канади, України та за літературними джерелами. Для вимірювання частот коливань будівель, підданих впливу вибуху, використовується розроблена в «КПІ» (м. Київ) за участю фахівців ДП НДІБК 8-ми канална система «Сейсмомоніторинг» з передачею сигналів від вібродатчиків каналами радіозв'язку.

Для оцінки залишкового ресурсу будівлі після військових пошкоджень у статті розглянуто підхід, заснований на зіставленні частот (горизонтальної жорсткості) непошкодженої будівлі (експериментальним або розрахунковим методом) та вимірюваної частоти коливань після пошкоджень. Запропоновано порівняльну оцінку категорій стану після пошкодження конструкцій від вибухів з категоріями, визначеними у ДСТУ-Н Б В. 1.2-18, призначеного для обстеження будівель та споруд та оцінки їх технічного стану.

У статті наведено принцип експериментального визначення частоти (або періоду) власних коливань конструкцій, що дозволяє за відомої її маси оцінити фактичну жорсткість конструкції, яка має пошкодження. Визначено особливості вібраційної діагностики будівельних конструкцій, які полягають у тому, що на практиці при руйнуванні та пошкодженні окремих елементів частоти коливань будівлі зменшуються на кілька відсотків. Для мети розпізнавання частот власних коливань запропоновано використовувати графіки функцій когерентності та фазового спектру коливань конструкцій.

Для оперативної оцінки стану будівлі запропоновано використовувати спектральний підхід, заснований на експериментальній зміні горизонтальної жорсткості споруди після вибухового пошкодження конструкцій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ударні вибухові хвилі, вплив хвиль на спорудження, реакція будівлі на обурення ударною хвилею, параметри руйнування від вибухів, частоти коливань будівель різної поверховості, вимірювання частот коливань пошкоджених будівель, оцінка категорій стану

після пошкодження конструкцій від вибухів, визначення залишків військових пошкоджень.

STATE ASSESSMENT OF ENGINEERING STRUCTURES DAMAGED DUE TO MILITARY ATTACKS USING VIBRODYNAMIC METHOD

ABSTRACT

The paper aims to develop a procedure for expert assessment of the state of engineering structures damaged as a result of military attacks using the vibrodynamic method. Reflecting pressure occurs when a shock wave falls on a structure during an explosion. The paper covers parameters of the air wave, characterized by an instantaneous change from atmospheric pressure to peak excessive pressure and is the reason for damage and destruction of structures. The action of shock wave can bring to bodily injuries of a person, or in general, structural failure.

The response of a building to the shock wave leads to a change in the horizontal stiffness of the structure during vibrations. The paper considers the main components of building deformations. These include bending deformations of cross sections of load-bearing structures, shear deformations of sections of load-bearing structures, rotation of building on the ground; displacements (hard displacements) of the building at the base. It is shown that the contribution of these deformation components during vibrations is ambiguous and depends on the height of the building.

The paper provides formulas for determining the vibration frequency of buildings of different heights (with a height of up to 40 m and over 40 m). An empirical approach is considered for determining the periods (frequencies) of natural oscillations provided in regulations of Canada, Ukraine and according to references.

To measure the vibration frequencies of buildings subject to explosions, an 8-channel seismic monitoring system that sends signals from vibration sensors via radio channels has been developed at Kyiv Polytechnic University (KPI) together with experts from the State Research Institute of Building Constructions (NIISK).

To assess the residual life of building damaged due to military attacks, the paper gives an approach based on comparing the frequencies (horizontal stiffness) of an undamaged building (using an experimental or computational method) and the measured vibration frequency after the damage has occurred. It is proposed a comparative assessment of categories of state after damage due to explosions with the categories defined in DSTU-N B V. 1.2-18:2016 which is intended for survey and assessment of state of engineering structures.

The paper presents the principle of experimental determination of the frequency (or period) of natural



oscillations of structures and enables to estimate the actual stiffness of a damaged structure in case if the mass of the building is known. The details of vibration diagnostics of structures have been determined. In practice when specific elements are destroyed and damaged, the vibration frequencies of building decrease by several percent. For the purpose of recognizing the frequencies of self-oscillations, it is proposed to use graphs of coherence functions and the phase spectrum of structural oscillations.

For operational assessment of the state of the building, it can be proposed to use a spectral approach based on the experimental change in the horizontal stiffness of the building after explosive damage.

KEY WORDS: shock blast waves, impact of waves on a structure, building response to perturbation by a shock wave, destruction parameters from explosions, vibration frequencies of buildings of different heights, measurements of vibration frequencies of damaged buildings, assessment of condition categories after damage to structures from explosions, determination of the residual life of structures after military damage.

ВСТУП

Військова агресія російської федерації в Україні призводить до великих людських жертв, масштабного руйнувань будівель, споруд та об'єктів інфраструктури, що обумовлює необхідність розробки науково обґрунтованих методичних положень з оцінки руйнувань будівельних конструкцій. Причиною таких руйнувань є високий рівень динамічних (ударних хвиль) та сейсмічних (фугасних) навантажень, що виникають під час вибухів. Відповідно до чинних в Україні норм [1] навантаження від вибуху відносяться до аварійних впливів, які при перевірці граничного стану конструкцій першої групи визначаються поєднанням з постійно діючими навантаженнями.

Вибух характеризується виникненням ударної хвилі, що поширюється з великою швидкістю області стиснення - розрідження. Параметри хвиль залежать від джерела вибуху та навколишнього середовища (повітря, основа, вода), відстані до джерела вибуху та інших факторів. Вибухові хвилі діють на конструкцію як короточасні (епізодичні) дії, що можуть суттєво перевершувати експлуатаційні статичні навантаження. До будівельних об'єктів висуваються вимоги сприйняття динамічного навантаження без обвалення. Зазвичай для оцінки ступеня пошкодження будівель та споруд використовують експериментальні дані та результати аналізу минулих аварій, що дозволяють встановлювати ступеня ризику руйнувань, матеріальних збитків та ураження людей [2].

У роботах М.А. Садовського [3] та Д.Д.

Баркана [4] показано, що коливальні процеси при землетрусах та при вибухах у ґрунті суттєво відрізняються. Як основний критерій руйнування конструкцій при сейсмовибуховому впливі слід приймати амплітуди швидкості коливань, а не амплітуди прискорень, як це має місце при сейсмічних коливаннях під час землетрусу.

Мірою оцінки є мінімальний рівень сейсмічної стійкості (сейсмоозброєності) будівлі, на яку вона була запроектована. Для сейсмічних районів України на щільних ґрунтах це становить 6 балів за шкалою ДСТУ Б В.1.1-28. [5]. Для несейсмічних районів слід прийняти обережніші оцінки.

Особливістю ударних хвиль є висока швидкість розповсюдження сейсмічної хвилі. У будівлях, побудованих на ґрунтах середньої міцності, руйнування спостерігаються при швидкості коливань 12-14 см/с або більше.

У 1977 році Конгрес США для вирішення завдань з безпеки призначив чотири відповідальні органи федерального уряду, серед яких важливе місце займають: Федеральне агентство з управління діями у надзвичайних ситуаціях [The Federal Emergency Management Agency (FEMA) та Національний Інститут Стандартів та Технологій [The National Institute of Standards and Technology (NIST)].

Агентство FEMA розробило набір документів, спрямованих на захист різних будівель та споруд від терористичних атак [6, 7, 8], положення яких можуть бути використані в методичному плані для оцінки стану будівель після військових пошкоджень.

Метою статті є узагальнення наявного досвіду військових пошкоджень будівель і споруд; розроблення методичних рекомендацій щодо оцінки пошкоджених будівель та залишкового ресурсу будівель, щодо посилення сейсмоозброєності конструкцій пошкоджених будівель із застосуванням вібродинамічного методу.

1 ПАРАМЕТРИ ПОВІТРЯНОЇ УДАРНОЇ ХВИЛИ ТА НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ВИБУХУ

Під час вибуху на його початковий стадії відбувається швидка екзотермічна хімічна реакція. Ударна хвиля поширюється від джерела із надзвуковими швидкостями і має короткий період існування, що вимірюється тисячними частками секунди або мілісекунди.

Вибухові детонації утворюють вибухову хвилю, що характеризується миттєвою зміною від атмосферного тиску до пікового надлишкового тиску, виникає фаза негативного тиску, яка довша за позитивну фазу. При падінні хвилі на конструкцію, створюється відбитий, який завжди більший, ніж тиск, що падає, на однаковій відстані від вибуху.

Відбитий тиск залежить від кута падіння ударної хвилі. Поверхня, розташована перпендикулярно до напрямку руху, буде відчувати



максимальний відбитий тиск. Коли поверхня, що відбиває, паралельна вибуховій хвилі, буде спостерігатися мінімальний відбитий тиск FEMA 426 [6]. Відбитий тиск для детонаційних вибухів може більш ніж у 10 разів перевищити пікове значення тиску.

Масштаби збитків внаслідок вибуху не можна передбачити з достатньою впевненістю. Пошкодження, спричинені ударною хвилею, можна розділити на ефекти прямого повітряного вибуху та прогресуючого колапсу. Прямі ефекти повітряного вибуху - це пошкодження, спричинені тиском, здатним викликати відмову зовнішніх стін, вікон, систем перекриттів, колон

та балок.

Високий тиск повітря, що потрапляє через розбиті вікна, може спричинити пошкодження барабанної перетинки людини та колапс легенів. Повітряні уламки скла призводять до поранення людей. Таблиця 1.1 показує, як Міністерство Оборони США співвідносить рівні захисту з потенційними збитками та очікуваними травмами.

Руйнування перекриттів є звичайним явищем при великомасштабних вибухах, оскільки плити перекриття зазвичай мають велику площу поверхні, на яку впливає тиск, і порівняно невелику товщину. Руйнування будівлі відбувається

Таблиця 1.1 - Мінімальний стандарт антитероризму (АТ) для будівель [6]Рівні захисту	Потенційні структурні руйнування	Потенційні небезпеки скла та дверей	Потенційні тілесні ушкодження
АТ стандарт	Сильні пошкодження. Колапс каркасу/масивна руйнація. Залишилося мало у стійкому стані.	Двері та вікна руйнуються і є предметами смертельної небезпеки	Більшість персоналу має ризик смертельної небезпеки
Дуже низький	Значні пошкодження – початок структурного колапсу. Значні деформації первинних та вторинних конструктивних елементів, прогресивний колапс малоймовірний. Спостерігається колапс неструктурних елементів	Скління руйнується і переміщається у середину будівлі, внаслідок чого при пошкодженнях скління фрагменти тілесних ушкоджень зменшені. Двері можуть переміщатися до кімнат, представляючи серйозні небезпеки.	Більшість персоналу Має ризик серйозних травм. Обмежена кількість людей (10 - 25 відсотків) зі смертельним наслідком.
Низький	Пошкодження – не поновлюються Значні деформації неструктурних елементів та вторинних структурних елементів. Незначні деформації первинних структурних елементів, але прогресуючий колапс малоймовірний.	Скління руйнується, але падає на відстані до 1 м від стін незначними небезпечними фрагментами. Двері можуть руйнуватися, але вони не випадають зі своїх рам, і створюють мінімальні небезпеки.	Більшість персоналу одержують значні травми. Можливо кілька (< 10 відсотків) загиблих.
Середній	Пошкодження- ремонтнопридатні. Незначні деформації неконструктивних елементів та вторинних структурних елементів.	Скління руйнується, але залишається у віконних рамах. Двері залишаються в рамах, але не придатні для багаторазового використання.	Деякі незначні травми, але смертельні випадки є малоймовірними.
Високий	Поверхневі пошкодження. Не спостерігаються деформації основних та вторинних структурних елементів.	Скління не руйнується. Двері можуть багаторазово використовуватися.	Можливі лише поверхневі травми.



протягом десятків або сотень мілісекунд з моменту детонації. Якщо починається прогресуючий колапс, він зазвичай відбувається протягом кількох секунд.

Вибухові (ударні) хвилі відносяться до короткочасних (епізодичних) динамічних навантажень і складаються з фази стиснення, в якому тиск ΔP_ϕ вище атмосферного P_0 і фази розрядження ΔP_- , кожне з яких характеризується тривалістю, відповідно фази стиснення τ_+ і розрядження τ_- (Рисунок 1.1).

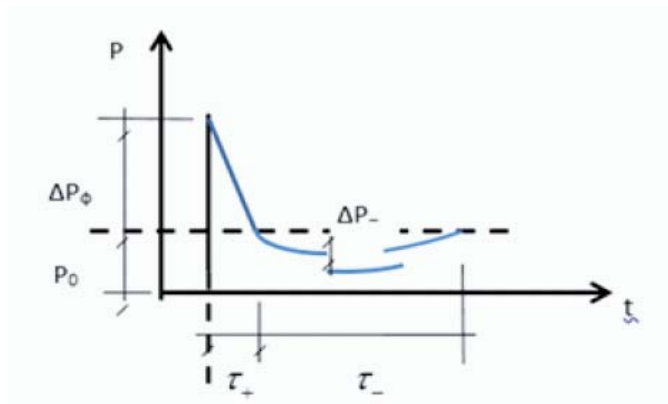


Рисунок 1.1 – Зміна тиску під час вибуху в залежності від часу

Основні параметри при повітряному та наземному вибухах зазвичай визначаються за емпіричними формулами [9, 10, 11], в яких параметри хвилі (надлишковий тиск ΔP_ϕ , тривалість фази стиснення τ_+ , розтягнення τ_- та імпульс тиску I) являють собою функції від маси вибуху речовини G та відстані r від центру вибуху до перешкоди.

Визначення параметрів ударної хвилі з відривом R від центру вибуху при заданій масі заряду M становить одне із завдань розрахунку. До таких параметрів належать (Рисунок 1.2):

- перепад тиску на фронті ударної хвилі, $\Delta p = P_\phi - P_0$, що становить перевищення тиску над атмосферним P_0 ;
- час дії фази стиснення τ_+ , протягом якого поточний тиск у хвилі $p(t)$ перевищує атмосферний P_0 ;
- амплітуда фази розрядження Δp_- ;
- тривалість фази розрядження τ_- .

Значення тиску Δp_ϕ дозволяє визначити швидкість поширення ударної хвилі D (м/с), швидкість руху стисненого повітря на фронті u_ϕ (м/с), його температуру T_ϕ , густину повітря ρ_ϕ (кг/м³), швидкість звуку a_ϕ . Величина додаткового швидкісного тиску розраховується теоретично. Визначення Δp_ϕ (МПа) під час вибуху тротилу масою M (кг) на відстані R (м) виконується

за експериментальними залежностями.

При повітряному вибуху тротилового заряду надлишковий тиск на фронті ударної хвилі (МПа) визначається за емпіричною формулою [10, 11]:

$$\Delta p_\phi = 0,084 \frac{\sqrt[3]{M}}{R} + 0,27 \frac{\sqrt[3]{M^2}}{R^2} + 0,7 \frac{M}{R^3}; \quad (1.1)$$

Тривалість фази стиснення обчислюється за формулою

$$\tau_+ = 1,5 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{M} \sqrt{R} \quad (\text{с}) \quad (1.2)$$

Імпульс тиску у фазі стискання (МПа) віднесений до поверхні фронту ударної хвилі площею 1м² дорівнює:

$$i = 4 \frac{\sqrt[3]{M^2}}{R} \quad (1.3)$$

При визначенні навантажень від впливу ударної вибухової хвилі на споруди звичайно використовують спрощені залежності, отримані з розгляду функції Δp_ϕ в залежності від часу t . Ці залежності представлені на Рисунку 1.2.

Зміна тиску (крива 1) у фазі стиснення приймають у вигляді:

$$\Delta p(t) = \Delta p_\phi \left(1 - \frac{t}{\tau_+}\right)^n, \quad (1.4)$$

де $0 \leq t \leq \tau_+$. Показник n у формулі (1.4) визначається за формулою

$$n = \frac{\Delta p_\phi \tau_+}{i} - 1. \quad (1.5)$$

Тиск, що відповідає прямій 2, характеризує рівновеликий імпульс, і визначається:

$$\Delta p(t) = \Delta p_\phi \left(1 - \frac{t}{\theta}\right), \quad (1.6)$$

де θ ефективний час дії ударної хвилі, знайдений за умови рівності імпульсів тисків, що змінюються

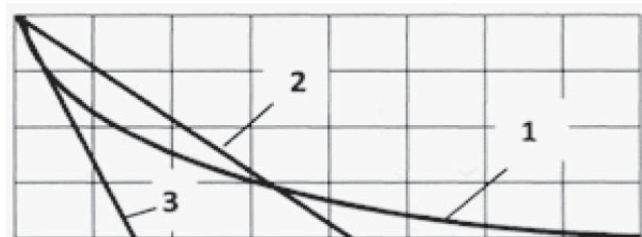


Рисунок 1.2 – Тиск ударної хвилі:

1 – дійсна крива тиску; 2 – тиск рівновеликий за імпульсом; 3 – тиск по відношенню до дійсного тиску



відповідно до (1.4) та (1.6), і визначається за формулою

$$\theta = \frac{2\tau_+}{n+1} \quad (1.7)$$

Якщо час досягнення максимальних переміщень конструкції на порядок менше тривалості фази стиснення τ_+ слід виконати розрахунок відповідно до графіка прямої 3 і ефективний час дії ударної хвилі визначати за формулою:

$$\theta = \frac{\tau_+}{n} \quad (1.8)$$

2. ГОРИЗОНТАЛЬНА ЖОРСТКІСТЬ БУДІВЕЛЬ. ДИНАМІЧНА РОЗРАХУНКОВА СХЕМА СПОРУД

Експериментальні та теоретичні дослідження, проведені різними авторами, [12, 13, 14, 15, 16] показали, що основними компонентами, що впливають на переміщення та визначальні коливання будівель є:

- деформації вигину поперечних перерізів несучих конструкцій;
- деформації зсуву поперечних перерізів несучих конструкцій;
- поворот будівлі на основі;
- переміщення (жорсткі зсуви) будівлі на основі.

На Рисунку 2.1 наведено основні компоненти деформацій при переміщеннях та коливаннях будівель при дії рівномірно розподіленої за висотою або зосередженого у верхньому рівні еквівалентного зосередженого навантаження, а також максимальні переміщення у верхньому рівні будівлі, викликані компонентами деформацій, що розглядаються.

Формула визначення періодів коливань, зумовлених впливом окремих компонент деформацій (у разі рівномірного розподілу мас за висотою будівлі) має вигляд:

$$T = \frac{2\pi}{\alpha_i^2} \sqrt{\frac{mH^4}{[EI]_{об}}} = k_i \cdot \sqrt{\frac{Y_{max}}{g}}, \quad (2.1)$$

де

$m = q/g$ – наведена розподілена за висотою маса;
 α_i – коефіцієнт частоти коливань, що отримується з рішення трансцендентного рівняння частот, і залежить від характеру навантаження та умов закріплення кінців конструктивної системи будівлі;

k_i – коефіцієнт, що отримується після підстановки величин m і α_i в (2.1).

H – висота будівлі (м);

q – рівномірно розподілене за висотою навантаження або наведена маса (т/м);

P – еквівалентне зосереджене навантаження, наведене до верху будівлі (т);

E – модуль пружності матеріалу (т/м²);

I – момент інерції горизонтального перерізу (м⁴);

EI – згинальна жорсткість горизонтального перерізу будівлі (тм²);

G – модуль зсуву (т/м²);

F – наведена площа поперечного перерізу несучих конструкцій будівлі (м²);

GF – зсувна жорсткість без урахування послаблень отворами та форми поперечного перерізу будівлі (т);

k_l – коефіцієнт, що враховує залежність деформацій конструкцій при зсуві від форми та розмірів поперечного перерізу будівлі;

γ_{np} – коефіцієнт, що враховує підвищену деформативність несучих стін будівлі внаслідок наявності в них отворів;

K_y – жорсткість ґрунтової основи при зсуві (т/м);

K_ϕ – жорсткість ґрунтової основи при повороті (тм);

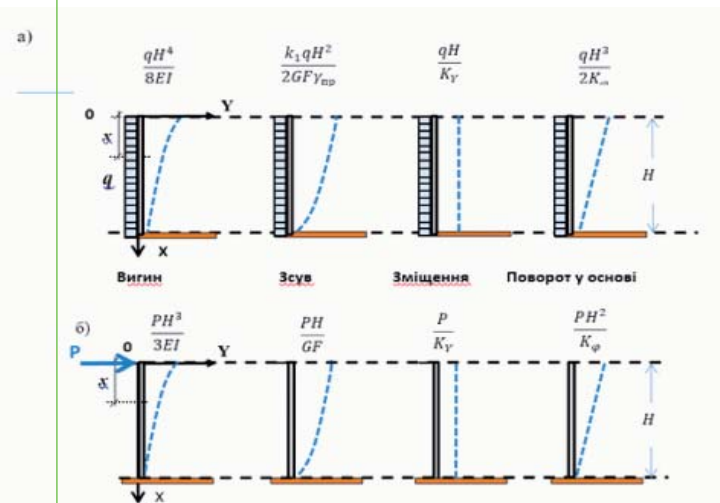


Рисунок 2.1 – Основні компоненти деформацій у динамічних розрахункових схемах будівель та максимальні еквівалентні переміщення зверху будівлі: а – при впливі рівномірно розподіленої за висотою маси та жорсткості; б – при впливі зосередженої сили зверху будівлі

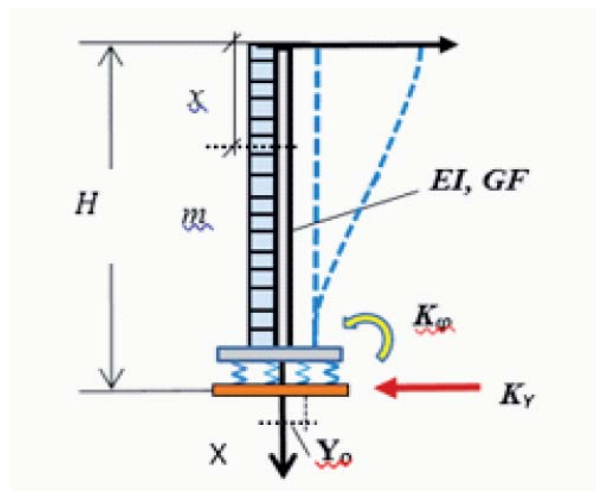


Рисунок 2.2 – Динамічна розрахункова схема будівлі



$\frac{GF\gamma_{np}}{k_1}$ – наведена зсувна жорсткість несучих конструкцій будівлі (т).

