



УДК 624.016:624.042.7:550.34



**ТАРАСЮК В.Г.**

Канд. технічних наук, заступник директора з наукової та нормативно-методичної роботи, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: v.tarasyuk@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (050) 387-97-12, ORCID: 0000-0002-3844-1376



**ЖАРКО Л.О.**

Канд. технічних наук, доц., зав. відділу, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: zharko@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (066) 722-70-57, ORCID: 0000-0002-5966-1060



**ОВЧАР В.П.**

Канд. технічних наук, провідний науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: vovchar@i.ua, тел.: + 38 (067) 784-52-95, ORCID: 0000-0002-3896-2729



**ФЕСЕНКО О.А.**

Канд. технічних наук, в. о. зав. сектору, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: fesenko@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (068) 810-64-25, ORCID: 0000-0001-8154-2239



**БОРЕЦЬКА Н.С.**

Науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: n.petrenko@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (098) 311-23-32, ORCID: 0000-0002-4497-7599



**БЕЛОКОНЬ А.М.**

Інженер І-ї кат., ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: a.belokon1407@gmail.com, тел.: + 38 (097) 355-14-07, ORCID: 0000-0003-1840-2107



**ТАЩИЛОВА А.О.**

Інженер І-ї кат., ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: anastasia0507@ukr.net, тел.: + 38 (063) 772-63-11, ORCID: 0000-0003-1437-2115

## ВИПРОБУВАННЯ ФРАГМЕНТА ФАСАДНОЇ ВЕНТИЛЬОВАНОЇ СИСТЕМИ VENTAROCK З ОПОРЯДЖЕННЯМ БЕТОННИМ КАМЕНЕМ ПРИ РІЗНИХ СПОЛУЧЕННЯХ НАВАНТАЖЕНЬ

### АНОТАЦІЯ

Розглянуто результати експериментальних досліджень роботи фрагмента фасадної вентиляційної системи з опорядженням бетонним каменем VENTAROCK при комплексних навантаженнях від власної ваги, обледеніння, вітру та сейсміки. Навантаження приймали максимально можливі для території України. Наведено розрахун-

ки навантажень, випробувальне обладнання, схеми випробувань та схеми розміщення вимірювальних приладів. Фрагмент фасадної системи розмірами 1,5×1,5 м розміщували горизонтально і випробували в два етапи: перший - при навантаженнях від дії власної ваги, обледеніння, активного і від'ємного вітру, другий - від дії власної ваги, обледеніння та сейсмічного навантаження в 7, 8



та 9 балів за шкалою Ріхтера. Визначено величини деформацій фасадної системи, руйнівні навантаження та характер руйнування її елементів: розколювання бетонного каменю, опорядження та деформацію (депланцію) ригеля каркаса. Проведені випробування фрагментів фасадної системи VENTAROCK із опорядженням бетонним каменем конструктивно-технологічної схеми фірми ЕКВЕСОП-1 на дію максимальних для України навантажень від власної ваги, обледеніння, вітру та сейсміки 7-9 балів підтвердили можливість використання цієї системи в будівлях висотою до 73,5 м на усій території України на ґрунтах категорією за сейсмічними властивостями III згідно з вимогами чинних нормативних документів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** випробування навантаженням, фасадна вентилярована система, металеві елементи, каркас кріплення, вітрові навантаження, комплексні навантаження, сейсмічні навантаження.

#### **TEST OF THE VENTAROCK FRAGMENT FINISHED BY CONCRETE STONE IN VARIOUS LOAD COMBINATIONS**

**TARASYUK V.H.** PhD, Dep. Dir. on Scientific and Normative and Methodological Work, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,  
e-mail: v.tarasyuk@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (050) 387-97-12,  
ORCID: 0000-0002-3844-1376

**ZHARKO L.O.** PhD, Ass. Prof., Head of Department, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,  
e-mail: zharko@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (066) 722-70-57,  
ORCID: 0000-0002-5966-1060

**OVCHAR V.P.** PhD, Leading Researcher, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,  
e-mail: vovchar@i.ua,  
tel.: + 38 (067) 784-52-95,  
ORCID: 0000-0002-3896-2729

**FESENKO O.A.** PhD, Head of department, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,  
e-mail: fesenko@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (068) 810-64-25,  
ORCID: 0000-0001-8154-2239

**BORETSKAYA N.S.** Senior scientist, State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,

e-mail: n.petrenko@ndibk.gov.ua,  
tel.: + 38 (098) 311-23-32,  
ORCID: 0000-0002-4497-7599

**BELOKON A.M.** Engineer I kat., State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,  
e-mail: a.belokon1407@gmail.com,  
tel.: + 38 (097) 355-14-07,  
ORCID: 0000-0003-1840-2107

**TASCHILOVA A.O.** Engineer I kat., State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine,  
e-mail: anastasia0507@ukr.net,  
tel.: + 38 (063) 772-63-11,  
ORCID: 0000-0003-1437-2115

#### **ABSTRACT**

The results of experimental research of the VENTAROCK fragment finished by concrete stones in combined loads from its own weight, glaciation, wind and seismic are considered in the paper. The loads were taken as much as possible for the territory of Ukraine. The calculations of loads are given, the test equipment of the testing scheme and the placement of the measuring devices are applied. A VENTAROCK fragment of 1,5×5 m was placed horizontally and tested in two stages: the first one at loads from the action of own weight, ice, active and negative wind, the second one from the action of own weight, icing and seismic loads of 7, 8 and 9 points of the Richter scale. The values of deformations of the façade system, destructive loads and the nature of the destruction of its elements are determined: concrete stone splitting and deformation (deplanation) of the girder. The tests of the VENTAROCK fragments finished by concrete stone of the EKVESOP-1 constructive-technological scheme are carried out for the maximum possible loads permitted for Ukraine which concern its own weight, ice, wind and seismic loads of 7, 8 and 9 points. This confirmed the possibility to use this system in buildings up to 73.5 m high on the entire territory of Ukraine on soils having category of seismic properties III in accordance with the requirements of the existing construction standards.

**KEY WORDS:** load test, front ventilated system, metal elements, frame mount, wind loads, combined loads, seismic load

#### **ВСТУП ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ**

Питання енергозбереження будівель у сучасному будівництві масово вирішують застосуванням фасадних вентиляваних теплоізолюючих систем.

Оцінювання можливості використання фасадної теплоізоляції з вентиляваним повітряним прошарком на замовлення ТОВ «Вентарок» розглянуто за результатами випробувань фрагмента фасадної системи VENTAROCK із опорядженням бетон-



ним каменем конструктивно-технологічної схеми ЕКВЕСОП-1 на дію навантаження від власної ваги, обледеніння, вітру та сейсміки 7-9 балів, що проведено фахівцями відділу досліджень конструкцій будівель і споруд ДП НДІБК. Досліджували зразок розмірами 1,5×1,5 м, що розміщений горизонтально.

Конструктивні рішення фасадної системи з опорядженням бетонним каменем VENTAROCK відповідали рішенням альбому технічних рішень комплектів вентиляованої енергозберігаючої фасадної системи з опорядженням плитами з дрібнозернистого бетону, що розроблені ТзОВ «Вентарок» [1]. Металеві елементи каркаса кріплення вентиляованої енергозберігаючої фасадної системи складаються з ригелів, стійок, консолей і анкерних кріплень [2]. Їх виготовляють методом холодного штампування із гарячеоцинкованої сталі. Ригелі довжиною 3600 мм (Р-1) і 3000 мм (Р-2) розміщують по висоті будинку з кроком 600±2 мм і 300±2 мм (на крайній ділянці 1,5 м при висоті будівлі до 73,5 м згідно з вимогами п. 9.16 ДБН 1.2-2006 [3]). Стійки С-1 довжиною 3000 мм розміщують із кроком 300±2 мм. Відстань фасадного каменю від стіни, що є змінною для різних марок консолей і ригелів, у випробуваннях приймали найбільшою. На каркас навіщується опорядження - плитки з дрібнозернистого бетону [4].

#### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДжЕРЕЛ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

За даними попередніх досліджень [5] подібного фрагмента фасадної системи розмірами 1,0×1,0 м було встановлено, що найбільші деформації зразка становили 1,47 мм від активної дії вітру 150 кгс/м<sup>2</sup>, 0,62 мм від дії від'ємного вітру 280 кгс/м<sup>2</sup> із руйнуванням бетонного каменю опорядження при навантаженні 525 кгс/м<sup>2</sup>; руйнівне навантаження на вирив дюбелів кріплення становило від 640 кгс до 805 кгс; зразки металопродукту та самого фрагмента відповідали вимогам проекту.

#### ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Визначення величин навантажень, що діють на фрагмент фасадної системи, з урахуванням сейсмічних навантажень, проведено з урахуванням найбільших величин для території України [6-11].

У табл. 1 представлено постійні і змінні вертикальні навантаження  $Q_k$  від дії власної ваги фасадної системи, обледеніння фасадного каменю та їх сполучення.

Розрахункове значення сейсмічного навантаження було прийнято як для будівлі на ґрунті, категорія за сейсмічними властивостями III згідно з ДБН В.1.1-12 [3] з урахуванням коефіцієнта надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  згідно з ДБН В.1.2-14 [7].

Горизонтальне сейсмічне навантаження визначено за [3]:

$$S_{0ki} = Q_k \cdot a_0 \cdot k_{sp} \cdot \beta_i \cdot \eta_{ki} = 2,194 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 2,5 \cdot 1,0 = 1,536 \text{ кН}, \quad (1)$$

де  $Q_k = 2,194$  кН – навантаження, що відповідає масі, прийнятій зосередженою у точці k і визначається з урахуванням коефіцієнтів [3];  $a_0 = 0,4$  – розрахункова амплітуда прискорення основи;  $k_{sp} = 0,7$  – коефіцієнт, що враховує нелінійне деформування ґрунтів;  $\beta_i = 2,5$  – спектральний коефіцієнт динамічності, що відповідає i-й формі власних коливань будівлі. Прийнято для значення періоду власних коливань за першою формою  $T_1 = 0,013 \cdot H = 0,013 \cdot 73,5 = 0,9555$  с;  $\eta_{ki} = 1,0$  – коефіцієнт, що залежить від форми власних коливань будівлі і від місця прикладання навантаження.

Граничне розрахункове горизонтальне сейсмічне навантаження фрагмента у 8 балів визначено як 0,5 від відповідної величини у 9 балів - 1,736 кН, а у 7 балів - як 0,5 від відповідної величини у 8 балів - 0,868 кН.

Загалом, граничні розрахункові навантаження фрагмента у вертикальній і горизонтальній площинах зведено в табл. 2.

Таблиця 1. Вертикальні навантаження на фасадну систему

Види навантажень	Характеристичне навантаження, кН	Коефіцієнт надійності $\gamma_f$	Граничне розрахункове навантаження, кН
Постійні			
Вага фасадного каменю 95,62 кг	0,938	1,10	1,032
Вага металевих елементів фасадної системи 22,92 кг	0,225	1,05	0,264
Вага фасадної системи 118,54 кг	1,163	-	1,296
Змінні			
Вага обледеніння 145,8 кг	1,430	1,16	1,659
Разом 264,34 кг	2,593	-	2,955
Разом, з урахуванням коефіцієнта сполучення 0,86 [10] і категорії відповідальності конструкції 1,0 [7]			2,537



Таблиця 2. Граничне розрахункове навантаження фрагмента фасадної системи

Ступінь навантаження	Вид навантаження	Граничне розрахункове навантаження, кН, в площині	
		вертикальний	горизонтальний
1	власна вага фасадної системи	1,296	0
2	власна вага фасадної системи, обледеніння	2,955	0
3	власна вага фасадної системи, вітрове активне навантаження	1,296	+3,264
4	власна вага фасадної системи, вітрове від'ємне навантаження	1,296	-2,312
5	власна вага фасадної системи, обледеніння, вітрове активне навантаження	2,955	+3,264
6	власна вага фасадної системи, обледеніння, вітрове від'ємне навантаження	2,955	-2,312
7	власна вага фасадної системи, обледеніння, сейсмічне навантаження (7 балів)	2,480	$\pm 0,868$
8	власна вага фасадної системи, обледеніння, сейсмічне навантаження (8 балів)	2,480	$\pm 1,736$
9	власна вага фасадної системи, обледеніння, сейсмічне навантаження (9 балів)	2,480	$\pm 3,472$

Урахування дії сейсмічного навантаження передбачено прикладанням статичного навантаження, еквівалентного сейсмічному трьома ступенями в напрямку до стіни (+) і від стіни (-) для 7, 8 і 9 балів за шкалою Ріхтера.

Прикладання навантаження здійснювали ступенями; граничні розрахункові вертикальні навантаження від власної ваги і обледеніння, що діють у горизонтальній площині фрагмента, та горизонтальні навантаження від вітру і сейсміки, що діють у вертикальній площині фрагмента. Схеми

імітувала стіну будівлі. Вигляд каркасу кріплення зразка фасадної системи на залізобетонній стіні з фрагментом фасадного каменю та домкратами і розподільчою системою навантаження від стіни показано на рис. 3.