Найбільш прийнятною для подальшого аналізу коливань висотної будівлі є динамічна розрахункова схема, наведена на Рисунку 2.2. Вона враховує згинальну та зсувну жорсткість конструкцій, а також поперечний зсув та поворот будівлі в ґрунті. Передбачається, що маса будівлі рівномірно розподілена за її висотою.

Частотне рівняння при коливаннях

Частотне рівняння з використанням аналогічних граничних умов, мабуть, вперше отримано Л.С. Джекобсен [L.S. Jacobsen] і опубліковано в 1938 в «Працях Американського товариства цивільних інженерів» [17]. Проте реальної розглянуті лише окремі випадки рішення при жорсткому закріпленні на підставі консольної балки.

Розв'язання задачі про вимушені коливання споруд при врахуванні деформацій вигину та зсуву (без урахування податливості підстави) розглянуто у роботі Е.Є. Хачіяна [18]. Для будівель великої висоти формула для визначення періодів коливань, що враховує вплив вигину, зсуву та вертикального стиснення несучих конструкцій при жорсткому закріпленні на підставі, отримана В.С. Павликом [19]. У роботі [12] дається докладне виведення всіх необхідних співвідношень переміщень цієї задачі. У роботі [19] для жорстких конструктивних систем (типу великоблочних будівель) отримано наступну відносну залежність між окремими компонентами деформацій будівлі для основного тону власних коливань:

$$0.175H^3 / 3EI : 0.4Hk_1 / GF\gamma_{np} : 0.25H^2K_y / K_\phi : 1 \quad (2.2)$$

Графік зміни окремих факторів жорсткості за висотою будівель наведений на Рисунку 2.3. За одиницю прийнято величину зміщення будівлі на основі. При розгляді цього графіка можна відзначити три характерні зони, що відповідають певним жорстким характеристикам будівлі.

Перша зона (до 18-20 м висоти) характеризується переважаючими зсувними деформаціями, коли переміщеннями від вигину можна не враховувати. Зі збільшенням висоти будівлі вплив зсувних деформацій починає зменшуватися при одночасному зростанні деформацій вигину та повороту.

При висоті будівлі 40 м вплив зазначених факторів приблизно однакові, а горизонтальне зміщення стає дуже малим. При подальшому зростанні висоти будівлі вплив повороту будівлі є співставним зі згинальними деформаціями, що стають переважаючими.

Наведений графік відповідає конкретному значенню згинальної та зсувної жорсткості будівель

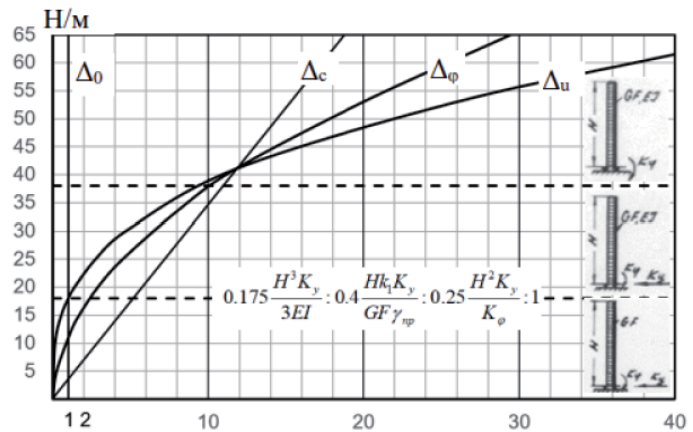


Рисунок 2.3 – Зміни окремих факторів жорсткості із зміною висоти будівлі (по осі абсцис вказані безрозмірні величини)

і ґрунтів середньої щільності, і може розглядатися як якісна характеристика при першій формі коливань будівлі. Вибір тієї чи іншої характеристики визначається конструктивними особливостями споруди і основи.

У разі врахування деформацій вигину Y_u та зсуву Y_c кривизна вигнутої осі стрижня визначатиметься сумарною дією згинального моменту M_x та перерізуючої сили Q_x .

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = \frac{d^2(Y_u + Y_c)}{dx^2} = \frac{d^2Y_u}{dx^2} + \frac{d^2Y_c}{dx^2} \quad (2.3)$$

або

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = \frac{M_x}{EI} + \frac{k_1 q_x}{GF\gamma_{np}} \quad (2.4)$$

Двічі диференціюючи (2.3) по x і враховуючи, що у разі поперечних коливань інтенсивність поперечного навантаження повинна бути замінена силами інерції рівними

$$q_x = m \frac{\partial^2 Y}{\partial t^2}, \quad (2.5)$$

Рівняння коливань системи:

$$\frac{\partial^4 Y}{\partial x^4} + \frac{m}{EI} \times \frac{\partial^2 Y}{\partial t^2} - \frac{mk_1}{GF\gamma_{np}} \times \frac{\partial^4 Y}{\partial x^2 \partial t^2} = 0, \quad (2.6)$$

де m – маса будівлі, рівномірно розподілена за висотою. Інші позначення пояснені вище.

Рішення трансцендентного частотного рівняння для системи коливань, що розглядається, з урахуванням граничних умов і податливості основи, призводить до наступних формул для визначення частот і форм власних коливань:



$$\omega_i = \frac{\tau_i}{H^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad (2.7)$$

Або для визначення періодів власних коливань:

$$T_i = \frac{2\pi H^2}{\alpha_i \beta_i} \sqrt{\frac{m}{EI}} = \frac{2\pi H^2}{\tau_i} \sqrt{\frac{m}{EI}} \quad (2.8)$$

де

$$\tau_i = \alpha_i \cdot \beta_i \quad (2.9)$$

Коефіцієнти α_i і β_i – коефіцієнти частоти власних коливань будівлі, що визначаються рішенням трансцендентного частотного рівняння, наведеного в [20]; H – висота будівлі; i – тон коливань.

Співвідношення між коефіцієнтами α_i і β_i визначаються з виразів:

$$\beta_i = \alpha_i \sqrt{\frac{1}{1 - \alpha_i^2 \lambda}}; \quad \alpha_i = \beta_i \sqrt{\frac{1}{1 + \beta_i^2 \lambda}} \quad (2.10)$$

де

$$\lambda = \frac{EI \cdot k_1}{GF \gamma_{np} H^2} \quad (2.11)$$

$$\tau_i = \alpha_i^2 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - \alpha_i^2}} \quad (2.12)$$

Враховуючи, що під час вибуху відбувається миттєвий удар по перешкоді, коли загальна жорсткість будівлі не встигає проявитися, можна вважати, що вона не впливає на характер деформацій усієї споруди. Характеристики податливості можна не враховувати. Ця схема придатна для представлення коливань будівель підвищеної поверховості (висоти більше 30-40 м), розташованих на жорсткій ґрунтовій основі. У цьому випадку можна прийняти, що характери-

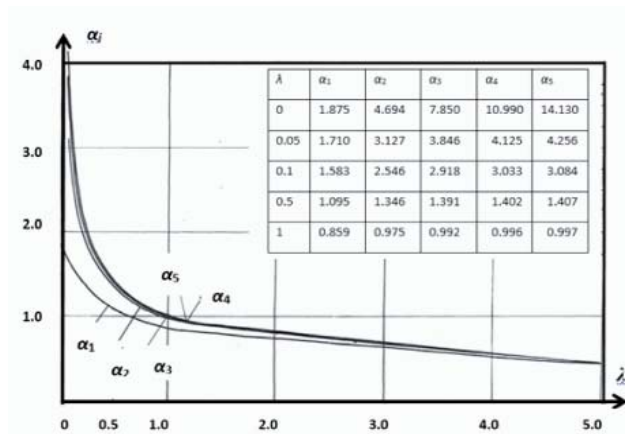


Рисунок 2.4 – Графіки коефіцієнтів частоти $\alpha_i = f(\lambda)$ при жорсткій основі

стики жорсткості основи $K_Y = \infty$ та $K_\varphi = \infty$. Рівняння частот набуває наступного вигляду.

$$2\alpha_i^2 \beta_i^2 + (\beta_i^4 + \alpha_i^4) ch \alpha_i \cos \beta_i - \alpha_i \beta_i (\beta_i^2 - \alpha_i^2) sh \alpha_i \sin \beta_i = 0 \quad (2.13)$$

З аналізу Рисунок 2.4 випливає, що при $\lambda > 0,5$ величини коефіцієнтів α_i стають практично однаковими, змінюючись у межах від 0.431 до 0.447, а при $\lambda > 10,0$ прагнуть до $\alpha_i = 0,316$ [12, 20].

Для визначення власних частот коливань будівель висотою понад 40 м можна скористатися спрощеними залежностями $EI = const$; $K_Y = \infty$ та $K_\varphi = \infty$.

Рівняння частот набуває наступного вигляду

$$1 + \cos \theta_i \cdot ch \theta_i = 0. \quad (2.14)$$

Це рівняння широко відоме в літературі і міститься в багатьох публікаціях з теорії коливань та сейсмостійкого будівництва. Корені рівняння дорівнюють:

$$\theta_1 = 1.8751; \quad \theta_2 = 4.6941;$$

$$\theta_i = \frac{2i-1}{2} \pi \quad \text{при } (i > 2). \quad (2.15)$$

Періоди та частоти власних коливань будівлі у випадку, коли $K_Y = \infty$ та $K_\varphi = \infty$, визначаються за формулою:

$$T_i = \frac{2\pi H^2}{\theta_i^2} \sqrt{\frac{m}{[EI]_{об}}}; \quad \omega_i = \frac{\theta_{iоб}^2}{H^2} \sqrt{\frac{[EI]}{m}}. \quad (2.16)$$

Резюмуючи наведене вище, прийнятна наступна схема обчислень.

1. Для будівель висотою до 40 м періоди (частоти) власних коливань визначаються за формулами (2.7), (2.8), у яких коефіцієнти частоти за формами власних коливань наведені на Рисунок 2.4 залежно від співвідношення характеристик жорсткості будівлі при вигині та зсуві, що визначається за формулою (2.11).
2. Для будівель висотою понад 40 м періоди (частоти) вільних коливань будівель рекомендується визначати за формулою (2.16), у якій частотні коефіцієнти беруться з рівняння (2.15), а характеристики жорсткості будівель EI та розподілу мас m за висотою будівлі визначається з проектних даних.



Емпіричний підхід визначення частот (періодів) власних коливань будинків

У багатьох країнах для попередньої оцінки періодів коливань будівлі використовуються емпіричні формули, в яких період основного тону коливань є функцією висоти будівлі над рівнем поверхні ґрунту h_n . Національний будівельний код Канади NBCC [21] рекомендує визначати період основного тону коливань залізобетонних рам, що сприймають згинальні моменти, за формулою:

$$T_1 = 0.075(h_n)^{3/4}. \quad (2.17)$$

Характер кривої, наведений на рис. 2.5 показує, що для будівель висотою понад 73,5 м період власних коливань становить близько 2,0 с і вище. Він є важливим показником для визначення сейсмічного навантаження та характеристик незруйнованих будівель.

За даними ряду зарубіжних авторів М. Saatcioglu & J. Humar [22] та Норм Канади [21] при висоті будівель від 70 до 100 м періоди коливань будівель, розраховані за формулою (2.17), змінюються в межах від 1,7 до 2,4 с. За даними ДП НДІБК (отримані

М.Г. Мар'єнковим) [23] для залізобетонних будинків із безригельним каркасом залежність періоду вільних коливань від висоти, можна приймати у вигляді графіка, наведеного на рисунку 2.6. При висоті будівель до 100 м-код величини періодів близькі до величини 1,6 с.

ДБН В.1.1-12 [24] рекомендують використовувати залежно від висоти будівлі H такі формули для визначення періодів коливань основного тону для залізобетонних каркасних та безкаркасних будівель:

- каркасні будівлі $T_1 = 0.055 \cdot H^{0.77}$
- з монолітними стінами $T_1 = 0.013 \cdot H$ (2.18)
- великопанельні будівлі $T_1 = 0.033 \cdot H^{0.81}$

Найбільш прийнятною оцінкою періодів коливань слід вважати заміри коливань незруйнованих розташованих поруч будівель такої ж конструктивної схеми (Табл. 2.1)

Дані про динамічні характеристики (періоди, форми коливань, жорсткі характеристики) великопанельних і каркасно-панельних будівель, включаючи будівлі підвищеної поверховості, та спільну роботу на податливій підставі, наведені в роботі [12]. Вони засновані на результатах експе-

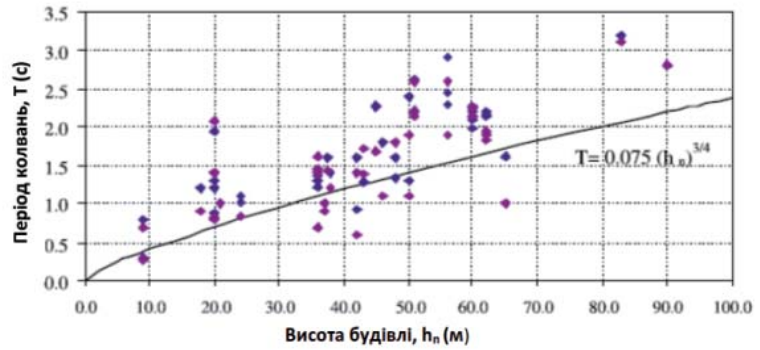


Рисунок 2.5 – Порівняння розрахованих та виміряних у натурних умовах періодів коливань будівель підвищеної поверховості за даними М. Saatcioglu, J. Humar [22] та Норм Канади [21]

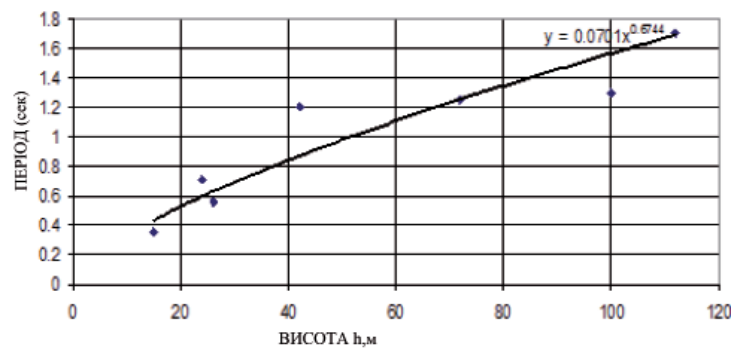


Рисунок 2.6 – Залежність періодів вільних коливань багатоповерхових будівель із безригельним каркасом від висоти будівлі h - за інструментальними даними [23] та формулою $T_1 = 0.0701h^{0.6744}$.

риментальних досліджень різної поверховості та наведені в Таблиці 2.2.

Основні положення методики вібраційної діагностики конструкцій

1. Основними динамічними характеристиками будівельних конструкцій є частоти та форми власних коливань, декременти коливань, амплітуди вимушених коливань (переміщення, швидкість, прискорення). Експериментально визначена частота (або період) власних коливань конструкцій дозволяє за відомої її маси оцінити фактичну жорсткість конструкції, що має пошкодження.
2. Особливість вібраційної діагностики будівельних конструкцій полягає в тому, що при руйнуванні та пошкодженні окремих елементів частоти коливань будівлі зменшуються на кілька відсотків.
3. Для розпізнавання частот власних коливань необхідно використовувати графіки функцій когерентності та фазового спектру коливань конструкцій [26].
4. Вібраційний контроль несучих конструкцій будівлі може виконуватись на основі даних від вібродатчиків, встановлених на будівельних



Таблиця 2.1 – Періоди власних коливань будівель та споруд [2, 25]

Будівля чи споруда	Кількість поверхів	Періоди коливань, с	
		Поперечні	Поздовжні
Житлове з несучими кам'яними стінами	3	0.15	0.16
	5	0.26	0.22
	6	0.37 ... 0.39	–
	8	0.43	0.43
Шкільна будівля з несучими цегляними стінами	3	0.22	0.21
	4	0.30	0.27
	5	0.32	–
Житлова великопанельна будівля	4	0.16	0.15
	5	0.30	0.22
	6	0.36	–
	9	0.40	0.32
Житлова збірна каркасно-панельна будівля	14	0.86	0.76
	16	1.20	0.76
Житлове з нижнім каркасним поверхом та верхніми великопанельними поверхами	4	0.28	0.30
	10	0.64	0.44
	18	1.14	1.05
Адміністративне каркасне із цегляним заповненням: - залізобетонний каркас; .- сталевий каркас			
	12	0.69 ... 0.96	0.62 ... 0.89
	12	1.17	1.12
Адміністративна каркасна будівля	22	1.10	1.16

конструкціях в окремих точках. Отримана таким чином поточна інформація про основні діагностичні параметри конструкцій дозволяє оцінювати стан конструкцій на основі виконання розрахунків.

- При інтенсивних впливах на будівлі та споруди під час вибухів зареєстровані амплітуди нелінійних коливань будівлі порівнюються з розрахунковими (граничними).

Розроблена в КПІ (м. Київ) за участю фахівців НДІБК 8-ми канална система «Сейсмомоніторинг» з передачею сигналів від вібродатчиків по каналах радіозв'язку також надає проводити заміри коливань конструкцій (Рисунок 2.7). Використовується метод багатоканального дослідження коливань споруд [12, 15, 23].

Динамічні обстеження багатоповерхових



Таблиця 2.2 – Експериментальні періоди та жорсткі характеристики будівель [12]

Будівля чи споруда	Кількість поверхів	Періоди коливань, с		Горизонтальні жорсткості EI , (тм ²)	
		Поперечні	Поздовжні	Поперечні	Поздовжні
Великопанельні будівлі	7	0.37	0.28	$920 \cdot 10^6$	–
	7	0.35	0.32	$964 \cdot 10^6$	–
	9	0.42	0.32	$1052 \cdot 10^6$	–
	12	0.52	0.36	$232 \cdot 10^6$	–
Каркасно-панельні будівлі: - із залізобетонними діафрагмами; - рамно-зв'язкова система, житловий будинок; - 16-ти поверховий житловий будинок; - адміністративна будівля - адміністративна будівля	11	0.76	1.00	$10 \cdot 10^9$	–
	14	0.86	0.76	$304 \cdot 10^6$	–
	16	1.20	0.76	$354 \cdot 10^6$	$113 \cdot 10^7$
	27	1.61	1.85	$567 \cdot 10^6$	–
	28	2.06	1.77	$515 \cdot 10^7$	–
10- ти поверховий житловий будинок	10	0.64	0.44	$443 \cdot 10^6$	–
12-ти поверховий житловий будинок	12	1.06	0.68	$230 \cdot 10^6$	–
17- ти поверховий житловий будинок	17	1.20	0.60	$184 \cdot 10^7$	–
17- ти поверховий житловий будинок	17	1.40	1.10	$536 \cdot 10^6$	–
18-ти поверховий будинок готелю	18	1.14	1.03	$190 \cdot 10^7$	–

(зокрема і висотних будівель висотою понад 75 м) залізобетонних каркасних будівель (переважно за схемою безригельного каркаса) виконувались у м. Одеса та Київ [23, 27] за допомогою зазначеної вище 8-ми каналної системи. Динамічні характеристики обстежених каркасних будівель наведено у Таблиці 2.3 [20]. На Рисунку 2.8 наведено фотографію двох секцій будівлі на вул. Академіка Глушка, 4-А у м. Одеса.

Отриманий досвід ДП НДІБК з використання мобільної системи вібродіагностики на будівлях різної поверховості дозволяє виконувати динамічну паспортизацію будівель різних конструктивних систем, у тому числі при оцінці

зміни горизонтальної жорсткості будівель після військових пошкоджень.

3. ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ СПОРУД ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ

Детальний аналіз стану будівель та споруд проводиться шляхом візуального огляду та застосування спеціальної діагностичної апаратури. Для оперативної оцінки стану будівлі використовується спектральний підхід, заснований на експериментальній зміні горизонтальної жорсткості споруди після військового пошкодження конструкцій [28]. Формула визначення періоду власних коливань будівлі має вигляд (3.1).

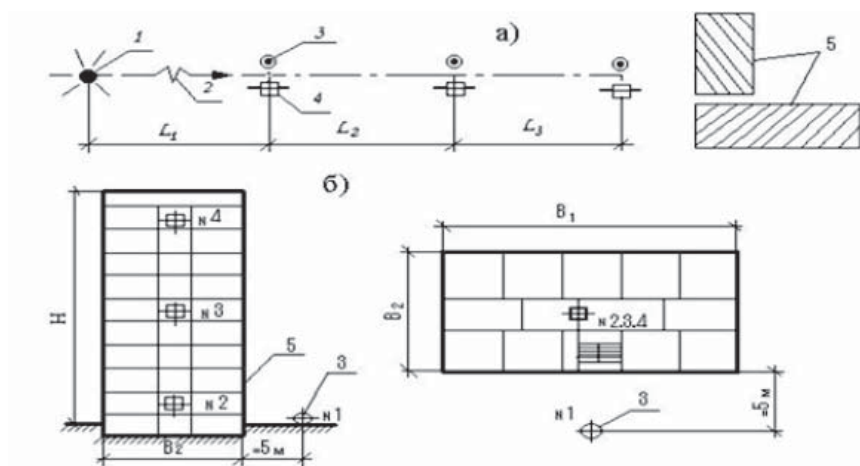


Рисунок 2.7 – Схеми розміщення акселерометрів при реєстрації коливань: а – основи; б – вільних коливань; в - вимушених коливань будівель; 1 – джерело коливань; 2 – напрямок вибухової хвилі; 3 – датчик вертикальних, 4 – горизонтальних коливань; 5 – обстежуваний будинок

$$T_i = \frac{2\pi H^2}{\theta_i^2} \sqrt{\frac{m}{[EI]}} \quad (3.1)$$

де θ_i – корні характеристичного рівняння $ch \theta_i \cos \theta_i$, що дорівнюють

$$\theta_1 = 1.8751; \quad \theta_2 = 4.6941;$$

$$\theta_i = \frac{2i-1}{2} \pi \text{ при } (i > 2). \quad (3.2)$$

В (3.1) позначено H – висота будівлі; EI – горизонтальна жорсткість, яка в цьому випадку повинна враховувати всі особливості роботи конструктивної системи будівлі та мати узагальнений

Таблиця 2.3 – Періоди власних поперечних коливань каркасних будівель

Місце розташування будівлі	Висота Н, м	Кількість поверхів, n	Період поперечних коливань за першою формою, Т, с
м. Київ, вул. Григоренка, 26	100	30	1,6
м. Київ, Дніпровська набережна, 10-А	112	36	1,72
м. Київ, вул. Л. Толстого, 57	103	27	1,8
м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 71-А (рамний каркас)	42	15	1,1
м. Одеса, вул. Затишна, 13	26	8	0,56
м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4 (рамний каркас)	24	8	0,71(2008 та 2009 р.) 0,73 (2013 р.)
вул. Ак. Глушка, 4-А, (Секція 1)	72	24	1,55
м. Київ, вул. М. Кривоноса, 2-Б (рамний каркас)	15	4	0,36
м. Одеса, Французський бульвар (готель "Вікторія")	28	10	0,7
м. Одеса, вул. Успенська, 39	34	12	0,7
м. Одеса, вул. Шевченка, 12-Б	70	25	1,5
м. Одеса, вул. Ак. Глушка, 4-А (Секція 2)	72	24	1,6



Рисунок 2.8 – Каркасный 24-х поверховий житловий будинок по вул.Акад. Глушка, 4 (м. Одеса)

вигляд [ЕІ]. До таких особливостей відноситься: робота конструкцій на зсув, облік податливості основи на зсув та поворот, характеристики основи та інші фактори, що впливають на поперечні переміщення при коливаннях. У окремому випадку характеристиками основи можна знехтувати.

З формули (3.1) отримуємо вираз для частоти власних коливань будівлі з парою, що між періодом власних коливань T_i , рад/с і частотою ω_i , Гц, існує співвідношення:

$$\omega_i = \frac{2\pi}{T_i} \quad \omega_i = \frac{2\pi}{T_i}. \quad (3.3)$$

Тоді

$$\omega_i = \frac{\theta_i^2}{H^2} \sqrt{\frac{[EI]}{m}} \quad (3.4)$$

Рівняння (3.4) перетворимо до виду

$$\omega_i^2 = \frac{\theta_i^4}{H^4} \cdot \frac{[EI]}{m} \quad (3.5)$$

Вважаємо, що час $t=0$ відповідає стану непошкодженого будинку. Оцінити зниження горизонтальної жорсткості (несучої здатності) споруди на часовому інтервалі від $t=0$ до $t+\Delta t$ можна за зміною жорсткості на межах зазначеного інтервалу. Тоді знос (пошкодженість) будівлі можна оцінити за формулою [29]

$$\varepsilon = \frac{[EI]^t - [EI]^{t+\Delta t}}{[EI]^t}. \quad (3.6)$$

Або, переходячи до частотних характеристик (3.4), можна записати

$$\varepsilon_1 = 1 - \left[\omega_1^{t+\Delta t} / \omega_1^t \right]^2 \quad (3.7)$$

Залишковий ресурс P споруди визначається як доповнення до одиниці (або у відсотках до 100%) від величини зносу ε_1 :

$$P = 1 - \varepsilon_1. \quad (3.8)$$

Описана методика може застосовуватися для первинної оцінки пошкодження будівлі від повітряної хвилі внаслідок військових дій. При визначенні розрахунковим способом з урахуванням вищих форм коливань обчислюється середньоквадратичне відхилення від середнього значення частоти.

3.2 Категорії технічного стану споруди

При проведенні обстежень пошкоджених та зруйнованих будівель надійність та залишковий ресурс конструкцій можна оцінити за зовнішніми ознаками руйнувань. Вплив пошкоджень оцінюється відносною надійністю (зносом). Залежно від наявних пошкоджень, технічний стан конструкцій будівлі поділяється на чотири категорії [30], які умовно можна класифікувати як:

- нормальне;
- задовільний;
- не придатне для нормальної експлуатації;
- аварійне.

Величини, відповідні зазначеним категоріям технічного стану будівель з урахуванням класифікації прийнятої у [30], наведено у Таблиці 3.1

3.3 Приклади розрахунку

Приклад 1. Обчислимо значення зносу в припущенні, що до отримання пошкоджень частота власних коливань складала $T_1=0,7c$; $\omega_1=1.428\text{Гц}$ (результати експерименту в м. Одесі). Припустимо, що внаслідок вибухової дії частота змінилася і склала $\omega_\Delta=1/0,8=1.25\text{Гц}$. Тоді залишковий ресурс (ступінь пошкодженості будівлі) буде рівним

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \left[1 - (\omega_\Delta / \omega_1)^2 \right] \cdot 100\% = \\ &= \left[1 - (1.25 / 1.428)^2 \right] \cdot 100\% = 23.4\% \end{aligned}$$

Відповідно до Таблиці 3.1 будівля відноситься до 3-ї категорії - не придатна до нормальної експлуатації і вимагає ремонту.

Приклад 2. Припустимо, що до отримання пошкоджень період власних коливань дорівнює $T_1=0,7c$; частота $\omega_1=1.428\text{Гц}$. Після пошкоджень: $T_1=0,9c$ та $\omega_1=1.11\text{Гц}$.



Таблиця 3.1 – Категорії технічного стану після пошкодження будівель від вибухів

Категорія технічного стану споруди	Опис технічного стану	Знос конструкцій будівлі (відносна надійність)	Залишковий ресурс будівлі (пошкодженість), %
1	Нормальне. Справний стан конструкцій. Видимі пошкодження відсутні. Вимоги норм виконуються. Необхідності у ремонтних роботах немає	1 – 0.96	0 – 4
2	Задовільне Працездатний стан конструкцій. Середня пошкодженість. Пошкодження вказують на зниження несучої здатності конструкцій забезпечено. Потрібні усунення пошкоджень та ремонтні роботи	0.95 – 0.85	5 – 15
3	Не придатне до нормальної експлуатації Непрацездатний стан конструкцій. Сильна пошкодженість. Потрібен капітальний ремонт та підсилення конструкцій. Подальша експлуатація можлива лише після підсилення та ремонту.	0.84 – 0.70	16 – 30
4	Аварійне Існуючі пошкодження свідчать про можливість обвалення конструкцій. Потрібне невідкладне розвантаження, видалення людей і тимчасове кріплення. Адміністративні органи за результатами обстежень повинні ухвалити рішення про підсилення або знесення будівлі.	<(0.69 – 60)	>(31 – 40)

Тоді

$$\varepsilon_1 = \left[1 - \left(\omega_{\Delta} / \omega_1 \right)^2 \right] \cdot 100\% =$$

$$= \left[1 - \left(1.11 / 1.428 \right)^2 \right] \cdot 100\% = 33.95\%$$

Руйнування будівлі близькі до критичного (аварійного) значення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. – 60 с.; Зміна №1 -2007; Зміна № 2. – 2020.

- Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидации последствий. Книга 2. Глава 16. Под ред. К.Е. Кочеткова, В.А. Котляревского и А.В. Забегасва. Уч. пособие. В.А. Котляревский, А.В. Вино-градов, С.В. Ерёмин, В.М. Кожевников, А.А. Костин, С.Ю. Ревенко. – М.: Изд-во АСВ, 1996. – 384 с.
- Садовский М.А. Оценка сейсмически опасных зон при взрывах. Труды сейсмологического института АН СССР, № 106, 1941, с. 64 – 73.
- Баркан Д.Д. Сейсмозрывные волны и действие их на сооружения. – М.-Л.: Госстройиздат, 1945. – 49 с.
- ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Шкала сейсмічної



- інтенсивності. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 47 с.
6. FEMA 426: Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings discusses selected methodologies for risk assessment/ Michael D. Brown and Anthony S. Lowe: December 2003 – 420 p.
 7. FEMA-426/BIPS-06. Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings. Edition 2. Buildings and Infrastructure Protection Series/ Homeland Security. - October 2011. 514 p.
 8. FEMA 452. Risk Management Series. Risk Assessment. A How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings. / January 2005. – 245 p.
 9. Справочник проектировщика. Динамический расчёт сооружений на специальные воздействия / М.Ф. Барштейн, Н.М. Бородачев, Л.Х. Блюмина и др., под ред. Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича. – М.: Стройиздат, 1981. – 215 с.
 10. Попов Н.Н., Расторгуев Б.С. Расчёт конструкций специальных сооружений: Учеб. пособие для Вузов. – 2-е издание – М.: Стройиздат, 1990. – 208 с.
 11. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 1. Под ред. К.Е. Кочеткова, В.А. Котляревского, А.В. Забегаева. Уч. пособие. В.А. Котляревский, К.Е. Кочетков, А.А. Носач, А.В. Забегаев и др. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 320 с.
 12. Поляков С.В., Немчинов Ю.И. Определение периодов и форм собственных колебаний железобетонных зданий повышенной этажности. «Бетон и железобетон», № 8, 1968, с.7-11.
 13. Корчинский И.А., Поляков С.В., Быховский В.А., Дузинкевич С.Ю., Павлык В.С. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. (Пособие для проектировщиков). – М.: Госстройиздат, 1961. – 488 с.
 14. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. - М.: «Высшая школа», 1969. – 336 с.
 15. Немчинов Ю.И. Экспериментальные исследования колебаний крупнопанельных зданий повышенной этажности. – В сб. «Сейсмостойкость крупнопанельных и каменных зданий». – М.: Стройиздат, 1967, с. 31 – 37.
 16. Fajfar P. EERI M. A nonlinear Analysis Method for Performance Based Seismic Design. «Earthquake Spectra», Vol. 16, No.3, August 2000, pp. 573-592.
 17. Jacobsen L.S. Natural Periods of Uniform Cantilever Beams. “Proceedings American Society of Civil Engineers”, March, 1938, vol. 64, No. 3.
 18. Хачиян Э.Е. К вопросу о влиянии деформаций сдвига при свободных и вынужденных колебаниях гибких сооружений. Доклады Академии наук Армянской ССР, т. XXXVII, вып. 3, 1963, с. 113 – 119.
 19. Павлык В.С. Расчетные схемы зданий с несущими стенами при определении сейсмической нагрузки / Диссертация на соискание учёной степени канд. техн. Наук. – М.: Госстрой СССР ЦНИИ строительных конструкций им. В.А. Кучеренко, 1964.

20. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость высотных зданий и сооружений. Киев: Гудименко С.В., 2015. – 584 с.
21. NBCC 1995. National Building Code of Canada 1995. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario.
22. Saatcioglu M. and Humar J. Dynamic analysis of buildings for earthquake resistant Design. - Canadian Journal of Civil Engineering, No 30, 2003, p: 338–359.
23. Немчинов Ю.И., Марьенков Н.Г., Хавкин А.К., Бабик К.Н. Проектирование зданий с заданным уровнем обеспечения сейсмостойкости / Под ред. Ю.И. Немчинова. – К.: Гудименко С.В., 2012. – 384 с.
24. ДБН В.1.1-12:2014. «Будівництво у сейсмічних районах України» / Мінрегіон України, 2014. – 110 с.
25. Мартемьянов А.И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах М.: Стройиздат, 1985. – 255 с.
26. Немчинов Ю.И., Мар'єнков Н. Г., Ємельяненко Л.В. Контроль та вібродіагностика будівельних конструкцій об'єкта «Укриття». В кн. Будівельні конструкції – К.:НДІБК, 2001, випуск 54, с. 76-79.
27. Nemchynov Iu., Khavkin A., Maryenkov N., Babik K. Design procedure of seismic structures with assigned category of plasticity in the account the requirements of European standards (EN 1998-1)/ Proceedings of 15 World Conference on Earthquake Engineering, Lisboa, Portugal, 2012, p. №2189. - 8 p.
28. Кофф Г.А., Смирнов В.И., Джинчвелашвили Г.А., Иванова А.М., Чеснокова И.В., Закрайлов З.З. Анализ сейсмического риска и остаточной сейсмостойкости зданий и сооружений после военных повреждений (на примере Цхинвали и Грозного). ВСЕГЕИ, М.- Санкт-П.: 2010. – 147 с.
29. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 6. Глава 86. (В.А. Котляревский, С.П. Суцев). Уч. пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 406 с.
30. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Київ, Мінрегіон України, 2013. – 45 с.

REFERENCES

1. DBN V.1.2-2:2006. (2006). Loads and influences. Design standards. Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine. Change No. 1 - 2007; Change No.



2. – 2020.
2. K.E. Kochetkova, V.A. Kotlyarevsky and A.V. Zabegaeva. (1996). Accidents and catastrophes. Warning and liquidation of consequences. Book 2. Chapter 16. Teacher allowance Moscow: ASV, 1996.
3. M.A. Sadovsky (1941). Evaluation of seismically dangerous zones during explosions. Proceedings of the Seismological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, No. 106, p. 64-73.
4. Barkan D.D. (1945). Seismic waves and their effect on structures. – Moscow -Leningrad.: Gosstroyizdat
5. DSTU B V.1.1-28:2010. (2011). Scale of seismic intensity. - Kyiv: Ministry of Regional Construction of Ukraine
6. FEMA 426: Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings discusses selected methodologies for risk assessment/ Michael D. Brown and Anthony S. Lowe: December 2003
7. FEMA-426/BIPS-06. Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings. Edition 2. Buildings and Infrastructure Protection Series/ Homeland Security. - October 2011.
8. FEMA 452. Risk Management Series. Risk Assessment. A How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings. / January 2005.
9. M.F. Barstein, N.M. Borodachev, L.H. Blyumina et al. (1981). Designer's reference book. Dynamic calculation designed for special effects. Moscow: Stroyizdat
10. Popov N.N., Rastorguev B.S. (1990). Calculation of specially constructed structures: Textbook. allowance for universities, second edition. Moscow: Stroyizdat.
11. Accidents and catastrophes. Warning and liquidation of consequences. Book 1. Ed. K.E. Kochetkova, V.A. Kotlyarevsky, A.V. Zabegaeva. Teacher allowance V.A. Kotlyarevsky, K.E. Kochetkov, A.A. Nosach, A.V. Zabegaev et al. – M.: Izd-vo ASV, 1995. – 320 p.
12. Polyakov S.V., Nemchynov Y.I. (1968). Determination of periods and forms of self-oscillating reinforced concrete buildings with elevated storeys. Concrete and reinforced concrete, No. 8, pp. 7-11.
13. Korchinsky I.L., Polyakov S.V., Bykhovsky V.A., Duzynkevich S.Yu., Pavlyk V.S.(1961). Fundamentals of design built in seismic areas. (Guide for designers). Moscow: Gosstroyizdat.
14. Polyakov S.V. (1969). Earthquake-resistant structures completed. Moscow: Higher School
15. Nemchynov Yu.I. (1967). Experimental studies of oscillating large-panel buildings with elevated storeys. On Sat. "Seismic resistance of large-panel and stone buildings". Moscow: Stroyizdat
16. Fajfar P. EERI M. (2000). A nonlinear Analysis Method for Performance Based Seismic Design. Earthquake Spectra, Vol. 16, No. 3, pp. 573-592.
17. Jacobsen L.S. (1938). Natural Periods of Uniform Cantilever Beams. "Proceedings of the American Society of Civil Engineers", March, vol. 64, No. 3.
18. Khachiyan E.E. (1963). To the question of the influence of shear deformations during free and forced vibrations of flexible structures. Proceedings of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, vol. XXXVII, no. 3, p. 113 – 119.
19. Pavlyk V.S. (1964). Calculation schemes of buildings with load-bearing walls when determining the seismic load . Thesis for the application of a bachelor's degree of technical Science. Moscow: Gosstroy of the USSR
20. Nemchynov Yu.I. (2015). The seismic resistance of high-rise buildings. Kyiv: S.V. Gudymenko
21. NBCC 1995. National Building Code of Canada 1995. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario.
22. Saatcioglu M. and Humar J. (2003). Dynamic analysis of buildings for earthquake resistant design. Canadian Journal of Civil Engineering, No. 30, p: 338–359.
23. Nemchynov Y.I., Maryenkov N.G., Havkin A.K., Babyk K.N. (2012). Designing buildings with a given level of seismic resistance support . Kyiv: Gudymenko S.V.
24. DBN V.1.1-12:2014. (2014). Construction in seismic regions of Ukraine. Kyiv: Ministry of Regions of Ukraine
25. Martemyanov A.I. (1985). Projecting and construction of buildings and structures in seismic areas, M.: Stroyizdat, 1985. – 255 p.
26. Nemchynov Yu.I. , Maryenkov N. G., Emelianenko L. V. (2001). Control and vibration diagnostics of building structures of the "Shelter" facility. Kyiv: NIISK, v. 54, p. 76-79.
27. Nemchynov.Iu., Khavkin A., Maryenkov N., Babik K. (2012). Design procedure of seismic structures with assigned category of plasticity in the account the requirements of European standards (EN 1998-1). Proceedings of 15 World Conference on Earthquake Engineering, Lisboa, Portugal, 2012, p. 2189.
28. Koff G.L., Smirnov V.Y., Jinchvelashvili G.A., Ivanova A.M., Chesnokova I.V., Zakrailov Z.Z. (2010). The analysis of seismic risk and ultimate seismic resistance was completed and constructed after military damage (for example, Tskhinvali and Grozny). VSEGEI, M. – Saint Petersburg.
29. V.A. Kotlyarevsky, S.P. Sushev. (2003). Accidents and catastrophes. Warning and liquidation of consequences. Book 6. Chapter 86. Teacher allowance . Moscow: ASV
30. DSTU-N B V.2.3-23:2012. (2013) Guidelines for assessing and predicting the technical condition of highway bridges. Kyiv: Ministry of Regions of Ukraine

Стаття надійшла до редакції 18.08.2022 року



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-08-2022-2>

УДК 624.046:5



ПЕРЕЛЬМУТЕР А.В.

Докт. техн. наук, гол. наук.
співробітник Науково-
виробниче товариство SCAD
Soft,
м. Київ, Україна
e-mail: avp@scadsoft.com
тел. +38(050)-382-16-25
ORCID: 0000-0002-7633-9620



ПІЧУГІН С.Ф.

Докт. техн. наук, професор
Національний університет
«Полтавська політехніка імені
Юрія Кондратюка».
м. Полтава, Україна
e-mail: pichugin.sf@gmail.com
тел. +38(050)591-77-28
ORCID: 0000-0001-8505-2130

ВІДНОСНО НОВОЇ РЕДАКЦІЇ ДБН В.1.2-14:2018

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена питанням узгодженості національної системи нормування в галузі надійності будівельних об'єктів з європейськими нормами. Ініціуювальним у цьому є новий ДБН В.1.2-6 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість». Цей базовий нормативний документ спільно з запланованою новою редакцією основного регламентуючого документа з проблем надійності та безпеки ДБН В.1.2-14 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи» повинен розглядатися як аналог EN 1990 «Basis of Structural Design». У статті проведено порівняльний аналіз трьох згаданих вище нормативних документів, знаходження невідповідностей між ними та формулювання проблем, що потребують розроблення при створенні нової редакції ДБН В.1.2-14. Обґрунтовані пропозиції щодо поділу будівель та споруд за класами відповідальності. Розглянуто новий підхід до нормування навантажень, проаналізовано вибір репрезентативних значень змінних дій. Показано, що для переходу до нових правил побудови розрахункових комбінацій навантажень, який використовує EN 1990, потрібно провести спеціальні порівняльні розрахунки конструкцій, щоб прийняти обґрунтоване рішення про зміст

відповідного розділу ДБН В.1.2-14:2018. Окремо розглянуті особливості урахування аварійних впливів. Розширені поняття про граничні стани несучої здатності та граничні стани експлуатаційної придатності з поділом на оборотні та необоротні стани. Підкреслена важливість вибору доцільних значень імовірності відмови будівельних об'єктів. Пропонується у цьому питанні прийняти узагальнений підхід EN 1990, що відповідає системі масового проектування, а для унікальних об'єктів дозволяти розраховувати оптимальний рівень надійності. Пропонується таблиця значень індексу надійності та імовірностей відмови для базових періодів 1 рік і 50 років для об'єктів різних класів наслідків. Підкреслено, що нормативний документ щодо надійності повинен обов'язково мати розділ, присвячений контролю якості виконаних робіт. Надані відомості про відмінність способів перевірки міцності у лінійному і нелінійному випадках.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: надійність будівельних об'єктів; класи відповідальності; граничні стани; нормування навантажень; поєднання навантажень; аварійні впливи; контроль якості; нелінійний аналіз.

**REGARDING THE NEW REVISION OF
DBN V.1.2-14:2018**



ABSTRACT

The paper is devoted to the harmonization issues of national regulatory system and European standards in the field of reliability of civil structures. This was initiated by new DBN B.1.2-6 "Basic requirements for buildings and structures. Mechanical resistance and stability". This basic regulation together with the planned new revision of the main regulatory document on the problems of reliability and safety DBN B.1.2-14 "System for ensuring the reliability and safety of construction sites. General Principles" should be considered as an analogue of EN 1990 "Basis of Structural Design". The paper compares the three above-mentioned regulations, finds discrepancies between them and formulates problems that need to be developed when completing a new revision of DBN B.1.2-14. The proposals for the division of buildings and structures by classes of responsibility are substantiated. A new approach to of loads is specified, the choice of representative values of variable actions is analyzed. It is shown that for the transition to new rules for load combinations of EN 1990, it is necessary to conduct special comparative calculations of structures to make an informed decision on the content of the relevant section of DBN B.1.2-14: 2018. Effects of accidents are addressed separately. Concepts of failure limit states and serviceability limit states are extended with regard to division into reversible and non-reversible states. The importance of choosing the appropriate values of the failure probability of structures is emphasized. It is proposed to adopt a general approach of EN 1990, which corresponds to the system of large volume design, and to provide the optimal level of reliability for unique projects. There is a table of reliability index and failure probability values for basic periods of 1 year and 50 years for sites of different consequence classes. It is emphasized that the regulation on reliability must have a section devoted to maintenance. There is information on the difference between methods of strength testing in linear and nonlinear cases.