Вигляд зразка фасадної системи, підготовленого до випробувань із системами навантаження і вимірювальними приладами, зображено на рис. 4.

Горизонтальне навантаження прикладали через розподільчу балку по верхній кромці фасадного каменю; тяжі, динамометр, ручний домкрат та тяжі,

випробування фрагмента фасаду наведено на рис. 1.

Для вимірювання деформацій застосовано індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм (12 шт.).

Для вимірювання деформацій у горизонтальній площині зразка були встановлені індикатори Г1-Г9 у трьох рівнях по висоті і трьох точках по довжині зразка в місцях кріплення фрагмента фасадної системи до стіни та в точках кріплення фасадних плит до каркаса.

Для вимірювання вертикальних деформацій нижньої площини фасадного каменю були встановлені індикатори В1-В3 в трьох точках по ширині зразка.

Схема розташування вимірювальних приладів показана на рис. 2.

Фрагмент фасадної системи було закріплено до залізобетонної панелі, що

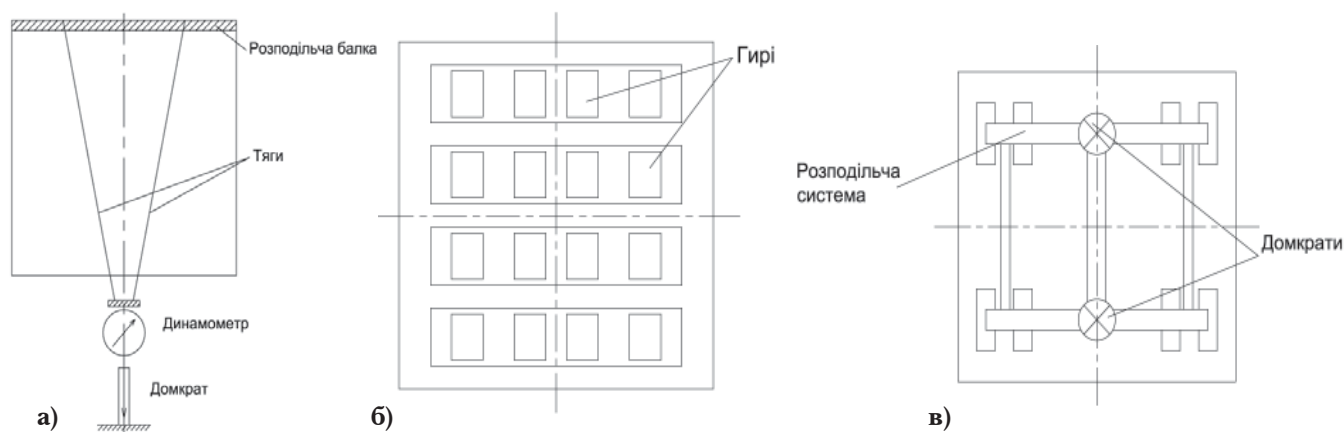
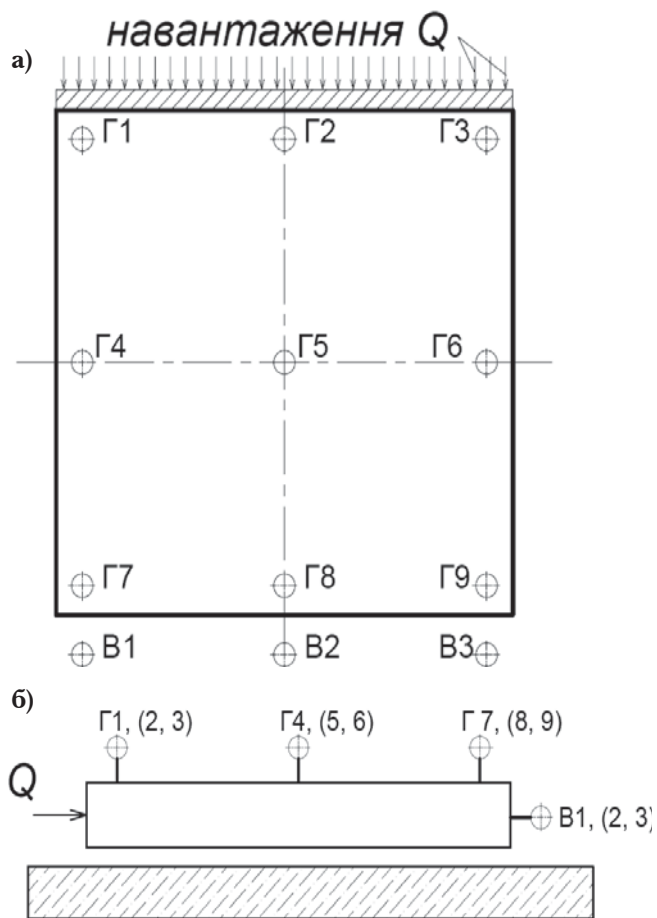