KEY WORDS: reliability of structures; responsibility class; limit state; load specification; combination of loads; accidental influences; maintenance; nonlinear analysis.

ВСТУП

Україна вступила у період корінної модернізації національної системи нормування, в рамках якої планується переробка деяких чинних нормативних документів. Однією з цілей цієї модернізації є врахування вимог Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює гармонізовані умови для розміщення на ринку будівельних виробів, що ясно окреслило тенденцію орієнтації на узгодження з європейськими нормами.

Щодо проблем надійності ініціувальним є новий ДБН В.1.2-6 [1]. Він спільно з запланованою новою редакцією основного регламентуючого документа з проблем надійності та безпеки ДБН В.1.2-14 [2] повинен, по суті, розглядатися як аналог EN 1990 [3]. У порядку підготовки цієї редакції розглядаються деякі проблеми узгодженості трьох згаданих вище нормативних документів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У підґрунтя виконаної роботи лягли аналіз обґрунтувань, що привели до вимог, сформульованих у нормативних документах, та розгляд наслідків їх виконання у проектній практиці. Ураховувалися дослідження останнього часу [4-15] з питань, що відносяться до проблеми забезпечення надійності і безпеки будівельних конструкцій і споруд, опублікованих фахівцями багатьох країн і міжнародними товариствами [16-19].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Основною задачею даного дослідження є проведення порівняльного аналізу діючих редакцій ДБН В.1.2-6, ДБН В.1.2-14 і EN 1990, знаходження невідповідностей між ними та формулювання проблем, що потребують розробки при створенні нової редакції ДБН В.1.2-14.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Наведені нижче результати не є вичерпними але, як бачиться авторам, відносяться до основних питань, що підлягають врахуванню при розробці нової редакції ДБН В.1.2-14.

1. Класифікація за ступенем відповідальності

Прийнята у EN 1990 класифікація – класи за наслідками відмови (СС) з переходом до класів надійності (RC) є досить розпливчастою, тому що не спирається на ясні кількісні чи якісні показники. Тому виправданим є використання у ДБН В.1.2-14:2018 [2] лише класів наслідків для забезпечення відповідного рівня надійності будівельних об'єктів. Також нечіткою у EN 1990 є диференціація надійності для окремої конструкції чи загальної конструктивної системи будівлі, встановлені межі надійності відносяться, по суті, до перевірки окремого розрахункового перерізу.

У цьому сенсі ДБН В.1.2-14:2018 [2] і стандарт ДСТУ 8855:2019 [19], що деталізують вимоги ДБН до визначення класу наслідків, мають певні переваги, які, на наш погляд, слід зберегти. Це у першу чергу торкається більш детальної класифікації об'єктів, у підґрунтя якої покладено такі міркування.

Класи відповідальності будівель та споруд визначаються рівнем можливої матеріальної та соціальної шкоди, пов'язаної з припинен-



ням експлуатації або втратою цілісності об'єкта. Можливі соціальні втрати від відмови повинні оцінюватися залежно від таких факторів ризику, як:

- кількість осіб для котрих можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно або періодично перебувають на об'єкті, та для життєдіяльності людей, які знаходяться зовні об'єкта;
- обсяг можливого економічного збитку, що вимірюється кількістю мінімальних розмірів заробітної плати;
- можливість припинення функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікацій, зв'язку, енергетики та інженерних мереж, в залежності від рівня (загальнодержавний, регіональний, місцевий чи об'єктовий)

Всі ці міркування призводять до висновку про те, що класифікація будівель та споруд не може бути побудована тільки за однією ознакою і тому в ДБН В.1.2-14:2018 [2] пропонується виконувати її незалежно за кожною з характеристик можливої шкоди, що наведені у табл. 1 цього документа. Важливо, що в цій таблиці надаються кількісні

характеристики зазначених елементів шкоди.

Крім того, враховано, що не можна ігнорувати роль, яку відіграють різні елементи конструкції у складі будівлі або споруди. Тому [2] передбачає можливість класифікувати конструктивні елементи за рівнем їх відповідальності по трьох категоріях:

- А – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до непридатності до експлуатації будівлі (споруди) або її частини.
- Б – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівлі (споруди) або до відмови інших конструкцій, які не належать до категорії А.
- В – конструкції, відмова яких не призводить до порушення функціонування будівлі (споруди) в цілому або інших конструкцій або їх елементів.

У складі категорії А можуть виділятися конструкції категорії А1 (головні несучі конструкції), безвідмовність яких забезпечує будівлю або споруду від повного руйнування при аварійних впливах. До категорії А1 також відносяться елементи, відмова яких може стати

Таблиця 1

Класи наслідків	Втрата людського Життя, осіб	Економічні, соціальні втрати, шкода для навколишнього середовища	Приклади споруд
СС4 Дуже значні	Більше 500	Величезні	Будівлі національного значення, основні захисні оболонки та сховища токсичних матеріалів, великі морські об'єкти, великі греблі тощо.
СС3 Значні	Менше 500	Дуже великі	Висотні будівлі, трибуни, великі мости та тунелі, греблі, греблі, невеликі морські об'єкти, трубопроводи, нафтопереробні заводи, хімічні заводи тощо.
СС2 Середні	Менше 50	Значні	Більшість житлових будівель, типові мости та тунелі, типові морські об'єкти, більші та/або небезпечні промислові об'єкти
СС1 Низькі	Менше 5	Малі	Невеликі будівлі та промислові об'єкти, другорядні мости, великі вітряні турбіни, невеликі або безпілотні морські об'єкти тощо
СС0 Дуже низькі	Немає	Незначні	Малоповерхові будинки, сільськогосподарські будівлі, де зазвичай не знаходяться люди, наприклад, теплиці і тощо



безпосередньою причиною аварійної ситуації з прямою загрозою для людей або довкілля, такі, наприклад, як запобіжні клапани в посудинах високого тиску.

Слід додати таке зауваження: проект нової редакції EN 1990 [16] як і міжнародний стандарт ISO 2394:2015 [17] пропонують класифікацію більш широкою (табл. 1).

На відміну від діючого варіанту норм, EN 1990 передбачає додаткові класи СС4 (дуже значні наслідки) і СС0 (дуже низькі наслідки), але зауважує, що для них у цих нормах конкретні вимоги не надаються. Крім того, як і у ДБН В.1.2-14:2018, визначення класів наслідків залежить від комбінації загроз для людського життя та економічних, соціальних наслідків і шкоди для довкілля. При цьому вказується кількість загиблих, а не кількість людей, яким загрожує втрата життя. Слід більш детально проаналізувати доцільність такого розширення для нової редакції ДБН В.1.2-14. Слід зауважити, що можливо треба буде також змінювати ДСТУ 8855:2019.

2. Особливості нормування навантажень.

У ДБН В.1.2-6:2021 перенесено з EN 1990 поділ навантажень (дій) в залежності від змін у часі на постійні (G), змінні (тимчасові) (Q) і випадкові (епізодичні) (A). Такий підхід відрізняється від класифікації навантажень у ДБН В.1.2-14:2018, в якій змінні навантаження додатково поділяються на тривалі і короточасні, для яких у ДБН В.1.2-2:2006 [27] наведено розгорнутий перелік. Надалі у діючих нормах тривалі і короточасні навантаження по-різному враховуються у сполученнях зі своїми коефіцієнтами сполучення. Можна вважати доцільним зберегти цю апробовану концепцію, яка не протирічить EN 1990 і дозволяє більш диференційовано враховувати сполучення навантажень різної природи і часового характеру.

При здійсненні перевірки за граничними станами відповідно до EN 1990 [1] з використанням методу часткових коефіцієнтів у розрахункових моделях мають бути прийняті розрахункові значення впливів або ефектів впливів, які слід встановлювати, використовуючи характеристичні або інші репрезентативні значення. Найважливішим репрезентативним значенням впливу F є характеристичне значення F_k .

Для визначення характеристичного значення змінного впливу використовуються два окремі незалежні показники:

- проміжок часу (базовий період), під час якого досягається екстремум (наприклад, річний максимум чи мінімум);
- задана ймовірність, коли екстремальні значення не вищі (у разі максимуму) чи нижчі (у разі мінімуму) характеристичного значення.

ДБН В.1.2-6:2021 по аналогії з EN 1990 регламентує, що характеристичне значення Q_k кліматичних впливів або дій базується на ймовірності 0,02 перевищення її частиною, що змінюється у часі за базовий період в один рік. Це є еквівалентним середній повторюваності один раз за 50 років. Діючий ДБН В.1.2-2:2006 [27] регламентує такий же підхід до обґрунтування характеристичних значень снігового і вітрового навантажень, а також ожеледі і вітру при ожеледі. Логічно розповсюдити такий підхід на інші тимчасові навантаження, наприклад, кранові, як це апробовано у ДБН В.1.2-2:2006.

Крім характеристичних, вказані нормативні документи регламентують інші репрезентативні значення змінних дій. Так, вводиться часто повторювана величина дії, представлена як добуток $\psi_1 Q_k$, яка використовується для граничного стану за несучою здатністю, включаючи випадкові дії, та для перевірки зворотних граничних станів за експлуатаційною придатністю. Для будівель часто повторювана величина вибирається так, що термін її перевищення складає 0,01 базового періоду. Відмітимо, що діючий ДБН В.1.2-2:2006 містить готові значення коефіцієнта ψ_1 для снігового і вітрового навантажень у формі статистично обґрунтованого коефіцієнта надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe} при значенні частки часу $\eta=0,01$. Ще одна репрезентативна величина – квазіпостійна величина, представлена як добуток $\psi_2 Q_k$, яка використовується для перевірки граничного стану за несучою здатністю, включаючи випадкові дії та для перевірки зворотних граничних станів за експлуатаційною придатністю. Квазіпостійні величини також використовуються для розрахунків на тривалі впливи. Зокрема, для навантажень на перекриття в будівлях квазіпостійна величина вибирається так, щоб тривалість часу її перевищення становила 0,50 базового періоду.

Слід зазначити, що застосування репрезентативних значень впливів поряд з вибором часткових коефіцієнтів служить одним з інструментів для досягнення необхідних рівнів надійності, що відносяться до несучої здатності та експлуатаційної придатності конструкцій. Тут відзначаються «рівні надійності» замість єдиного «рівня надійності», так як для різних граничних станів (ULS, SLS) ймовірність відмови конструкції або відповідний їй індекс надійності можуть мати різні значення.

3. Правила побудови розрахункових комбінацій

При проектуванні конструкцій будівель та споруд у межах способу граничних станів розглядають більш несприятливі зміни зовнішніх впливів і параметрів конструктивних елементів. Знижена ймовірність одночасної появи кількох впливів зі своїми максимальними значеннями враховується шляхом множення навантажувальних ефектів від



розрахункових значень впливів на коефіцієнти сполучень $\psi_i < 1,0$ (У п. 4.18 ДБН В.1.2-2 зі Зміною №2 значення можуть бути рівними 1.0. Тому доцільно замінити знак «менше» на «менше рівне»). У загальному випадку можна виділяти два підходи до складання поєднань впливів:

- (1) Введення загального коефіцієнта поєднань для всіх змінних впливів, що включені у відповідне поєднання. Такий підхід по суті був впроваджений ще в Єдині норми будівельного проектування (1930 рік). Ці норми базувалися на основі методу розрахунку за допустимими напруженнями, які були різними при дії основних навантажень (менші значення) і окремо – при дії основних та випадкових навантажень (більші значення). При переході до методу граничних станів врахування специфіки поєднання змінних навантажень було прив'язано до навантажень, які входили в основне, додаткове та особливе сполучення з різними коефіцієнтами сполучення. Така методика використана і в подальшому при складанні розрахункових сполучень навантажень у СНІП 2.01.07 та з деякими модифікаціями збережена у ДБН В.1.2-6:2006. При цьому правила побудови розрахункової комбінації впливів були загальними для граничних станів обох груп і для всіх розрахункових ситуацій. Ряд фахівців обґрунтовано підкреслювали, що нормативні коефіцієнти сполучення, зокрема основний $\psi = 0,9$, не мають достовірного статистичного підґрунтя і можуть бути зменшені.
- (2) Введення окремих коефіцієнтів поєднань до окремих навантажень (комбінаційні значення навантажень) з урахуванням їхньої природи, тривалості дії тощо. Такий підхід використовує EN 1990, де враховуються також комбінаційні значення окремих навантажень і, крім того, правила утворення розрахункової комбінації залежать від типу граничного стану, що перевіряється. У загальному випадку правила поєднання впливів різні для наступних типів перевірок:
 - перевірок граничних станів несучої здатності;
 - перевірок граничних станів експлуатаційної придатності.

У рамках перевірок граничних станів несучої здатності для постійних або перехідних розрахункових ситуацій (основні поєднання), згідно з EN 1990 необхідно окремо розглянути такі групи граничних станів несучої здатності:

- 1) EQU: втрата статичної рівноваги конструкції або будь-якої її частини, що розглядається як жорстке тіло, для якої незначні зміни

значення або просторового розподілу постійних впливів від одного джерела є значними та міцність матеріалів конструкції чи основи у загальному випадку не впливають на граничний стан;

- 2) STR: внутрішнє руйнування, надмірні деформації конструкції або елементів конструкції, включаючи фундаменти, палі, підпірні стінки і т.д., для яких міцність матеріалів має визначальне значення;
- 3) GEO: руйнування або надмірні деформації основи, для яких міцність основи або скельної породи має визначальне значення для забезпечення несучої здатності конструкції;
- 4) FAT: втомне руйнування конструкції або елементів конструкції.
- 5) життєздатність конструкції в момент аварійного впливу, несуча здатність конструкції, пошкодженої аварійним впливом;
- 6) несуча здатність конструкції під сейсмічним впливом, можливість роботи після закінчення землетрусу.

Перевірка граничних станів за експлуатаційною придатністю пов'язана з розглядом наступних розрахункових комбінацій:

- 1) Характеристична комбінація, що використовується при перевірках незворотних граничних станів (наприклад, ширини розкриття тріщин);
- 2) Частоповторювана комбінація, що використовується при перевірках оборотних граничних станів (наприклад, пружних прогинів);
- 3) Квазіпостійна комбінація, що використовується для перевірки результату дії довготривалих впливів або під час перевірки зовнішнього вигляду конструкції.

Таким чином, EN 1990 враховує поєднання змінних навантажень більш розгорнуто і багатоваріантно, ніж діючі норми. Оскільки у ДБН В.1.2-6:2021 регламентуються окремі граничні стани, подібні до зазначених EN 1990, то, можливо, в новій редакції норм потрібно піти аналогічним шляхом. Але при цьому слід уважно проаналізувати особливості даного підходу. При ньому для кожного граничного стану визначаються свої розрахункові величини дій, в яких виділяється ведуча перемінна дія, яка враховується без зниження, та супутні перемінні дії, значення яких множаться на коефіцієнти $\psi_i < 1,0$. Оскільки досить часто невідомо, яка саме дія (навантаження) є переважаючою і повинна бути ведучою у поєднанні, потрібно розглядати варіанти сполучень, де у ролі переважаючої дії виступає кожне тимчасове навантаження, внаслідок цього суттєво збільшується трудомісткість розрахунків.

Крім того, часткові коефіцієнти для перемінних



дій за EN 1990 досягають 1,50, тобто переважають аналогічні коефіцієнти надійності за навантаженням за діючими нормами часто не відповідає їх фізичному змісту. Тому не виключено, що перехід на процедуру EN 1990 щодо поєднань змінних навантажень призведе до проектування неекономічних конструкцій.

Все вищесказане свідчить про те, що потрібно провести спеціальні порівняльні розрахунки конструкцій за обома варіантами (1) і (2), щоб прийняти обґрунтоване рішення про зміст відповідного розділу ДБН В.1.2-14:2018.

4. Деякі особливості урахування аварійних впливів

Після того, як на споруду подіяло деяке аварійне навантаження (вибух газу, землетрус, ураган, теракт) постає основне питання: чи продовжить ця споруда своє існування надалі? Якщо споруда зруйнувалася лише частково, то відразу після виникнення особливого впливу слідує період відновлення, що характеризується зниженою міцністю і, відповідно, зниженою надійністю.

До надійності елементів конструкції в аварійній розрахунковій ситуації слід пред'являти ті самі вимоги, що й надійність елементів за весь термін "нормальної" експлуатації. До того ж наслідки руйнування від особливого навантаження, в принципі, можна порівняти з наслідками руйнування від проектних впливів.

Говорячи про необхідний рівень надійності конструкцій для періоду відновлення, слід зазначити, що після аварійного навантаження А, що призвело до обвалення частини конструкцій, ми маємо справу зі зміненою розрахунковою схемою споруди. Тут слід враховувати ту обставину, що у разі значних пошкоджень та відмови важливих конструктивних елементів проводиться евакуація людей та унікальних матеріальних чи нематеріальних цінностей. Цей факт призводить до зміни класу відповідальності споруди.

Після евакуації потенційні збитки від можливого обвалення конструкцій значно знижуються, оскільки саме людські життя становлять переважну частину збитків від руйнування споруди. У загальному випадку таку будівлю можна віднести до першого класу наслідків руйнування СС1, що характеризується незначними наслідками для життя людей та незначними економічними, соціальними чи екологічними наслідками, яких можна знехтувати.

Отже, слід розглядати дві групи особливих розрахункових ситуацій для конструктивних елементів, що з появою аварійної події:

- 1) Безпосередня присутність аварійного впливу А у розрахунковій схемі. Слід перевіряти надійність конструкцій у момент появи впливу А з використанням умови

$$E_d = \sum_j \gamma_{G,j} G_j + A_d + \psi_i Q_i \leq R_d.$$

- 2) Ефект від аварійного впливу проявляється опосередковано як наслідки відмов елементів, тобто. розглядається модифікована розрахункова схема, з якої видалено пошкоджені елементи, яка має опір R_d^{mod} . У такій розрахунковій ситуації, що відповідає розгляду конструктивної системи після завершення дії аварійного навантаження. Тут слід використовувати звичайні навантаження, але відповідні часу T_R , потрібного для виконання робіт по відновленню. Перевірка має вигляд

$$E_d = \sum_j \gamma_{G,j} G_j + \psi_i Q_i(T_R) + \sum_{i>1} \psi_i Q_i(T_R) \leq R_d^{mod}$$

Діючі нормативні документи стверджують, що до аварійного сполучення, крім основних впливів, може входити лише одне аварійне навантаження. Підґрунтям цієї тези є короткочасність реалізації аварійного навантаження, що веде до практичної неможливості одночасної появи більш одного такого навантаження.

Але наслідки аварійного навантаження можуть зберігатися довгий час, тому сполучення таких наслідків з іншим аварійним навантаженням може бути цілком реальним. Цими наслідками можуть бути як зміна розрахункових параметрів конструкції (наприклад, геометричних вимірів перерізу від пошкодження), так і наявність залишкових напружень і переміщень (наприклад, від нерівномірних деформацій основи фундаментів, обумовлених зміною структури ґрунту при замочуванні просідаючих ґрунтів).

Для таких сполучень умови перевірки повинні мати вигляд

$$E_d = \sum_j \gamma_{G,j} G_j + A_{d1} + A_{d2}^{cons} \psi_1 Q_1 + \sum_{i>1} \psi_i Q_i \leq R_d^{mod}$$

Була помилка, Змінено $\geq$ на $\leq$

де A_{d1} безпосереднє аварійне навантаження, A_{d2}^{cons} зусилля, що є наслідками від попереднього аварійного навантаження (аналог попереднього напруження).

5. Розширення поняття про граничні стани

Досягнення граничного стану першої групи у ДБН В.1.2-14:2018 (чи стану ULS у EN 1990) сформульовано таким чином, що цей випадок відповідає припиненню існування об'єкта. Такий же зміст має п. 3.2 ДБН В.1.2-6:2021, де декларується вимога відсутності пошкодження і руйнування частини будівлі або споруди. Але вимога про забезпечення відсутності руйнувань порушується (і цілком свідомо) при сейсмічному впливі та при пожежі, де має місце ідея відтворення зруйнованих частин об'єкту шляхом ремонту. Деякі неявні вказівки на це наведені у табл. 3 ДБН В.1.2-14:2018, як вказівка про необхідність ремонту пошкоджених аварією елементів категорії Б.



Не в останню чергу вказана ситуація пов'язана з досить невизначеним описом, що являє собою експлуатація об'єкту, яку припиняє граничний стан.

На нашу думку, слід дати точні вказівки щодо використання граничних станів, яким відповідають окремі експлуатаційні рівні. Наприклад, таким чином:

- Рівень I – відсутність пошкоджень та можливість продовження експлуатації після аварійного впливу (виконання вимог першої групи граничних станів та вибіркове виконання вимог другої групи граничних станів);
- Рівень II – запобігання безпеки життєдіяльності та можливість проведення ремонтно-відновлювальних робіт (виконання вимог першої групи граничних станів);
- Рівень III – забезпечення загальної стійкості споруди, збереження життя людей, цінного обладнання та інфраструктури, необхідної для ліквідації наслідків аварійного впливу (виконання вимог першої групи граничних станів для конструкцій категорії A за ДБН В.1.2-14:2018).

Слід додати, що зазначення існування відокремлених експлуатаційних рівнів може бути використане у разі оцінки технічного стану існуючих конструкцій. Саме таким чином формулюються ці питання EN 1998-3 [20], що містить поняття:

- Граничний стан поблизу руйнування (NC)
- Граничний стан суттєвого пошкодження (SD)
- Граничний стан обмеженого пошкодження (DL)

ДБН В.1.2-6:2021 [1], відповідно до EN 1990 [3], розширює зміст граничних станів експлуатаційної придатності шляхом розрізнення оборотних та необоротних граничних станів. Очевидно, що оборотні стани – це добре відомі граничні стани другої групи за попередньо діючими нормами; їх присутність у нормативних документах, що розробляються, не викликає питань. У той же час «необоротні граничні стани» – це інший вид граничних станів, які залишаються після того, як припиняється вплив, що їх викликав (наприклад, постійні локальні пошкодження або постійні недопустимі деформації тощо) [26]. Очевидно, що критерії необоротних граничних станів повинні бути розроблені для конструкцій з різних матеріалів.

6. Доцільні значення імовірності відмови

ДБН В.1.2-14:2018 передбачає, що нормативні вимоги до безвідмовності формулюються за допомогою доцільних значень імовірності відмови P^{ex} або дальності відмови β^{ex} (у більшості міжнародних документів замість термінів «дальність відмови» (характеристика безпеки) використовується «індекс надійності»).

У EN 1990 надані мінімальні значення індексу

надійності β для двох базових періодів (1 рік і 50 років) в залежності від класу наслідків. ДБН В.1.2-14:2018 надає значення β більш детально, розглядаючи не тільки клас наслідків, але і категорію відповідальності конструкції, розрахункову ситуацію (усталена, перехідна, аварійна) і групу граничних станів (перша чи друга). Але якому контрольному періоду ці значення відповідають явно не сказано, хоча по деяким непрямым даним можна розуміти, що йдеться про 50 років.

Взагалі, ці значення залежать від економічних параметрів того випадку, що розглядається: вартості наслідків відмови (прямий та непрямий збиток), початкової вартості зведення та обслуговування будівлі, включаючи вартість вжитих заходів для гарантування безпеки. Крім того, великий вплив має так звана «ціна життя», тобто кошти, які суспільство бажає (і може) затратити на врятування життя однієї людини [7]. Всі ці дані досить приблизно пов'язані з класифікацією об'єктів будівництва за наслідками відмови, і, як свідчать численні дослідження, мають велику розбіжність. Тому природно встає питання про доцільність дуже дрібної деталізації.

Мабуть, можна прийняти більш узагальнений погляд EN 1990, що відповідає системі масового проектування (при цьому має сенс зберегти вплив категорії відповідальності елементів). А для унікальних об'єктів дозволяти розраховувати оптимальне значення β керуючись вказівками ISO 2394:2015 (додаток G), де наведена відповідна методика.

Відомо, що наведені у EN 1990 значення індексу надійності β пов'язані з перевіркою елементів конструкції (розрахункових перерізів) [21]. Але слід підкреслити, що у тих випадках, коли перевірка пов'язана з елементом категорії A1, то його відмова може відповідати глобальним обвалом конструктивної системи чи значної її частини. Звертаючи увагу на цю обставину, у ряді публікацій [22, 23, 24] внесені пропозиції щодо врахування наслідків обвалення (відмови) конструктивної системи шляхом введення доповнення до індексу надійності $\Delta\beta = 0,4$.

Враховуючи сказане, можна пропонувати використання значень β і відповідних ймовірностей відмови P , що наведені у табл. 2.

Потрібно зазначити, що сказане головним чином торкається конструкцій будинків [8], для них співвідношення між прямими і непрямыми збитками мають певне і досить стаке значення. Це враховувалось розробниками EN 1990 при призначенні індексів надійності. Споруди можуть мати зовсім іншу структуру збитків від відмови, у деяких випадках непрямі збитки набагато перевищують прямі збитки. Як приклад можна вказати на деякі гідротехнічні споруди, руйнування котрих може мати катастрофічні наслідки.



Таблиця 2

Клас наслідків (відповідальності)	Категорія відповідальності конструкції	Базовий період 1 рік		Базовий період 50 років	
		β_1	P_1	β_{50}	P_{50}
СС3	A1	5,6	5,99E-08	4,5	2,99E-06
	A, Б, В	5,2	5,16E-07	4,0	2,58E-05
СС3	A1	5,1	8,63E-07	3,9	4,31E-05
	A, Б, В	4,7	6,08E-06	3,4	3,04E-04
СС3	A1	4,6	9,66E-06	3,3	4,83E-04
	A, Б, В	4,2	5,56E-05	2,8	2,78E-03

7. Контроль якості

У першій редакції ДБН В.1.2-14, що вийшла у 2009 році, був розділ «Контроль і нагляд», виключений із ДБН В.1.2-14:2018 по формальним міркуванням про неналежність таких питань юрисдикції Мінрегіону. Цю тезу слід переглянути бо, якщо самі процедури контролю і нагляду виконуються не будівельниками, то формулювання їхніх цілей і умов повинні бути передбачені у проектній документації і тому не можуть бути проігнорованими у документі, присвяченому загальним принципам надійності та безпеки.

Нагадаємо, що весь будівельний процес від проектування до прийняття в експлуатацію поділяється на етапи, кожен з яких повинен завершуватися контролем якості виконаних робіт. Роботи наступного етапу не можна розпочинати до завершення контролю та приймання результатів попереднього етапу. Ці етапи, як правило, узгоджуються з тими технологічними моментами, коли одна фаза будівельного процесу змінюється іншою, або коли відповідальність переходить від одного виконавця до іншого. Обов'язковому контролю підлягають ті проміжні результати робіт, які в подальшому стають недоступними для контролю (приховані роботи).

Результати контролю використовуються для прийняття рішень відносно можливості завершення процесу чи використання його результатів, або ліквідації знайденої невідповідності

Слід відновити деякі положення вказаного розділу і навести у новій редакції вказівки про:

- рекомендований зміст і строки виконання контрольних процедур;
- вимоги щодо призначення параметрів, що підлягають контролю при будівництві і подальшій експлуатації об'єкту;
- вимоги щодо оцінки результатів перевірок;
- необхідність контрольних випробувань об'єкту при здачі у експлуатацію.

8. Проблеми нелінійного аналізу

Норми обмежують застосування методу част-

кових коефіцієнтів при виконанні нелінійних розрахунків. Так, у розділі 6.2 EN 1990 сказано, що використання правил перевірки конструкцій за граничними станами обмежене випадками лінійного розрахунку при дії статичного навантаження, з наступною перевіркою окремих критичних перерізів із використанням глибоко нелінійних моделей опору. Щодо нелінійних розрахунків, то рекомендується використовувати спеціальні правила, які наведені в різних частинах EN 1991 - EN 1999.

На нашу думку у ДБН В.1.2-14 слід надати деякі відомості про відмінність способів перевірки міцності у лінійному і нелінійному випадках:

- Лінійний аналіз орієнтований на перевірку типу

$$E_d = E(\gamma_F F \psi_d; a_d) \leq R(f_c / \gamma_M; a_d) = R_d,$$

де E_ϕ , R_d – відповідно розрахункові значення ефекту впливу та опору; γ_F – частковий коефіцієнт, що враховує мінливість впливу F ; γ_M – частковий коефіцієнт, що враховує відхилення міцності матеріалу від його характеристичного значення

- Нелінійний аналіз за своєю природою завжди є оцінкою глобального типу, у якому всі конструктивні елементи системи перебувають у взаємодії. Перевірка глобального опору для оцінювання результатів нелінійних розрахунків виражається наступним чином [28]:

$$E \left(\sum_i \gamma_G G_{ki} + \sum_j \gamma_Q Q_{kj} \psi_{0j} \right) \leq \frac{R(f_m)}{\gamma_{GL}},$$

де максимальний опір R отримується з нелінійного розрахунку і відповідає заданому експлуатаційному рівню, γ_{GL} – глобальний коефіцієнт надійності. При цьому нелінійний аналіз виконується з найбільш ймовірними значеннями базисних змінних, застосовуючи для опису властивостей матеріалів



діаграми деформування із середніми значеннями міцності (f_m).

Зауважимо, що нелінійний аналіз, що базувався би на розрахункових характеристиках міцності, представлених екстремально низькими значеннями, що мають дуже низьку ймовірність появи, не відображає реальних властивостей конструкції в цілому і може призводити до нереалістичних перерозподілів ефектів впливів (внутрішніх зусиль). Якщо при перевірках перерізів у запас надійності ми орієнтуємось на використання характеристик з дуже низькою ймовірністю, то уявити собі, що весь матеріал конструкції має таку властивість, дуже складно.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЇХ АПРОБАЦІЯ

Розглянуті питання узгодженості національної системи нормування в галузі надійності об'єктів з європейськими нормами. Підтверджено, що базовий нормативний документ ДБН В.1.2-6:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість» спільно з запланованою новою редакцією ДБН В.1.2-14 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи» повинен розглядатися як аналог EN 1990 «Basis of Structural Design». Проаналізовані невідповідності між цими нормативними документами та сформульовані деякі проблеми, що потребують розроблення і врахування при створенні нової редакції ДБН В.1.2-14. Зокрема, показано, що для переходу до нових підходів до побудови розрахункових комбінацій навантажень, який використовує EN 1990, потрібно провести спеціальні порівняльні розрахунки конструкцій, щоб прийняти обґрунтоване рішення про зміст відповідного розділу ДБН В.1.2-14:2018.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗРОБОК

У статті проведено порівняльний аналіз основних нормативних документів в галузі надійності в будівництві. Обґрунтовані пропозиції щодо поділу будівель та споруд за класами відповідальності. Розглянуто новий підхід до нормування навантажень, проаналізовано вибір репрезентативних значень змінних дій. Окремо розглянуті особливості урахування аварійних впливів. Розширені поняття про граничні стани несучої здатності та граничні стани експлуатаційної придатності з поділом на оборотні та необоротні стани. Підкреслена важливість вибору доцільних значень імовірності відмови будівельних об'єктів. Пропонується таблиця значень індексу надійності та імовірностей відмови для базових періодів 1 рік і 50 років для об'єктів різних класів наслідків. Надані відомості про відмінність способів перевірки міцності у лінійному і нелінійному

випадках. Підкреслено, що нормативний документ щодо надійності повинен обов'язково мати розділ, присвячений контролю якості виконаних робіт. Наведені у статті пропозиції пропонується врахувати при розробленні нормативних документів щодо надійності будівель і споруд.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.1.2-6:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. – К.: Міністерство розвитку громад та територій України. – 2022. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи. – К.: Міністерство розвитку громад та територій України. – 2018. – 67 с.
3. EN 1990. Basis of Structural Design. – Brussels: Eurocode European Committee for Standardization. – 2002. – 89 p.
4. Faber M. JDS - Framework for the reliability based assessment of load partial safety factors in EC / M. Faber, J. Koehler (SC10, 2018.02.17). .
5. Fisher K. Optimal and acceptable reliabilities for structural design / K. Fisher, C. Viljoen, J. Köhler, M.H. Faber // Structural Safety. – 2018. – Vol. 76. – P. 149 – 161. doi.org/10.1016/j.strusafe. 2018.09.002.
6. Hicks et al (). On characteristic values and the reliability-based assessment of dykes / Hicks et al (). // Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards. – 2019. – 13(4) – P. 1 – 7.
7. Hingorani R. Life safety risk-based requirements for concrete structures in accidental situations caused by gas explosions / R. Hingorani, P. Tanner, C. Zanuy // Structural Safety. – 2019. – 76. – P. 184 – 196.
8. Holicky M. Determination of Target Safety for Structures / M. Holicky, D. Diamantidis, M. Sykora // ICAST 12, Vancouver, Canada, July 12-15, 2015. – P. 1 – 8.
9. Keller N. Robustheit von Stahl- und Verbundrahmen durch gezielte Knotenausbildung (Dissertation) / N. Keller. – 2019. – Stuttgart, Germany: University of Stuttgart. – 297 p.
10. Köler J. JDS - Background document on reliability target and design value method / J. Köler (SC10, 2019.09.23).
11. Köler J. Reliability requirements for structural engineering decision making / J. Köler // JCSS. – 2019.
12. Meinen M. Reliability levels obtained by Eurocode partial factor design - A discussion on current and future reliability levels / M. Meinen, R. Steenbergen // HERON. – 2018. – Vol. 63, №3. – P. 243 – 301.
13. Tanner P. Acceptable risks to persons



- associated with building structures / P. Tanner, R. Hingorani // *Structural Concrete*. – 2015. – Vol. 16, Issue 3. – P. 314 – 322.
14. Cervenka V. Reliability – based non-linear analysis according to fib Model Code 2010 / V. Cervenka // *Structures Concrete, journal of fib*. – 2013. – March, Vol. 14. – P. 19 – 28. ISSN 1464-4177.
 15. prEN 1990:2020, Eurocode – Basis of structural and geotechnical design, CEN TC 250 N2555 Enquiry Draft, European Committee for Standardization, CEN, Brussels, September 2020. – 115 p.
 16. prEN 1990-2:2021, Eurocode – Basis of assessment and retrofitting of existing structures: general rules and actions, CEN TC 250/WG2/WG2.T2 Project Team Version, Final Draft, European Committee for Standardization, CEN, Brussels, March 2021. – 125 p.
 17. ISO 2394:2015, General principles on reliability for structures, International Organization for Standardization, ISO, Geneva, 2015. – 110 p.
 18. JCSS, Assessment of Existing Structures, Joint Committee on Structural Safety, RILEM Publications S.A.R.L., 2000. – 161 p.
 19. ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). – К.: ДП «УкрНДНЦ». – 2019. – 17 с.
 20. EN 1998-3. Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings Design. – Brussels: Eurocode European Committee for Standardization. – 2005. – 89 p.
 21. Technical Report for the reliability background of Eurocodes. – Brussels: Eurocode European Committee for Standardization, Technical Committee CEN/TC 250, Sub Committee SC10. – 2021. – 164 p.
 22. Lu D. Global seismic Reliability Analysis of Building Structures based on System / D. Lu, P. Yu. Song // *Level Limit States*. – Oct. 12 - 17, 2008. – Beijing, China. – 12 p.
 23. Hingorani R. Structural safety requirements based on risks to persons / R. Hingorani, P. Tanner // *Proc. Jornadas Internacionales Conmemorativas Del 80 Aniversario Del IETcc*. – 2014. – 12 p.
 24. Diamantidis D. Reliability Differentiation and Uniform Risk in Standards: a Critical Review and Practical Appraisal / D. Diamantidis, M. Sykora // *Future Trends in Civil Engineering*. – 17 oct. 2019. – Zagreb, Croatia, – P. 59 – 78.
 25. Тур В.В. О назначении требуемых мер надежности при разработке национальных нормативных документов по проектированию строительных конструкций / В.В. Тур, А.В. Тур, С.С. Деречник // *Вестник Брестского государственного технического университета*. – 2020. – №1. – С. 2 – 15.
 26. Gulvanesan H. Designers' guide to Eurocode 1990: Basic of structural design / H. Gulvanesan, J.-A. Calgaro, M. Holicky. – 2009. – London: Thomas Telford. <https://doi.org/10.1680/dgte.30114.0001>
 27. ДБН В.1.2.2:2006. Навантаження і впливи. – 2006. – К.: Мінбуд України. – 60 с.
 28. Schlune H. Safety Format for the non-linear analysis of Concrete Structures / H. Schlune, M. Plos. K. Gylltoft // *Magazine of Concrete Research*. – 2012. – Vol. 64, Issue 7. – P. 563 – 574.
- ## REFERENCES
1. DBN B.1.2-6:2021. (2022). Basic requirements for buildings and structures. Mechanical resistance and stability. Kyiv: Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine.
 2. DBN B.1.2-14:2018. (2018). System for ensuring the reliability and safety of construction sites. General principles. Kyiv: Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine.
 3. EN 1990. Basis of Structural Design (2002). Brussels: Eurocode European Committee for Standardization.
 4. Faber M, Koehler J. (2018) JDS - Framework for the reliability based assessment of load partial safety factors in EC (SC10, 2018.02.17).
 5. Fisher K., Viljoen C., Köhler J., Faber M.H. (2018) Optimal and acceptable reliabilities for structural design. *Structural Safety*, 76, 149 – 161. doi.org/10.1016/j.strusafe.2018.09.002.
 6. Hicks et al. (2019). On characteristic values and the reliability-based assessment of dykes. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 13(4).
 7. Hingorani R., Tanner P., Zanuy C. (2019). Life safety risk-based requirements for concrete structures in accidental situations caused by gas explosions. *Structural Safety*, 76, 184 – 196.
 8. Holicky M., Diamantidis D., Sykora M. (2015). Determination of Target Safety for Structures. *ICAST 12*, Vancouver, Canada, July, 12 – 15.
 9. Keller N. (2019). Robustheit von Stahl- und Verbundrahmen durch gezielte Knotenausbildung (Dissertation). University of Stuttgart, Stuttgart, Germany.
 10. Köler J. JDS (2019). Background document on reliability target and design value method (SC10, 2019.09.23).
 11. Köler J. (2019). Reliability requirements for structural engineering decision making. *JCSS*, 2019 July.



12. Meinen M, Steenbergen R. (2018). Reliability levels obtained by Eurocode partial factor design -A discussion on current and future reliability levels. *HERON*, Vol. 63, №3, 243 – 301.
13. Tanner P., Hingorani R. (2015). Acceptable risks to persons associated with building structures. *Structural Concrete*, Vol. 16, Issue 3, 314 – 322.
14. Cervenka V. (2013). Reliability – based non-linear analysis according to fib Model Code 2010. *Structures Concrete*, journal of fib, March Vol. 14, 19–28. ISSN 1464-4177.
15. prEN 1990:2020 (2020). Eurocode – Basis of structural and geotechnical design, CEN TC 250 N2555 Enquiry Draft. European Committee for Standardization, CEN, Brussels.
16. prEN 1990-2:2021 (2021). Eurocode – Basis of assessment and retrofitting of existing structures: general rules and actions, CEN TC 250/WG2/WG2.T2 Project Team Version, Final Draft. European Committee for Standardization, CEN, Brussels.
17. ISO 2394:2015 (2015). General principles on reliability for structures. International Organization for Standardization, ISO, Geneva.
18. JCSS (2000). Assessment of Existing Structures. Joint Committee on Structural Safety, RILEM Publications S.A.R.L.
19. DSTU 8855:2019 (2019). Buildings and structures. Determining the class of consequences (responsibilities). Kyiv: DP "UkrNDNC".
20. EN 1998-3 (2005). Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings design. Brussels: Eurocode European Committee for Standardization.
21. Technical Report for the reliability background of Eurocodes (2021). Brussels: Eurocode European Committee for Standardization, Technical Committee CEN/TC 250, Sub Committee SC10.
22. Lu D, Song P. Yu. (2008). Global seismic Reliability Analysis of Building Structures based on System. Level Limit States, Beijing, China, Oct. 12 – 17.
23. Hingorani R., Tanner P. (2014). Structural safety requirements based on risks to persons. *Proc. Jornadas Internacionales Conmemorativas Del 80 Aniversario Del IETcc*.
24. Diamantidis D., Sykora M. (2019). Reliability Differentiation and Uniform Risk in Standards: a Critical Review and Practical Appraisal. *Future Trends in Civil Engineering*. Zagreb, Croatia, 17 oct., 59 – 78.
25. Tur V.V., Tur A.V., Derechnik S.S. (2020). On the appointment of the required reliability measures in the development of national regulatory documents for the design of building structures. *Bulletin of the Brest State Technical University*, 1, 2 – 5.
26. Gulvanesan H., Calgaro J.-A., Holicky M. (2009). *Designers' guide to Eurocode 1990: Basic of structural design*. London: Thomas Telford.
27. DBN B.1.2.2: 2006 (2006). *Loads and loadings*. Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine.
28. Schlune H., Plos M. Gylltoft K. (2012). *Safety Format for the non-linear analysis of Concrete Structures*. *Magazine of Concrete Research*, Vol. 64, Issue 7, 563 – 574.

Стаття надійшла до редакції 12.07.2022 року



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-08-2022-3>

УДК 69 (477) (094.9) (045)



БЕЛОКОНЬ О.Л.

Канд. технічних наук, завідувач
відділу, ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»,
м. Київ, Україна,
e-mail: belokon@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (044) 249-37-09,
ORCID: 0000-0002-4722-9350

НАДАННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА РИНКУ

АНОТАЦІЯ

Стаття є продовженням попередніх наукових робіт, що здійснюються у Державному підприємстві «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (далі – ДП НДІБК), упродовж останніх років, в напрямі інтегрування національної нормативної бази України у міжнародний нормативно-правовий простір технічного регулювання в будівництві.

Проаналізовано невирішені проблемні питання стосовно надання будівельної продукції на ринку та визначено шляхи їх вирішення.

Наведено низку невирішених питань технічного регулювання в будівництві, зокрема пов'язаних із наданням будівельної продукції на ринку, що є одним із важливих механізмів введення її в обіг, шляхом складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик будівельної продукції визначеної категорії.

Наведено окремі положення законодавства стосовно надання будівельної продукції на ринку.

Наведено один із механізмів надання будівельної продукції на ринку шляхом складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик, що мають міститися у відповідних регламентних технічних специфікаціях, що складають національні стандарти, що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, європейські документи з визначення

прийнятності та національні документи України з визначення прийнятності.

Відображено необхідність узгодження встановлених термінів та їх визначення з метою уникнення неправильного чи неоднозначного розуміння встановлених положень із законодавством Європейського Союзу.

Наведено визначення відповідних термінів, застосовуваних в даній статті, та запропоновано роз'яснення визначення окремих термінів.

Відображено інформацію стосовно затверджених нових редакцій шести основоположних державних будівельних норм, розроблених, зокрема з використанням параметричного методу нормування, тим самим забезпечуючи виконання шести основних вимог до будівель та споруд щодо забезпечення механічного опору та стійкості; пожежної безпеки; гігієни, здоров'я та захисту довкілля; безпеки і доступності під час експлуатації; захисту від шуму та вібрації; енергозбереження та енергоефективності.

Відзначено, що застосування параметричного методу нормування, під час розроблення будівельних норм, обумовлює необхідність розроблення підтримуючих національних стандартів, що будуть забезпечувати виконання основних положень будівельних норм, що в свою чергу сприятиме виконанню системного підходу і тим



самим формуванню цілісної комплексної системи технічного регулювання в будівництві.

Показано, що за встановленими категоріями будівельної продукції, ДП НДІБК виконано відповідні роботи стосовно моніторингу гармонізованих європейських стандартів, європейських настанов з технічного ухвалення та європейських документів з визначення прийнятності.

Наведено висновки щодо надання будівельної продукції на ринку як один із важливих механізмів введення її обіг шляхом складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик будівельної продукції, тим самим забезпечуючи виконання основних вимог до будівель та споруд і відповідних національних стандартів, що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, європейських документів з визначення прийнятності та національних документів України з визначення прийнятності, що в свою чергу сприятиме усуненню технічних бар'єрів у торгівлі та запобігатиме їх виникненню, а також підтриманню конкурентноспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому так і зовнішньому ринках, тим самим забезпечуючи відповідний рівень надійності та безпеки об'єктів будівництва в цілому.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: декларація; експлуатаційні характеристики; суттєві експлуатаційні характеристики; національні стандарти, що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам; гармонізовані європейські стандарти; європейські документи з визначення прийнятності; національні документи України з визначення прийнятності; висновок про технічну прийнятність; основоположні державні будівельні норми; основні вимоги до будівель та споруд; суттєві характеристики; параметричний метод нормування; системний підхід; підтримуючі національні стандарти.