Рис. 1. Схема випробування фрагмента фасаду: а) – навантаження від власної ваги і обледеніння; б) – активне навантаження гирями на дію вітру і сейсміки; в) – пасивне навантаження домкратами між стіною і фасадним каменем на дію вітру і сейсміки



**Рис. 2.** Схема розташування вимірювальних приладів:  
а) – вигляд зверху; б) – вигляд збоку



**Рис. 3.** Каркас кріплення зразка фасадної системи на залізобетонній стіні з фрагментом фасадного каменю



**Рис. 5.** Зразок фасадної системи під вітровим та сейсмічним активним навантаженнями

були закріплені на нерухомій конструкції (рис. 1, а).

Вертикальне навантаження, що імітує вітрове навантаження та статичне навантаження, еквівалентне сейсмічному, прикладали у восьми точках фрагмента до фасадного каменю: активне (до стіни) – гириями через підкладки (рис. 1, б), пасивне (від стіни) – через розподільчу систему двома гідравлічними домкратами, що було розміщено між стіною і фасадним каменем; домкрати приводили у дію за допомогою ручного гідронасоса з манометром (рис. 1, в).

Випробування зразка фрагмента фасадної системи виконували в два етапи:

- перший етап - від дії власної ваги, обledenіння, вітрового активного та від'ємного навантажень;
- другий етап – від дії власної ваги, обledenіння, сейсмічного активного та від'ємного навантажень.

Вигляд зразка під вітровим та сейсмічним активним навантаженням представлено на рис. 5; деформація (депланация) ригеля каркаса від дії власної ваги фасадної системи та обledenіння – на рис. 6.

Завантаження фрагмента фасадної системи здійснювали ступенями згідно з вимогами, визначеними ДСТУ Б В.2.6-7 [12], відповідно до яких після прикладання кожної частки навантаження фрагмент фасадної системи витримували під цим навантаженням не менше 10 хвилин. Після прикладання навантаження величиною, що відповідала навантаженню при перевірці за дру-



**Рис. 4.** Зразок фасадної системи, підготовлений до випробувань



**Рис. 6.** Деформація (депланация) ригеля каркаса від дії власної ваги зразка фасадної системи та обledenіння



гою групою граничних станів, фрагмент фасадної системи витримували під цим навантаженням протягом 30 хвилин. Перші показники знімали після витримання протягом 10 хвилин, другі – після повного витримання. Розвантаження фрагмента виконували після кожного виду навантажень.

На першому етапі випробувань на дію власної ваги, обледеніння, вітрового активного та від'ємного навантажень встановлено наступне.

Вертикальні переміщення фасадного каменю зразка фасадної системи відносно зовнішньої несучої стіни (рис. 7) від власної ваги досягають 5,5 мм, а додатково з обледенінням - 11,5 мм; горизонтальні навантаження від вітру не суттєво зменшували переміщення; переміщення правої сторони зразка були меншими і не перевищували переміщень від власної ваги 4 мм, а додатково з обледенінням 9 мм. Після розвантаження зберігаються деформації від власної ваги в межах 0,5-1,0 мм, а від додаткового обледеніння 2,7-3,2 мм, що підтверджується наявною депланацією ригеля каркаса. Дія вітру зменшувала ці деформації від власної ваги до 0 мм, а від додаткового обледеніння - до 1,5-2,0 мм.

Горизонтальні переміщення поверхні фасадного каменю зразка фасадної системи зовнішньої несучої стіни від вертикальних навантажень, від власної ваги і обледеніння (рис. 8) не перевищували 1,0 мм, від вітрових навантажень і були в межах 1,0-2,5 мм з окремими відхиленнями нижньої ділянки зразка до 4,0-4,5 мм.