ON MARKETING OF CONSTRUCTION PRODUCTS

ABSTRACT

The paper continues of the previous scientific work carried out by the State Enterprise "State Research Institute of Building Constructions" (hereinafter - NIISK), in recent years, in the area of integration of the national regulatory framework of Ukraine into the international regulatory and legal space of technical regulation in construction.

Unsolved issues related to the marketing of construction products were studied and ways to solve them were determined.

A number of outstanding issues of technical regulation in construction are given, in particular, those related to the marketing of construction products, which is one of the important mechanisms

of introduction, by completing a declaration of performances of construction products of a certain family.

Separate provisions of the legislation regarding the marketing of construction products are given.

One of the mechanisms for marketing of construction products is drawing up a declaration of performance by a manufacturer that should be taken from the relevant technical specifications that make up national standards that are identical to the relevant harmonized European standards, European documents for technical assessment and national documents of Ukraine for technical assessment.

It is presented the need for harmonization of the established terms and their definitions to avoid wrong or ambiguous understanding of the established provisions of the EU legislation of the European Union.

It is provided the definitions of the relevant terms used in this paper, and the definitions of relevant terms are explained.

Information is displayed regarding the approved new revisions of six fundamental state construction norms that had been developed, in particular, using the parametric method of standardization, thereby ensuring the fulfillment of six basic requirements for buildings and structures to ensure mechanical resistance and stability; fire safety; hygiene, health and environmental protection; safety and availability during operation; noise and vibration protection; energy saving and energy efficiency.

It is noted that the application of the parametric method of standardization during the development of construction regulations brings to the need for development of supporting national standards that will ensure the implementation of the main provisions of the construction regulations, which in turn will contribute to the implementation of a systemic approach and thus to development of a comprehensive system of technical regulation in construction.

It is shown that NIISK has performed research related to the monitoring of harmonized European standards, European guidelines for technical approval and European technical assessment documents for certain families of construction products.

Conclusions are given regarding the marketing of construction products which is one of the important mechanisms for introducing them by drawing up a declaration of performances indicators of construction products, and ensuring the fulfillment of basic requirements for buildings and structures and the relevant national standards, which are identical to relevant harmonized European standards, European technical assessment documents and national technical assessment documents of Ukraine. This in turn will contribute to the elimination of technical barriers in trade and prevent the occurrence of those as well as support the competitiveness of domestic products



both on domestic and foreign markets, thereby ensuring the appropriate level of reliability and safety of civil structures in general.

KEY WORDS: declaration; performances; essential performance; national standards which are identical to the relevant harmonized European standards; harmonized European standards; European technical assessment documents; national technical assessment documents of Ukraine; European technical assessment; fundamental state construction norms; main requirements of buildings and structures; parametric method of standardization; system approach; supporting national standards.

ВСТУП

На сьогодні існує низка невирішених проблемних питань технічного регулювання в будівництві, зокрема пов'язаних із наданням будівельної продукції на ринку, шляхом складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик, що є одним із важливих механізмів введення в обіг будівельної продукції за визначеною категорією.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В Україні основні вимоги до будівельних виробів, будівель та споруд щодо забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, безпеки експлуатації, механічного опору та стійкості, пожежної безпеки, економії енергії, захисту навколишнього природного середовища, а також процедури оцінки відповідності будівельних виробів установленим вимогам, та порядок їх застосування, регламентуються Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд [1], що розроблено з урахуванням вимог Директиви Ради Європи 89/106/ЄЕС від 21 грудня 1988 р. про зближення законів, підзаконних актів та адміністративних положень держав-членів стосовно будівельних виробів [2] (далі - Директива Ради Європи 89/106/ЄЕС [2]).

На сьогодні в Європейському Союзі основні вимоги до будівельних виробів, будівель та споруд регламентуються Регламентом (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює гармонізовані умови для розміщення на ринку будівельних виробів та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС [3] (далі – Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3]).

Упродовж останніх років в Україні також відбувався процес щодо імплементації Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3]. Так, 2 вересня 2020 року було прийнято Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] з подальшим набранням чинності з 1 січня 2023 року.

Тому, на сьогодні введення в обіг або надан-

ня будівельної продукції на ринку відповідно до Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] є важливим питанням технічного регулювання в будівництві, що обумовлює необхідність проаналізувати невирішені проблемні питання та визначити шляхи їх вирішення.

МЕТА СТАТТІ

Проаналізувати невирішені проблемні питання введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку та визначити шляхи їх вирішення.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Одним із важливих механізмів введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку є складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик будівельної продукції визначеної категорії та дотримання відповідних вимог законодавства, що в свою чергу сприятиме забезпеченню відповідного рівня надійності та безпеки об'єктів будівництва в цілому.

На сьогодні в Україні введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку регламентується Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд [1], та окремими положеннями Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], набрання чинності якого відбудеться з 1 січня 2023 року.

Як відомо, Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд [1] розроблено з урахуванням вимог Директиви Ради Європи 89/106/ЄЕС [2], що визначає основні вимоги до будівельних виробів, будівель і споруд щодо забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, безпеки експлуатації, механічного опору та стійкості, пожежної безпеки, економії енергії, захисту навколишнього природного середовища, а також процедури оцінки відповідності виробів установленим вимогам та порядок їх застосування.

Наразі, в Європейському Союзі вищезазначена Директива Ради Європи 89/106/ЄЕС [2] замінена на Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3].

На сьогодні в Україні проводяться відповідні роботи щодо імплементації вищевказаного Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3] шляхом прийняття Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4].

Водночас, введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку також регламентується Законом України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» [5], Законом України «Про стандартизацію» [6], Законом України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» [7], Законом України «Про основи містобудування» [8], Законом України «Про регу-



лювання містобудівної діяльності» [9],

Законом України «Про будівельні норми» [10] та іншими нормативно-правовими актами, що регулюють відносини у зазначеній сфері.

Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] визначає правові та організаційні засади введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку шляхом встановлення правил для вираження показників, пов'язаних із суттєвими експлуатаційними характеристиками такої продукції, а також застосування щодо такої продукції знака відповідності технічним регламентам.

Відповідно до статті 5 Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] одним із механізмів введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку є складання виробником декларації показників будівельної продукції, пов'язані з її суттєвими експлуатаційними характеристиками, визначеної категорії.

Тобто, у разі якщо будівельна продукція визначеної категорії охоплюється національним стандартом для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичним відповідному гармонізованому європейському стандарту, або відповідає висновку про технічну прийнятність, виданому щодо неї, виробник складає декларацію показників суттєвих експлуатаційних характеристик при введенні будівельної продукції визначеної категорії в обіг.

Водночас, виробник шляхом складання декларації показників суттєвих експлуатаційних характеристик бере на себе відповідальність за відповідність будівельної продукції визначеної категорії таким задекларованим показникам. У разі відсутності об'єктивних ознак, що свідчать про протилежне, декларація показників суттєвих експлуатаційних характеристик будівельної продукції визначеної категорії, складена виробником, вважається точною і достовірною.

Таким чином, декларація, що складається за формою та згідно з інструкціями, що затверджуються Кабінетом Міністрів України, повинна відображати показники суттєвих експлуатаційних характеристик будівельної продукції визначеної категорії згідно з відповідними регламентними технічними специфікаціями.

Відповідно до статті 4 Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] суттєві характеристики будівельної продукції визначаються у регламентних технічних специфікаціях щодо основних вимог до будівель та споруд, що складають національні стандарти для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, європейські документи з визначення прийнятності та національні документи України з визначення прийнятності.

Разом з тим, слід зазначити, що визначення окремих термінів, що встановлені в Законі України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] та Регламенті (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3], потребують узгодження між собою з метою уникнення неправильного чи неоднозначного розуміння встановлених положень.

Тому, з метою унеможливлення неправильного чи неоднозначного розуміння положень Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що імплементує положення Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3], в даній статті нижче пропонується роз'яснення окремих вищезгаданих термінів, що застосовуються.

Так, термін «суттєві експлуатаційні характеристики» в даній статті пропонується розуміти як експлуатаційні характеристики, що визначаються в регламентних технічних специфікаціях, тобто, національних стандартах для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, європейських документах з визначення прийнятності та національних документах України з визначення прийнятності.

А термін «суттєві характеристики» пропонується розуміти як характеристики будівельної продукції, що відносяться до основних вимог до будівель та споруд, критерії для яких встановлюються у відповідних основоположних державних будівельних нормах.

Наразі, в Україні вже затверджені нові редакції шести основоположних державних будівельних норм, розробником яких є ДП НДІБК. Набрання чинності затверджених нових редакцій шести основоположних державних будівельних норм, перелік яких наведено у таблиці 1, відбудеться через 30 календарних днів з наступного дня після припинення або скасування воєнного стану в Україні.

Вищевказані нові редакції основоположних державних будівельних норм розроблені, зокрема з використанням параметричного методу нормування, та забезпечують виконання шести основних вимог до будівель та споруд щодо забезпечення механічного опору та стійкості; пожежної безпеки; гігієни, здоров'я та захисту довкілля; безпеки і доступності під час експлуатації; захисту від шуму та вібрації; енергозбереження та енергоефективності.

А роботи стосовно унормування та забезпечення виконання сьомої основної вимоги до будівель та споруд щодо сталого використання природних ресурсів, як визначено в Законі України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], наразі продовжуються.

Водночас, слід зауважити, що застосування пара-



Таблиця 1

Ч.ч.	Позначення та назва нових редакцій основоположних державних будівельних норм	Позначення та назва основоположних державних будівельних норм, що повинні бути скасовані
	ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість	ДБН В.1.2-6-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість [11]
	ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека	ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека [12]
	ДБН В.1.2-8:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля	ДБН В.1.2-8-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища [13]
	ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації	ДБН В.1.2-9-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації [14]
	ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації	ДБН В.1.2-10-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму [15]
	ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність	ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії [16]

метричного методу нормування під час розроблення будівельних норм обумовлює необхідність розроблення підтримуючих національних стандартів, що мають забезпечувати виконання основних положень будівельних норм, що в свою чергу сприятиме виконанню системного підходу і тим самим формуванню цілісної комплексної системи технічного регулювання в будівництві.

Так, на виконання положень Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд [1] та у розвиток положень вищевказаних шести основоположних державних будівельних норм, що були розроблені ще у 2008 році на основі Тлумачних документів, що містять окремі роз'яснення положень Директиви Ради Європи 89/106/ЄЕС [2], було розроблено ДСТУ-Н Б А.1.1-81:2008 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні вимоги до будівель і споруд. Настанова із застосування термінів основних вимог до будівель і споруд згідно з тлумачними документами Директиви Ради Європи 89/106/ЄЕС» [17], та низку національних стандартів в якості керівних документів, перелік яких наведено у таблиці 2.

Водночас, на виконання встановлених вимог ДСТУ-Н Б А.1.1-84:2008 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ С щодо поводження з комплектами та системами за Директивою стосовно будівельних

виробів» [20] додатково було розроблено ДСТУ-Н-П Б А.1.1-93:2010 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова щодо розроблення проектів повторного використання у будівництві» [31].

На виконання положень Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд [1], в тому числі з метою забезпечення виконання оцінки відповідності у будівництві, було розроблено низку підтримуючих національних стандартів, перелік яких наведено у таблиці 3.

Також, на виконання положень Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд [1], в тому числі з метою забезпечення виконання оцінки відповідності у будівництві, додатково було розроблено ДСТУ-Н Б А.1.1-98:2011 «Настанова з розроблення положень щодо оцінювання відповідності згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель та споруд у проєктах національних стандартів як регламентних технічних умов» [38] та ДСТУ-Н Б А.1.1-99:2011 «Настанова експертам з підготовки висновку та проєкту технічного свідоцтва придатності нових будівельних виробів для застосування» [39].

Таким чином, на сьогодні одним із важливих шляхів введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку є забезпечення відповідності будівельної продукції визначеній категорії задекларованим показникам експлуатаційних характе-



Таблиця 2

Ч.ч.	Позначення керівного документа	Позначення та назва підтримуючих національних стандартів, розроблених в якості керівних документів
	Керівний документ А	ДСТУ-Н Б А.1.1-82:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ А щодо призначення нотифікованих органів по роботі з Директивою стосовно будівельних виробів [18]
	Керівний документ В	ДСТУ-Н Б А.1.1-83:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ В щодо визначення контролю виробництва на підприємстві в технічних умовах на будівельні вироби [19]
	Керівний документ С	ДСТУ-Н Б А.1.1-84:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ С щодо поводження з комплектами та системами за Директивою стосовно будівельних виробів [20]
	Керівний документ D	ДСТУ-Н Б А.1.1-88:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ D. СЄ Маркування згідно з Директивою стосовно будівельних виробів [21]
	Керівний документ Е	ДСТУ-Н Б А.1.1-86:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ Е щодо рівнів та класів згідно з Директивою стосовно будівельних виробів [22]
	Керівний документ F	ДСТУ-Н Б А.1.1-78:2007 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ F. Довговічність за Директивою стосовно будівельних виробів [23]
	Керівний документ G	ДСТУ-Н Б А.1.1-87:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ G. Європейська система класифікації будівельних виробів при вогневих впливах на них [24]
	Керівний документ H	ДСТУ-Н Б А.1.1-85:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ H щодо узгодження підходів відносно небезпечних речовин за Директивою стосовно будівельних виробів [25]
	Керівний документ I	ДСТУ-Н Б А.1.1-79:2007 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ I щодо застосування статті 4 (4) Директиви стосовно будівельних виробів [26]
	Керівний документ J	ДСТУ-Н Б А.1.1-80:2007 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ J щодо перехідних мір відповідно до Директиви стосовно будівельних виробів [27]
	Керівний документ K	ДСТУ-Н Б А.1.1-89:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ K. Системи відповідності, роль та завдання нотифікованих органів у сфері Директиви стосовно будівельних виробів [28]
	Керівний документ L	ДСТУ-Н Б А.1.1-77:2007 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ L щодо застосування і використання Єврокодів [29]
	Керівний документ M	ДСТУ-Н Б А.1.1-90:2008 Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ M щодо оцінки відповідності за Директивою стосовно будівельних виробів: початкове випробування типу виробу та контроль виробництва на підприємстві [30]



Таблиця 3

Ч.ч.	Позначення та назва підтримуючих національних стандартів стосовно забезпечення виконання оцінки відповідності у будівництві
	ДСТУ Б А.1.2-1:2007 Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Основні положення [32]
	ДСТУ Б А.1.2-2:2009 Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Порядок оцінювання відповідності продукції встановленим вимогам [33]
	ДСТУ Б А.1.2-3:2009 Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Порядок розгляду та критерії аналізування документів під час призначення органів з оцінювання відповідності [34]
	ДСТУ Б А.1.2-4:2009 Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Реєстр декларацій відповідності, сертифікатів та бланки документів [35]
	ДСТУ Б А.1.2-5:2009 Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Вимоги до персоналу та порядок його сертифікації (атестації) [36]
	ДСТУ-Н Б А.1.2-6:2010 Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Настанова з порядку проведення оцінки відповідності із застосуванням розрахункового методу підтвердження відповідності [37]

ристик, зокрема вимогам національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, європейських документів з визначення прийнятності та національних документів України з визначення прийнятності.

Також, слід звернути увагу, що на виконання положень статті 29 Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] прийнята Постанова Кабінету Міністрів України від 28 квітня 2021 р. № 426 «Про затвердження переліку категорій будівельної продукції» [40], що встановлює перелік 35 категорій будівельної продукції.

Так, упродовж останніх років, за встановленими категоріями будівельної продукції, ДП НДІБК виконано роботи стосовно моніторингу:

- гармонізованих європейських стандартів (hEN), перелік яких публікують в офіційному віснику Європейського Союзу, та оприлюднюють на офіційному сайті Європейської Комісії;
- європейських настанов з технічного ухвалення (ETAG) та європейських документів з визначення прийнятності (EAD), перелік яких публікують в офіційному віснику Європейського Союзу та офіційні тексти яких оприлюднюють на сайті Європейської організації з технічної оцінки (EOTA).

Відомо, що європейські настанови з технічного ухвалення (ETAG) були розроблені на виконання положень Директиви Ради Європи 89/106/ЄЕС [2], частина яких вже замінена на відповідні європейські документи з визначення прийнятності (EAD).

На сьогодні, на виконання положень Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд [1], в тому числі з метою забезпечення виконання підтвердження придатності нових будівельних виробів для застосування, за визначеними категоріями будівельної продукції, прийнято як підтримуючі національні стандарти, лише незначну кількість європейських настанов з технічного ухвалення (ETAG), перелік яких наведено у таблиці 4.

Відомо, що на виконання положень Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради [3], розроблення європейських документів з визначення прийнятності (EAD) розпочалося починаючи з 2013 року.

Водночас, слід зауважити, що на сьогодні в Україні вже розпочата робота з розгляду та встановлення окремих європейських документів з визначення прийнятності (EAD), за визначеними категоріями будівельної продукції, для подальшого їх прийняття як національні стандарти.

Так, за результатами проведеного ДП НДІБК моніторингу, за визначеними категоріями будівельної продукції, встановлено 444 гармонізовані європейські стандарти (hEN), з них



Таблиця 4

Ч.ч.	Позначення та назва національних стандартів, ідентичних до європейських настанов з технічного ухвалення (ETAG)
	ДСТУ ETAG 004:2021 (ETAG 004:2013, IDT) Настанова з європейських технічних ухвалень. Збірні системи фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками [41]
	ДСТУ-Н Б ETAG 007:2013 Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів дерев'яних каркасних будівель (ETAG 007:2001, IDT) [42]
	ДСТУ-Н Б ETAG 017:2013 Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів ізоляції. Збірні системи для зовнішньої ізоляції стін (ETAG 017:2005, IDT) [43]
	ДСТУ-Н Б ETAG 023:2013 Настанова з європейського технічного ухвалення елементів збірних будівель (ETAG 023:2006, IDT) [44]
	ДСТУ-Н Б ETAG 024:2013 Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів для залізобетонних каркасів будівель (ETAG 024:2006, IDT) [45]
	ДСТУ-Н Б ETAG 025:2013 Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів для металокаркасних будівель (ETAG 025:2006, IDT) [46]

як національні стандарти для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, прийнято:

- 91 гармонізований європейський стандарт (hEN) методом перекладу;
- 353 гармонізовані європейські стандарти (hEN) методом підтвердження (з них 29 гармонізовані європейські стандарти (hEN) знаходяться на стадії розгляду з метою їх подальшого прийняття).

Тобто, 80 % гармонізованих європейських стандартів (hEN), за визначеними категоріями будівельної продукції, прийнято методом підтвердження як національні стандарти для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам.

Відомо, що метод підтвердження, безумовно, один із найпростіших методів, що не потребує перекладу тексту гармонізованого європейського стандарту (hEN), та обумовлює його застосування мовою оригіналу, тим самим ускладнюючи однозначне та правильне розуміння встановлених положень гармонізованих європейських стандартів (hEN).

Водночас, слід зауважити, що прийняття гармонізованих європейських стандартів (hEN) методом перекладу на відміну від методу підтвердження забезпечуватиме змістовне аналізування текстів гармонізованих європейських стандартів (hEN), встановлення можливості застосування їх положень користувачами та ймовірність уникнення неоднозначного тлумачення їх положень, зокрема в частині питань, пов'язаних із

співставленням термінів та їх визначень, методів випробувань, застосовуваного обладнання.

Разом з тим, слід зауважити, що відповідно до сайту Європейської організації зі стандартизації (CEN-CENELEC) – Європейського комітету стандартизації (CEN) і Європейського комітету з електротехнічної стандартизації (CENELEC), за визначеними категоріями будівельної продукції, ДП НДІБК встановлено 105 гармонізованих європейських стандартів (hEN), що замінено на нові редакції європейських стандартів (EN), що ще не набули статусу гармонізованого стандарту, і понад 180 гармонізованих європейських стандартів (hEN), що знаходяться на стадії перегляду.

Також, за результатами проведеного ДП НДІБК моніторингу, за визначеними категоріями будівельної продукції, встановлено 429 європейських документів з визначення прийнятності (EAD) та європейських настанов з технічного ухвалення (ETAG), в тому числі європейських документів з визначення прийнятності (EAD), що ще не опубліковані в Офіційному віснику Європейського Союзу.

Таким чином, на виконання положень Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4] та з метою подальшого забезпечення механізму введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку, шляхом складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик будівельної продукції визначеної категорії, необхідно:

- дотримуватися системного підходу під час розроблення будівельних норм та національних стандартів, в тому числі національних стандартів, ідентичних європейським та міжнародним стандартам, методом перекла-



ду, що мають працювати в комплексі як єдина система із застосуванням спеціальної термінології з метою їх узгодження з положеннями відповідних документів національного рівня;

- продовжувати моніторинг гармонізованих європейських стандартів (hEN) та європейських документів з визначення прийнятності (EAD) з метою встановлення нових їх редакцій та подальшого прийняття як національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам;
- виконувати перевірку та подальший перегляд національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, що прийняті методом підтвердження, з метою розроблення нових редакцій національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, методом перекладу з ідентичним ступенем відповідності;
- встановити правила розроблення, викладання та оформлення національних документів України з визначення прийнятності у разі відсутності відповідних національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, та європейських документів з визначення прийнятності (EAD);
- встановити перелік національних стандартів, положення яких суперечать положенням відповідних чинних національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], з метою подальшого їх скасування, що сприятиме усуненню технічних бар'єрів у торгівлі та запобігатиме їх виникненню, а також підтриманню конкурентноспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому так і зовнішньому ринках.

ВИСНОВКИ

Таким чином, одним із важливих механізмів надання будівельної продукції на ринку або введення її обігу є складання виробником декларації показників експлуатаційних характеристик будівельної продукції визначеної категорії, тим самим забезпечуючи виконання основних вимог до будівель та споруд і відповідних національних

стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, європейських документів з визначення прийнятності та національних документів України з визначення прийнятності.

Разом з тим, застосування системного підходу під час розроблення будівельних норм та підтримуючих національних стандартів, в тому числі національних стандартів, ідентичних європейським та міжнародним стандартам, проведення моніторингу гармонізованих європейських стандартів та європейських документів з визначення прийнятності з подальшим їх прийняттям як національні стандарти України методом перекладу з ідентичним ступенем відповідності, виконання перевірки та подальшого перегляду національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], що є ідентичними відповідним гармонізованим європейським стандартам, що прийняті методом підтвердження, встановлення правил розроблення, викладання та оформлення національних документів України з визначення прийнятності, а також скасування національних стандартів, положення яких суперечать положенням відповідних чинних національних стандартів для цілей застосування Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4], сприятиме усуненню технічних бар'єрів у торгівлі та запобігатиме їх виникненню, а також підтриманню конкурентноспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому так і зовнішньому ринках, тим самим забезпечуючи відповідний рівень надійності та безпеки об'єктів будівництва в цілому.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 р. № 1764.
2. Директива Ради Європи 89/106/ЄЕС від 21 грудня 1988 р. «Про зближення законів, підзаконних актів та адміністративних положень держав-членів стосовно будівельних виробів».
3. Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює гармонізовані умови для розміщення на ринку будівельних виробів та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС.
4. Закон України від 2 вересня 2020 року № 850-IX «Про надання будівельної продукції на ринку».
5. Закон України від 15 січня 2015 року № 124-VIII «Про технічні регламенти та оцінку відповідності».



6. Закон України від 5 червня 2014 року № 1315-VII «Про стандартизацію».
7. Закон України від 2 грудня 2010 року № 2735-VI «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції».
8. Закон України від 16 листопада 1992 року № 2780-XII «Про основи містобудування».
9. Закон України від 17 лютого 2011 року № 3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності».
10. Закон України від 5 листопада 2009 року № 1704-VI «Про будівельні норми».
11. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість: ДБН В.1.2-6-2008. - [Чинні з 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - II, 13 с. - (Державні будівельні норми України).
12. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека: ДБН В.1.2-7-2008. - [Чинні з 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - II, 37 с. - (Державні будівельні норми України).
13. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища: ДБН В.1.2-8-2008. - [Чинні з 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - II, 22 с. - (Державні будівельні норми України).
14. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації: ДБН В.1.2-9-2008. - [Чинні з 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - II, 21 с. - (Державні будівельні норми України).
15. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму: ДБН В.1.2-10-2008. - [Чинні з 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - II, 10 с. - (Державні будівельні норми України).
16. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії: ДБН В.1.2-11-2008. - [Чинні з 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - II, 13 с. - (Державні будівельні норми України).
17. Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні вимоги до будівель і споруд. Настанова із застосування термінів основних вимог до будівель і споруд з тлумачними документами Директиви Ради Європи 89/106/ЄЕС: ДСТУ-Н Б А.1.1-81:2008. - [Чинний від 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - III, 13 с. - (Національний стандарт України).
18. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ А щодо призначення нотифікованих органів по роботі з Директивою стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-82:2008. - [Чинний від 2009-01-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 32 с. - (Національний стандарт України).
19. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ В щодо визначення контролю виробництва на підприємстві в технічних умовах на будівельні вироби: ДСТУ-Н Б А.1.1-83:2008. - [Чинний від 2009-01-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 8 с. - (Національний стандарт України).
20. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ С щодо поводження з комплектами та системами за Директивою стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-84:2008. - [Чинний від 2009-01-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 6 с. - (Національний стандарт України).
21. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ D. СЄ Маркування згідно з Директивою стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-88:2008. - [Чинний від 2009-03-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2009. - VI, 29 с. - (Національний стандарт України).
22. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ Е щодо рівнів та класів згідно з Директивою стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-86:2008. - [Чинний від 2009-03-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2009. - V, 16 с. - (Національний стандарт України).
23. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ F. Довговічність за Директивою стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-78:2007. - [Чинний від 2008-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 18 с. - (Національний стандарт України).
24. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ G. Європейська система класифікації будівельних виробів при вогневих впливах на них: ДСТУ-Н Б А.1.1-87:2008. - [Чинний від 2009-03-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2009. - V, 19 с. - (Національний стандарт України).
25. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ H щодо узгодження підходів відносно небезпечних речовин за Директивою стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-85:2008. - [Чинний від 2009-01-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 20 с. - (Національний стандарт України).
26. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ I щодо застосування статті 4 (4) Директиви стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-79:2007. - [Чинний від 2008-07-01].



- Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 7 с. - (Національний стандарт України).
27. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ J щодо перехідних мір відповідно до Директиви стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-80:2007. - [Чинний від 2008-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 23 с. - (Національний стандарт України).
28. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ К. Системи відповідності, роль та завдання нотифікованих органів у сфері Директиви стосовно будівельних виробів: ДСТУ-Н Б А.1.1-89:2008. - [Чинний від 2009-03-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2009. - VI, 36 с. - (Національний стандарт України).
29. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ L щодо застосування і використання Єврокодів: ДСТУ-Н Б А.1.1-77:2007. - [Чинний від 2008-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - V, 43 с. - (Національний стандарт України).
30. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова. Керівний документ М щодо оцінки відповідності за Директивою стосовно будівельних виробів: початкове випробування типу виробу та контроль виробництва на підприємстві: ДСТУ-Н Б А.1.1-90:2008. - [Чинний від 2009-04-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2009. - VI, 33 с. - (Національний стандарт України).
31. Система стандартизації та нормування в будівництві. Настанова щодо розроблення проектів повторного використання у будівництві: ДСТУ-Н-П Б А.1.1-93:2010. - [Чинний від 2011-10-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2011. - IV, 21 с. - (Національний стандарт України).
32. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Основні положення: ДСТУ Б А.1.2-1:2007. - [Чинний від 2008-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. - IV, 9 с. - (Національний стандарт України).
33. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Порядок оцінювання відповідності продукції встановленим вимогам: ДСТУ Б А.1.2-2:2009. - [Чинний від 2010-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. - IV, 17 с. - (Національний стандарт України).
34. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Порядок розгляду та критерії аналізування документів під час призначення органів з оцінювання відповідності: ДСТУ Б А.1.2-3:2009. - [Чинний від 2010-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. - IV, 7 с. - (Національний стандарт України).
35. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Реєстр декларацій відповідності, сертифікатів та бланки документів: ДСТУ Б А.1.2-4:2009. - [Чинний від 2010-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. - IV, 15 с. - (Національний стандарт України).
36. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Вимоги до персоналу та порядок його сертифікації (атестації): ДСТУ Б А.1.2-5:2009. - [Чинний від 2010-07-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. - IV, 7 с. - (Національний стандарт України).
37. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Настанова з порядку проведення оцінки відповідності із застосуванням розрахункового методу підтвердження відповідності: ДСТУ-Н Б А.1.2-6:2010. - [Чинний від 2011-01-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. - III, 7 с. - (Національний стандарт України).
38. Настанова з розроблення положень щодо оцінювання відповідності згідно з Технічним регламентом будівельних виробів, будівель та споруд у проектах національних стандартів як регламентних технічних умов: ДСТУ-Н Б А.1.1-98:2011. - [Чинний від 2013-03-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2013. - III, 31 с. - (Національний стандарт України).
39. Настанова експертам з підготовки висновку та проекту технічного свідоцтва придатності нових будівельних виробів для застосування: ДСТУ-Н Б А.1.1-99:2011. - [Чинний від 2013-03-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2013. - III, 29 с. - (Національний стандарт України).
40. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 квітня 2021 р. № 426 «Про затвердження переліку категорій будівельної продукції».
41. Настанова з європейських технічних ухва-



лень. Збірні системи фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками: ДСТУ ЕТАГ 004:2021 (ЕТАГ 004:2013, IDT). - [Чинний від 2022-04-01]. - Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. - VII, 92 с. - (Національний стандарт України).

42. Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів дерев'яних каркасних будівель (ЕТАГ 007:2001, IDT): ДСТУ-Н Б ЕТАГ 007:2013. - [Чинний від 2014-11-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. - V, 69 с. - (Національний стандарт України).
43. Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів ізоляції. Збірні системи для зовнішньої ізоляції стін (ЕТАГ 017:2005, IDT): ДСТУ-Н Б ЕТАГ 017:2013. - [Чинний від 2014-11-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. - VIII, 117 с. - (Національний стандарт України).
44. Настанова з європейського технічного ухвалення елементів збірних будівель (ЕТАГ 023:2006, IDT): ДСТУ-Н Б ЕТАГ 023:2013. - [Чинний від 2014-11-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. - VI, 120 с. - (Національний стандарт України).
45. Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів для залізобетонних каркасів будівель (ЕТАГ 024:2006, IDT): ДСТУ-Н Б ЕТАГ 024:2013. - [Чинний від 2014-11-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. - IX, 68 с. - (Національний стандарт України).
46. Настанова з європейського технічного ухвалення комплектів для металокаркасних будівель (ЕТАГ 025:2006, IDT): ДСТУ-Н Б ЕТАГ 025:2013. - [Чинний від 2014-11-01]. - Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. - VI, 72 с. - (Національний стандарт України).

REFERENCES

1. Technical regulation of construction products, buildings and structures, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 20 2006 No. 1764.
2. Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products
3. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC
4. Law of Ukraine dated September 2, 2020 No. 850-IX "On the provision of construction products on the market".
5. Law of Ukraine dated January 15, 2015 No. 124-VIII "On technical regulations and conformity assessment".
6. Law of Ukraine dated June 5, 2014 No. 1315-VII "On Standardization".
7. Law of Ukraine dated December 2, 2010 No. 2735-VI "On State Market Supervillance and Control of Non-Food Products".
8. Law of Ukraine dated November 16, 1992 No. 2780-XII "On the Basics of Urban Planning".
9. Law of Ukraine dated February 17, 2011 No. 3038-VI "On Regulation of Urban Planning Activities".
10. Law of Ukraine dated November 5, 2009 No. 1704-VI "On Construction Regulations".
11. Basic requirements for buildings and structures. Mechanical resistance and stability: DBN V.1.2-6-2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
12. Basic requirements for buildings and structures. Fire Safety: DBN V.1.2-7-2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
13. Basic requirements for buildings and structures. Safety of human life and health and environmental protection: DBN V.1.2-8-2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
14. Basic requirements for buildings and structures. Operational safety: DBN V.1.2-9-2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
15. Basic requirements for buildings and structures. Noise protection: DBN B.1.2-10-2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
16. Basic requirements for buildings and structures. Energy saving: DBN B.1.2-11-2008. Kyiv: SE "Ukrarchbudinform"
17. System of standardization and regulation in construction. Basic requirements for buildings and structures. Guideline on the application of terms of basic requirements for buildings and structures according to the interpretative documents of the Council of Europe Directive 89/106/EEC: DSTU-NB A.1.1-81:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
18. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline A on the appointment of notified bodies for work with the Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-82:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
19. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline B regarding the definition of factory production control in specifications for construction products: DSTU-N B A.1.1-83:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
20. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline C on handling kits and systems according to the Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-84:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
21. System of standardization and regulation in construction. Guide . Guideline D. CE Marking in accordance with the



- Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-88:2008. - [Effective from 2009-03-01]. - Kyiv: SE "Ukrakhbudinform", 2009. - VI, 29 p. - (National Standard of Ukraine).
22. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline E on levels and classes according to the Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-86:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 23. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline F. Durability according to the Directive on construction products: DSTU-H B A.1.1-78:2007. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 24. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline G. European system of classification of construction products in case of fire effects on them: DSTU-NB A.1.1-87:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 25. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline H on Harmonization of Approaches to Hazardous Substances according to the Construction Products Directive: DSTU-N B A.1.1-85:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 26. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline I on the application of Article 4 (4) of the Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-79:2007. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 27. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline J on transitional measures in accordance with the Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-80:2007. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 28. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guidance document K. Compliance systems, role and tasks of notified bodies in the field of the Directive on construction products: DSTU-NB A.1.1-89:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 29. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline L on the application and use of Eurocodes: DSTU-NB A.1.1-77:2007. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 30. System of standardization and regulation in construction. Guide. Guideline M on the assessment of conformity according to the Directive on construction products: initial product type testing and factory production control: DSTU-NB A.1.1-90:2008. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 31. System of standardization and regulation in construction. Guidelines for recycling in construction: DSTU-N-P B A.1.1-93:2010. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 32. Licensing and certification system in construction. Conformity assessment in construction in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures. General: DSTU B A.1.2-1:2007. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 33. Licensing and certification system in construction. Conformity assessment of in construction in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures. The procedure for conformity assessment of products to declared requirements: DSTU B A.1.2-2:2009. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 34. Licensing and certification system in construction. Conformity assessment in construction in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures. Procedure for review and criteria for analyzing documents during the appointment of conformity assessment bodies: DSTU B A.1.2-3:2009. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 35. Licensing and certification system in construction. Conformity assessment in construction in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures. Register of conformity declarations, certificates and document forms: DSTU B A.1.2-4:2009. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 36. Licensing and certification system in construction. Conformity assessment in construction in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures. Requirements for personnel and procedure for personnel certification (attestation): DSTU B A.1.2-5:2009. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 37. Licensing and certification system in construction. Conformity assessment in construction in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures. Guidelines on the procedure for assessing conformity using the calculation method of confirmation of conformity: DSTU-NB A.1.2-6:2010. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
 38. Guideline for the development of provisions for assessing conformity in accordance with the Technical Regulations of construction products, buildings and structures in draft national standards as regulatory technical specifications: DSTU-NB A.1.1-98:2011. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"



39. Instructions to experts on the preparation of report and draft of technical certificate of fitness for use of new construction products: DSTU-NB A.1.1-99:2011. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
40. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 28, 2021. No. 426 "On approval of the list of families of construction products".
41. Guideline for European technical approval of external thermal insulation. Composite systems (ETICS) with rendering: DSTU ETAG 004:2021 (ETAG 004:2013, IDT). Kyiv: SE "UkrNDNC"
42. Guideline for European technical approval. Timber frame building kits (ETAG 007:2001, IDT): DSTU-N B ETAG 007:2013. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
43. Guideline on the European technical approval of insulation kits. Prefabricated systems for external insulation of walls (ETAG 017:2005, IDT): DSTU-NB ETAG 017:2013. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
44. Guidelines for the European technical approval of elements of prefabricated buildings (ETAG 023:2006, IDT): DSTU-NB ETAG 023:2013. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
45. Guideline for the European technical approval of sets for reinforced concrete frames of buildings (ETAG 024:2006, IDT): DSTU-N B ETAG 024:2013. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"
46. Guidelines for the European technical approval of kits for metal frame buildings (ETAG 025:2006, IDT): DSTU-N B ETAG 025:2013. Kyiv: SE "Ukrakhbudinform"

Стаття надійшла до редакції 05.06.2022 року



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-08-2022-4>

УДК 691.544



ШЕЙНІЧ Л.О.

Д-р технічних наук, проф., зав. відділу, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: schein@ndibk.gov.ua, тел.: +38 (044) 248-88-73, ORCID ID: 0000-0002-7684-9495



МИКОЛАЄЦЬ М.Г.

Канд. технічних наук, зав. лабораторії, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: mmikolaets@gmail.com, тел. +38 (096) 224-78-79, ORCID ID: 0000-0002-8823-3401



КРИЛОВ Є.О.

Канд. технічних наук, Науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: krylov@ndibk.gov.ua тел. +38 (044) 249-38-41, ORCID ID: 0000-0001-7944-2132



СУРМАЧЕВСЬКИЙ А.С.

Директор з якості, ТОВ «АСТОР І КО», м. Київ, Україна, e-mail: a.surmachevskiy@astor.ua тел. +38 (067) 534-93-97



ЯЩЕНКО Є.С.

Директор технічного департаменту ТОВ «Мапеї Україна» м. Київ, Україна e-mail: e.yaschenko@mapei.ua тел. +38 050 382-72-37



ПУШКАРЬОВА К.К.

Д-р технічних наук, проф., завідувач кафедри будівельних матеріалів КНУБА м. Київ, Україна e-mail: pushkarova.kk@knuba.edu.ua тел. : 067-174-68-06, ORCID ID: 0000-0001-7640-8625

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАЛОУСАДКОВИХ БЕТОНІВ ДЛЯ SEAMLESS FLOOR TECHNOLOGY, ЩО РОЗРОБЛЕНІ ІННОВАЦІЙНИМ ЦЕНТРОМ КОМПАНІЇ ТОВ «АСТОР І КО» З КОМПЛЕКСНОЮ ДОБАВКОЮ ФІРМИ ТОВ «МАПЕІ УКРАЇНА»

АНОТАЦІЯ

В статті викладені відомості щодо отримання безусадних бетонів. Досліджені процеси деформацій спеціальних малоусадних бетонів для seamless floor technology. Ці бетони розроблені спеціалістами Інноваційного центру ТОВ «Астор і КО» та ТОВ «Мапеї Україна». Для розроблених бетонів притаманний складний гранулометричний склад, застосування різних цементів та використання хімічних добавок Dynamon SR3 (суперпластифікатор), Expancrete (розширююча

добавка), Маресиге SRA25. Проаналізовані з урахуванням умов тверднення технологічні операції отримання безусадних та розширюючих бетонів. Показано, що на ранніх етапах тверднення запропонованих бетонів спостерігаються деформації розширення, а потім незначні деформації усадки. Максимальна величина деформацій розширення бетону зафіксована на 3 добу тверднення в нормальних умовах. Так, вона для бетону на цементі ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н деформація



розширення складає $+0,568$ мм/м, в той час, а для бетону на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н - $+0,494$ мм/м. Встановлено, що процеси розширення бетону в перші терміни тверднення пояснюються наявністю вологості, яка сприяє утворенню новоутворень подібних природному етtringіту, що потребує для свого синтезу значної кількості води. В подальші терміни тверднення бетонів в повітряно сухих умовах, що приближені до умов тверднення в початкові терміни для бетонів підлог, відбувається незначна їх усадка. Подальші деформації усадки менші для бетонів на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н, ніж для бетонів з цементу ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н. В склад цементу ПЦІІ/А-В-500Р-Н входить вапняк. Встановлено за допомогою електронномікроскопічного аналізу, що в бетоні на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н з часом утворюються значно більша кількість новоутворень подібних етtringіту, але з вмістом $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, ніж для бетону на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н. Тому значення деформацій усадки бетону в часі на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н незначні. Отримані результати вимірювання деформацій бетону корелюють з даними, отриманими на підприємстві Mapei Italy. Отримані результати підтверджені в промислових умовах при облаштуванні підлог по – seamless floor technology.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: безусадний бетон, розширююча добавка, підлоги, технологія, етtringіт, усадка, деформація, тверднення, цемент.

ABSTRACT

The paper contains information on obtaining non-shrinkable concrete. Deformations of special low-shrink concretes for seamless floor technology have been investigated. Experts of the Astor & Co Innovative Center and Mapei Ukraine developed these concretes. Developed concretes are characterized by a complex granulometric composition, the use of various cements and the use of chemical additives Dynamon SR3 (superplasticizer), Expancrete (expanding additive), and Mapecure SRA25. The technologies of obtaining non-shrink and expanding concretes are analyzed taking into account the hardening conditions. It is shown that in the early stages of hardening of the questioned concretes, there is expansion, and then show slight shrinkage. The maximum value of concrete expansion deformations is recorded on the 3rd day of hardening under normal conditions. So, for concrete on PCII/A-SH-500P-H cement, expansion deformation is $+0.568$ mm/m, while for concrete on PCII/A-B-500P-H cement is $+0.494$ mm/m. It has been established that the processes of concrete expansion in the first stages of hardening are explained by moisture, which contributes to the formation of neoplasms similar to natural ettringite, which requires a significant amount of water for its synthesis. In the subsequent periods of concrete hardening in air-dry conditions,

which are close to the conditions of hardening in the initial periods for concrete floors, there is a slight shrinkage. Further shrinkage deformations are smaller for concretes based on PCII/A-B-500P-H cement than for concretes made of PCII/A-SH-500P-H cement. PCII/A-B-500P-H cement includes limestone. It has been established with the help of electronic microscopic analysis that in concrete made based on PCII/A-B-500P-H cement, with time there is a significantly larger number of neoplasms similar to ettringite, which however have $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ in the content, than in concrete made based on PCII/A-B-500P-H cement. Therefore, the value of concrete shrinkage deformations over time in PCII/A-B-500P-H cement is negligible. The obtained results of concrete deformations are correlated with the data obtained at Mapei Italy. The obtained results have been confirmed in industrial conditions when making floors using seamless floor technology.

KEYWORDS: non-shrink concrete, expanding additive, floors, technology, ettringite, shrinkage, deformation, hardening, cement.

ВСТУП

Бетон і залізобетон завдяки своїм високоефективним показникам властивостей залишаються основним будівельним матеріалом. Але, в той же час, бетон і залізобетон має деякі негативні властивості, наприклад, усадку. Усадкові деформації спричиненні комплексом фізико-хімічних процесів, до, основних, яких відносяться: випаровування надлишкової вологи з бетонної суміші та контракція цементу.

Для регулювання від'ємних деформацій бетону, в конструкціях передбачають спеціальні конструктивні заходи, до яких, в тому числі, відноситься відповідне армування, що сприяє усадковим напруженням та запобігає тріщини утворенню конструкцій. Це особливо важно для протяжних конструкцій, наприклад промислових бетонних підлог.

В той же час відомі технологічні заходи по компенсації усадки бетону і отриманню не тільки малоусадкових, але й безусадних, розширюючихся і навіть напружуючих бетонів [1,2]. Ці технологічні заходи ґрунтуються на введенні в цемент і в бетон спеціальних добавок, що здатні значно розширюватися в результаті приєднання до них значної кількості води зачинення бетонної суміші. В результаті такого процесу відбувається компенсація усадки бетону і, навіть, його розширення [1,2]. Для отримання кондиційного бетону з компенсованою усадкою необхідно щоб процес приєднання води до цих добавок (їх гідратація) відбувався коли тверднучий цемент мав певну пластичну міцність. Тобто, якщо гідратація добавок буде відбуватися в суміші на ранній стадії її тверднення та вона не буде мати певної пластичної



міцності, то розширення не відбудеться. І, навпаки, якщо утвориться міцний цементний камінь і бетон на його основі, а потім почнеться процес дії розширюючої добавки, то цементний камінь, бетон потрощить.