Аналіз виокремлених максимальних горизонтальних переміщень по поверхні фасадного каменю (рис. 9), по вертикальним і горизонтальним рядам, з виділенням окремо навантаження і розвантаження дозволяє наочно виявити дію різних ступенів навантаження та надійність елементів каркаса фасадної системи.

Окремі точки фасаду під дією навантаження поведуться нерівномірно, особливо нижня і права ділянки через деформації окремих елементів каркаса: ригелів, стояків, консолей.

На другому етапі випробувань на дію власної ваги, обледеніння,

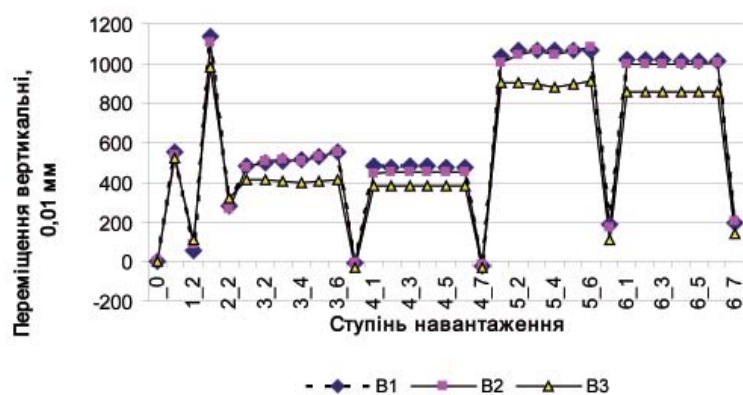


Рис. 7. Вертикальні переміщення фасадного каменю по довжині залежно від ступеня навантаження на першому етапі випробувань

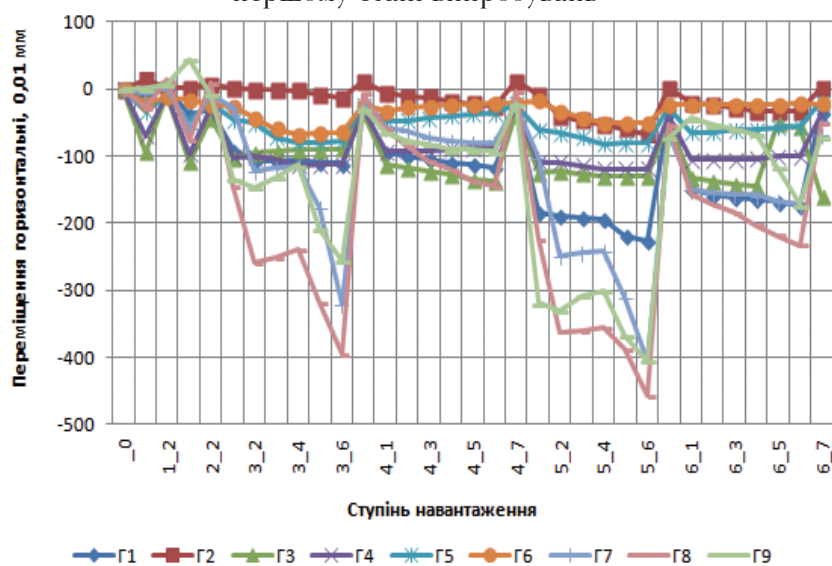


Рис. 8. Горизонтальні переміщення поверхні фасадного каменю зразка по поверхні залежно від ступеня навантаження на першому етапі випробувань