На сьогодні існує декілька добавок, що здатні компенсувати усадкові процеси цементу, бетону. Це – CaO , MgO та суміш речовин, що здатні утворювати в результаті хімічної реакції при зачиненні водою етtringіт [1]. Найбільш поширеною такою добавкою є суміш компонентів, які в портландцементі, що твердне, утворюють етtringіт. Це пояснюється створенням надійних технологічних умов для співподання процесів структуроутворення етtringіту та набору міцності цементом.

Етtringіт є природним мінералом. Його хімічна формула – $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$. При стехіометричному співвідношенні компонентів достатньо легко синтезується в відповідних умовах тверднення цементу, бетону. Так, наприклад, його можна отримати шляхом змішування штучного $\beta\text{-C}_2\text{S}$ (мінерал цементного клінкеру) з х.ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ в стехіометричному відношенні з додаванням води при $\text{В/Т}=1,0$. Отриману суміш мелють мокрим помелом до залишку на ситі 008 не більше 10%. Після помелу витримують суспензію не менше 6 год. Далі готують препарати шляхом кристалізації новоутворень в сухих природних умовах витяжки суспензії на предметному склі. Отримані препарати досліджують за допомогою мікроскопічного аналізу. Результати досліджень надані на рис.1.

Отримані кристалічні новоутворення мають форму голок, що організовані у вигляді сферолітів, і мають показники заломлення $\text{Ng} \approx 1,46$ і $\text{Nr} \approx 1,46$, що згідно літературним даним [3] відповідає етtringіту.

Спеціалістами Інноваційного центру ТОВ «Астор і КО» та ТОВ «Мапеї Україна» була розроблена спеціальна бетонна суміш зі складним грану-

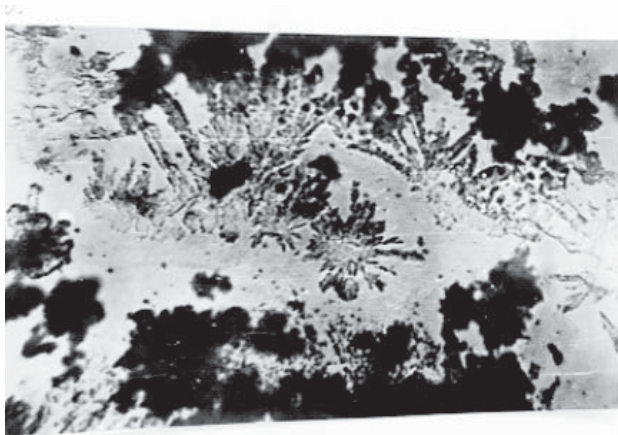


Рисунок 1 – Мікроскопічні фотографії етtringіту (x250)

лометричним складом та використанням хімічних добавок Dynamon SR3 (суперпластифікатор), Expancrete (розширююча добавка), Mapesure SRA25 (добавка для зменшення усадки), золи виносу згідно [4], піску, згідно [5], щебеню, згідно [6], портландцементу, згідно [7]. Вибір сировинних матеріалів, обумовлений необхідністю розроблення спеціальних складів бетонів, що будуть мати незначні деформації усадки. Запропонована система буде сприяти зменшенню усадкових деформацій бетону за рахунок щільної упаковки правильно підібраних компонентів та утворення на початкових стадіях тверднення бетону етtringіту.

З цих сировинних матеріалів були виготовлені важки бетонні суміші, з яких були заформовані зразки-призми розміром $100 \times 100 \times 400$ мм для визначення усадкових деформацій у часі. Для виготовлення зразків використовували два типи цементу: ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н і ПЦІІ/А-В-500Р-Н. На кожному з цементів були виготовлені зразки двох складів: контрольний (без добавки) та основний – з комплексною добавкою системи Mapescrete System.

Всього виготовлено зразки 4 складів – по 3 зразки для кожного.

Клас бетонів у віці 28 діб, отриманих на цих складах бетонної сумішей, – C25/30.

Визначення деформацій бетонів проводили протягом 6 місяців їх тверднення. Зберігання зразків до остаточного розпалублення здійснювали в нормальних умовах при температурі повітря $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ протягом 3 діб. Подальше тверднення зразків відбувалось при температурі повітря $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, відносній вологості повітря – $(68 \pm 10)\%$. При виборі режиму тверднення бетону в лабораторних умовах керувались бажанням приблизити умови тверднення до умов будівельного майданчика при облаштуванні промислових підлог.

Під час формування зразків на верхній грані, в тілі бетону, встановлювали 2 репери (рис. 2), що розміщували по повздовжній вісі зразка та на відстані (100 ± 1) мм від торців форми – база приладу 200 мм.

Одразу після кінця тузавлення визначали початковий розмір між реперами. Для цього

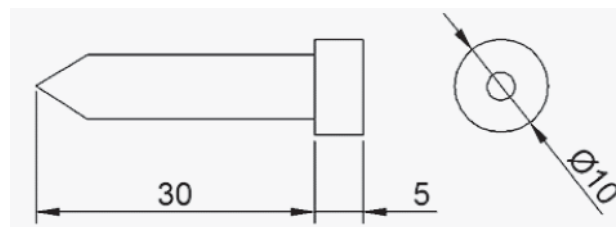


Рисунок 2 – Репер (розміри в мм)



форму розкривали, але зразок залишався на її дніщі.

Для зняття відліків зміни відстані між реперами було використано вимірювач деформацій (рис.3) «SDM 50/500» (компаратор). Прилад оснащений індикатором годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. Межа вимірів змін деформацій — до 10 мм. Частота вимірювань – 1 раз на добу.

Результати визначення деформацій бетонів з добавками виробництва Мапеї і без них, після 6 місяців тверднення, наведені на рисунках 4 та 5.

Аналізуючи отримані результати визначення деформацій бетону можна зробити наступні висновки. Використання в спеціально розробленому складі бетону комплексних добавок фірми ТОВ «Мапеї Україна» дозволяє регулювати його деформації. При її введенні спостерігаються, на ранніх етапах тверднення бетону, деформації розширення, а потім незначні деформації усадки. Отримані результати вимірювання деформацій бетону корелюють з даними деформацій бетону з та без добавки, отриманими в лабораторних умовах, на підприємстві Мапеї Italy (рис. 6).

Величина деформацій розширення бетону залежить від умов його тверднення (вологості середовища), кількості комплексної добавки та виду цементу. Так, при твердненні спеціальних бетонів з комплексною добавкою фірми Мапеї в нормальних умовах

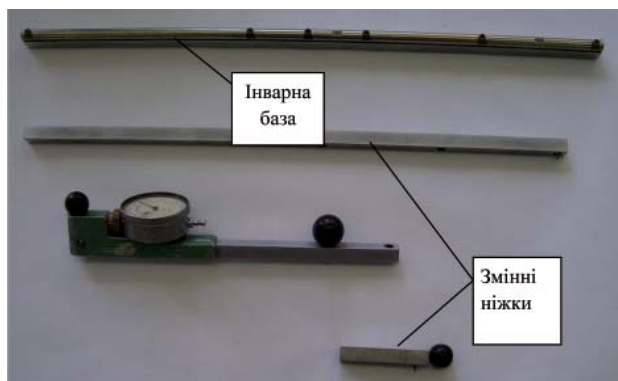


Рисунок 3 – Прилад «SDM 50/500» в комплекті із змінними ніжками та інварною базою

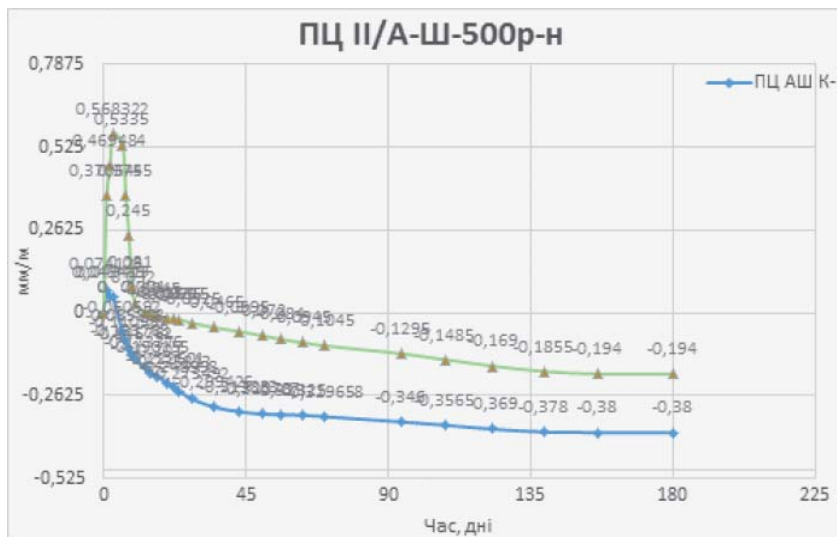


Рисунок 4 – Зміна деформацій бетону на цементі ПЦII/A-Ш-500P-Н протягом – 6 міс. (синій – без добавки, зелений – з добавкою ТОВ «Мапеї Україна»)

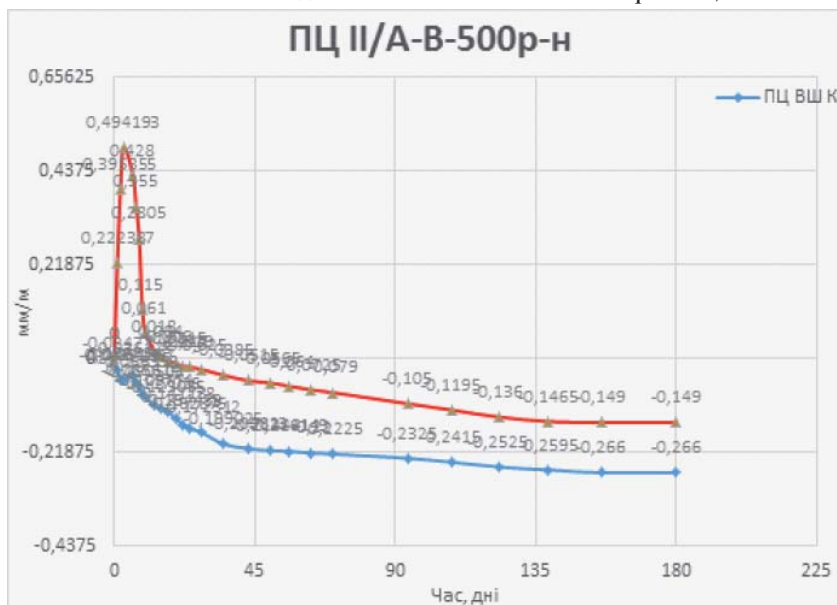


Рисунок 5 – Зміна деформацій бетону на цементі ПЦII/A-B-500P-Н протягом 6 міс. (синій – без добавки, червоний – з добавкою ТОВ «Мапеї Україна»)

(вологість не менше 95 %), протягом перших 3-х діб, спостерігаються його деформації розширення, при подальшому зберіганні бетонів в волого-сухих умовах (вологість $(68 \pm 10) \%$) протікають процеси усадки бетону. В той же час в бетонах без добавок процеси усадки протікають від першого дня тверднення.

Максимальна величина деформацій розширення бетону зафіксована на 3 добу тверднення в нормальних умовах. Для бетону на цементі ПЦII/A-Ш-500P-Н деформація розширення складає +0,568 мм/м, в той час, як для бетону на цементі ПЦII/A-B-500P-Н – +0,494 мм/м. Процеси розширення бетону в перші терміни тверднення пояс-

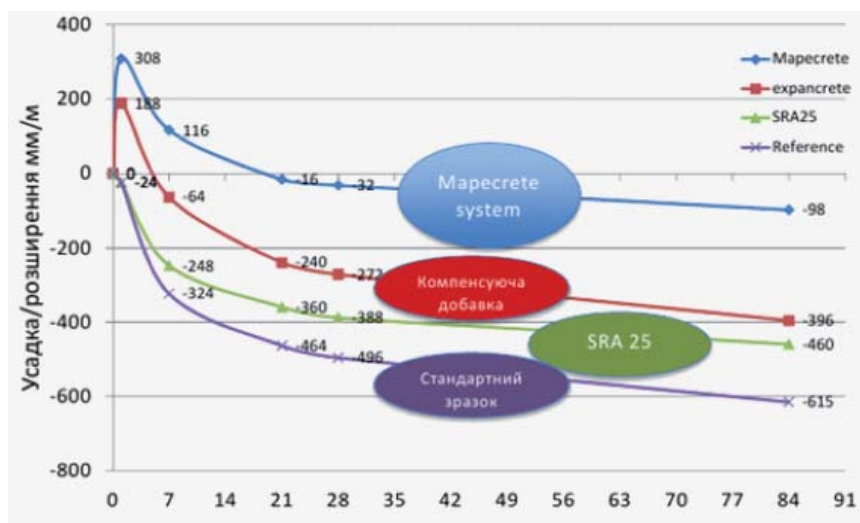


Рисунок 6 – Зміна деформацій бетону у часі, отриманими в лабораторних умовах, на підприємстві Mapei Italy.

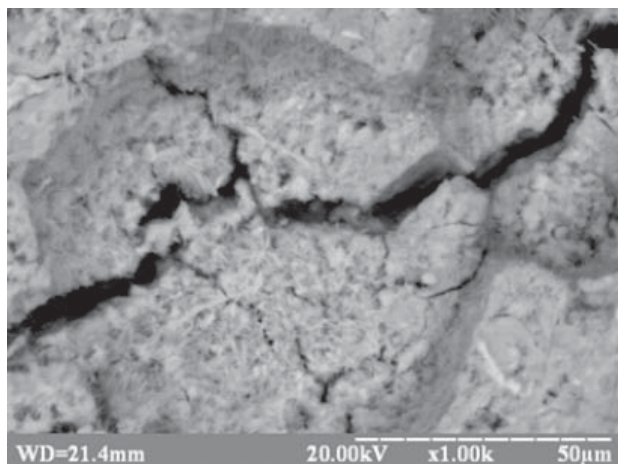


Рисунок 7 – Мікрофотографія поверхні цементного каменя цементу ПЦІІ/А-В-500Р-Н з розширюючою добавкою фірми ТОВ «Мапеї Україна»

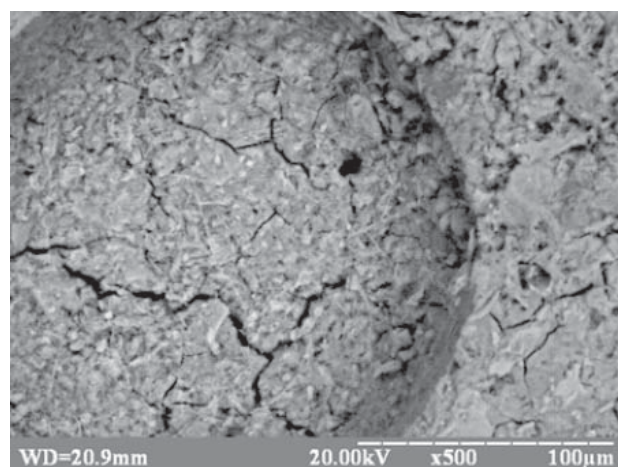


Рисунок 8 – Мікрофотографія поверхні цементного каменя цементу ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н з розширюючою добавкою фірми ТОВ «Мапеї Україна»

Аналізуючи дані електронномікроскопічних мікрофотографій можна відмітити наступне. В структурі бетонів без розширюючої добавки (рис.9) не виявлено голчасті кристалічні новоутворення, які можуть зменшувати усадку бетону. Для структури бетонів з розширюючою добавкою характерно наявність голчастих кристалічних новоутворень (рис.7,8), які згідно [3] можна віднести до новоутворень етtringіту. При чому кількість таких новоутворень для цементного каменя з цементу ПЦІІ/А-В-500Р-Н більше ніж для цементного каменя з цементу ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н. Це можна пояснити тим, що в склад цементу ПЦІІ/А-В-500Р-Н входить вапняк, який згідно [8], може утворювати новоутворення подібні етtringіту, але з вмістом $\text{Ca}(\text{CO}_3)$. Це повинно віддзеркалюватися на значеннях деформацій бетону в бік їх зменшення. Так, бетон на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н має деформації усадки менші ніж деформації усадки бетону на цементі ПЦІІ/А-В-500Р-Н. Починаючи

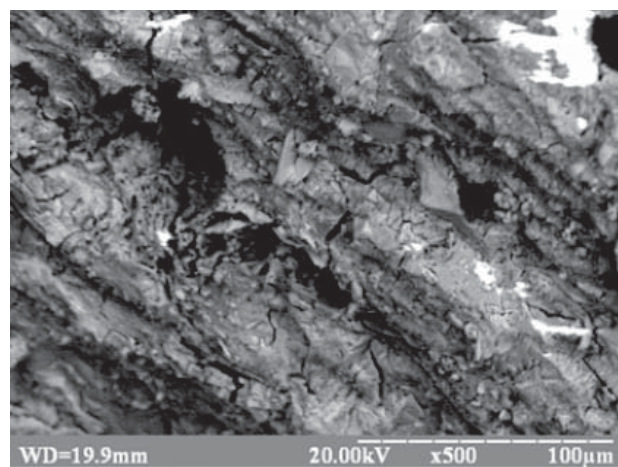


Рисунок 9 – Мікрофотографія поверхні цементного каменя цементу ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н без розширюючої добавки фірми Мапеї.

нюються наявністю вологості, що сприяє утворенню новоутворень подібних природному етtringіту, який потребує для свого синтезу значної кількості води. Про утворення таких новоутворень можуть слугувати дані електронномікроскопічного аналізу (рис. 7,8,9). При проведенні електронномікроскопічних досліджень застосовували растровий електронний мікроскоп РЕМ-106И.

Рисунок 8 На рис.9 наведена мікрофотографія поверхні цементного каменя цементу ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н без розширюючої добавки.



Рисунок 10 – Логістичний склад, виконаний по технології Seamless Floor Technology, м. Вінниця

зі 156 доби тверднення, значення деформацій бетону зразків на обох цементах стабілізуються та залишаються незмінними до 180 доби тверднення. Через 6 місяців тверднення, для бетону з добавкою системи Mapcrete System на цементі:

- ПЦІІ/А-Ш-500Р-Н – усадка -0,194 мм/м, що в 2 рази менше ніж у бетоні контрольного складу на цьому ж цементі;
- ПЦІІ/А-В-500Р-Н – усадка -0,149 мм/м, що в 1,8 разів менше ніж у бетоні контрольного складу на цьому ж цементі.

ВИСНОВКИ

Таким чином, в результаті сумісної роботи співробітників ТОВ «Астор і Ко» та ТОВ «Мапеї Україна» розроблена технологія безусадних бетонів (Technology Non-shrink concrete або TNSC). Така технологія дозволяє виготовляти бетони з дуже низькою усадкою, що актуально для будь-яких типів конструкцій. Такий бетон зменшує кількість усадкових тріщин, знижує кількість слабких місць в бетоні, збільшує його довговічність та довговічність конструкцій.

Запропонований бетон ТОВ «Астор і Ко» із застосуванням системи ТОВ «Мапеї Україна» найбільш доцільно використовувати для інфраструктурних, гідротехнічних та промислових конструкцій. Також, завдяки низькій усадці бетону, стає можливо виконувати промислові підлоги без нарізання швів на великих площах (SFT - Seamless Floor Technology).

Шви в промислових підлогах є найслабкіше місце, яке стає проблемою при експлуатації підлог на логістичних складах, виробництвах, заводах та ін.

Завдяки розробленій новітньої технології Seamless Floor Technology (SFT) компаніями ТОВ «Астор і КО» та ТОВ «Мапеї Україна» стало мож-

ливим створювати промислові підлоги без швів до 2000 м², що значно подовжує їх експлуатаційні властивості, полегшує обслуговування та покращує естетичний вигляд. Прикладом такого рішення може слугувати промислова підлога логістичного складу (рис.10), що виконана по технології SFT.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Jochen Stark, Bernd Wicht Zement und kalk. Der Baustoff als Werkstoff. Herausgegeben vom F.A.Finger Institut für Baustoffkunde der Bauhaus-Universität Weimar, BAUPRAXIS Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 2000, 469p.
2. Шейнич Л.А. Промышленное изготовление материалов контактного твердения на основе нефелинового шлама и гипсового камня, Сб.ст. "Наука и техника в городском хозяйстве", вып.52, Киев, Будівельник, 1983, с.9-12.
3. Справочник по химии цемента. Под ред. Б.В.Волконского Л.Г.Судакаса, Ленинград, Стройиздат, 1980, с.224
4. ДСТУ Б В.2.7-205:2009 Будівельні матеріали. Золи виносу теплових електростанцій для бетонів. Технічні умови.
5. ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.
6. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.
7. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.
8. Ларионова З.М. Формирование структуры цементного камня и бетона, М., Стройиздат, 1971, с.161



REFERENCES

1. J. Stark, B. Wicht. (2000). Zement und kalk. Der Baustoff als Werkstoff. Institut für Baustoffkunde der Bauhaus-Universität Weimar BAUPRAXIS Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.
2. Sheinych L.A. (1983). Industrial production of contact hardening materials based on nepheline slime and gypsum stone. Science and technology in the city economy, 52, 9-12.
3. Handbook of cement chemistry. (1980). Ed. B.V. Volkonsky L.H. Sudakas. Leningrad: Stroyizdat.
4. DSTU B V.2.7-205:2009 Building materials. Thermal power plant fly ash for concrete. Specifications.(2009)
5. DSTU B V.2.7-32-95 Building materials. Dense natural sand for building materials, products, constructions and works. Specifications.(1996)
6. DSTU B V.2.7-75-98 Crushed stone and dense natural gravel for building materials, products, constructions and works. Specifications.(1998)
7. DSTU B V.2.7-46:2010 Building materials. Cements for general construction purpose. Specifications.(2011)
8. Larionova Z.M. (1971). Formation of the structure of cement stone and concrete. Moscow: Stroyizdat.

Стаття надійшла до редакції 23.07.2022 року