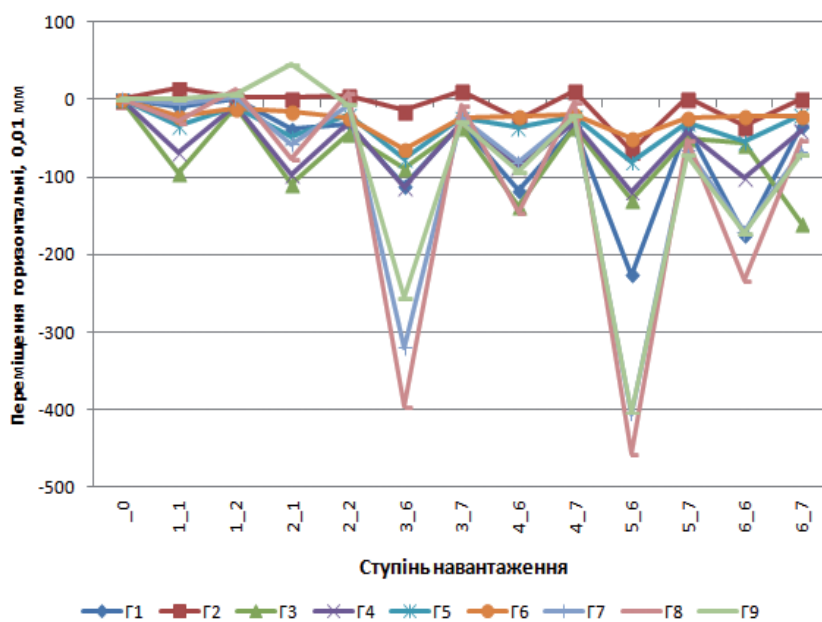
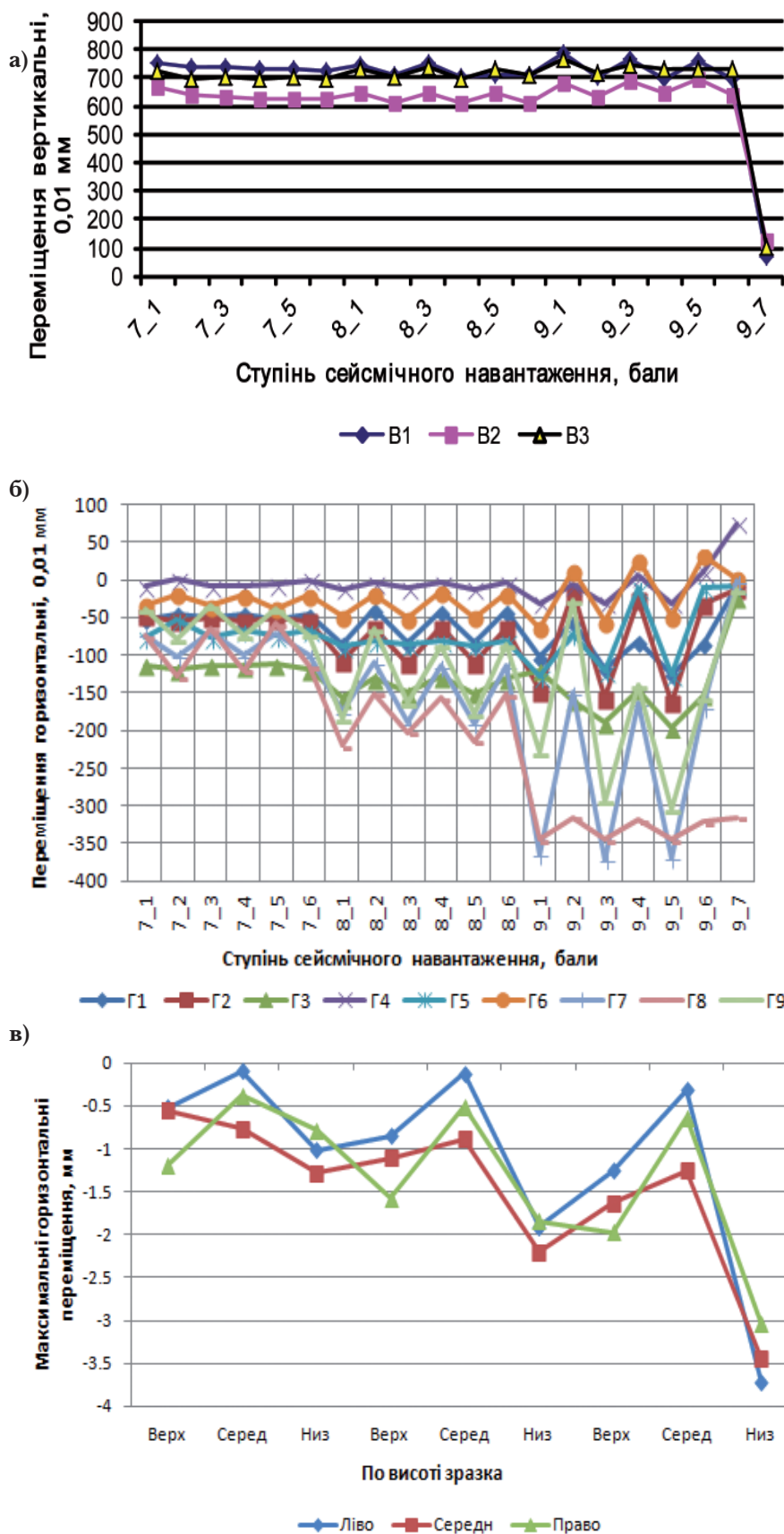


Рис. 9. Максимальні горизонтальні переміщення поверхні фасадного каменю залежно від ступеня навантаження на першому етапі випробувань



сейсмічного активного та від'ємного навантажень встановлено наступне.

Вертикальні переміщення фасадного каменю зразка фасадної системи відносно зовнішньої несучої стіни від власної ваги з обледенінням та горизонтальним навантаженням від трьох циклів сейсмічного навантаження силою 7, 8 і 9 балів знаходилися в межах 6-8 мм. Після розвантаження зберігаються деформації фасадної системи в межах 0,7-1,3 мм (рис. 10, а).

Амплітуда вертикальних переміщень фасадного каменю зразка фасадної системи по його довжині при знаковмічних сейсмічних навантаженнях змінювалася залежно від балів: при 7-ми балах вона становила 0,1 мм (максимум 0,3 мм), при 8-ми балах – 0,3 мм (максимум 0,4 мм), при 9-ти балах – 0,5 мм (максимум 0,8 мм). Поведінка бокових сторін зразка на 3-му циклі при 8-ми балах і при 9-ти балах свідчить про нерівномірні деформації металевих елементів каркаса фасадної системи. Передбачувана поведінка середини зразка показала при 7-ми балах зменшення амплітуди вертикальних переміщень із кожним циклом від 0,25 мм до 0,05 мм. У подальшому вона перебувала на рівні 0,34 мм при 8-ми балах та зростала від 0,43 мм до 0,53 мм при 9-ти балах.

Горизонтальні переміщення поверхні фасадного каменю фасадної системи зовнішньої несучої стіни від дії вертикальних навантажень від власної ваги і обледеніння та горизонтальних сейсмічних навантажень не перевищували 1,28 мм при 7-ми балах, 2,2 мм при 8-ми балах і 3,72 мм при 9-ти балах (рис. 10, б).

Горизонтальні максимальні переміщення поверхні фасадного каменю по поверхні зразка (три по висоті і три по довжині) вкладаються в такі величини в мм, що наведені у табл. 3 та на рис.10, в і рис. 11.

Амплітуда горизонтальних переміщень поверхні фасадного каменю зразка фасадної системи

Рис. 10. Переміщення поверхні фасадного каменю по поверхні залежно від ступеня і знака трьох циклів сейсмічного навантаження 7, 8 і 9 балів на другому етапі випробувань: вертикальні з розвантаженням (а), горизонтальні повні (б) і максимальні (в)

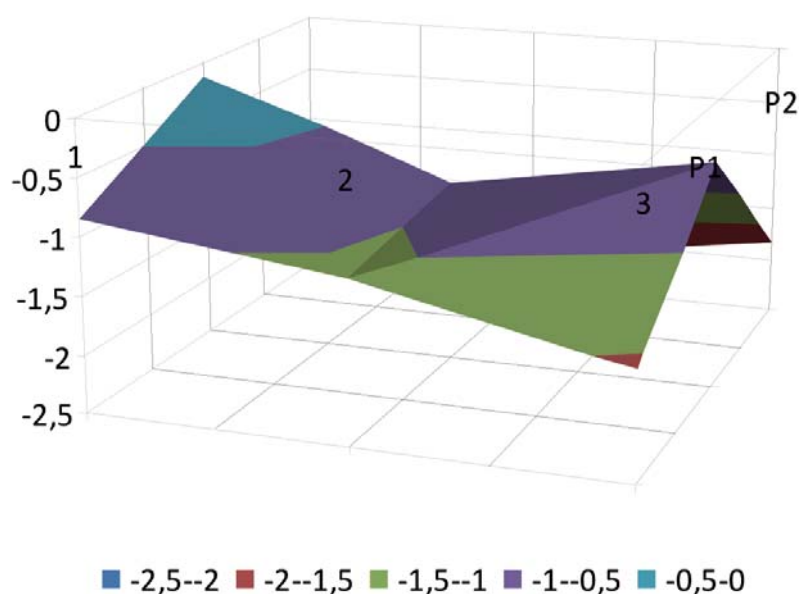


Рис. 11. Поверхня горизонтальних максимальних відхилень поверхні фасадного каменю при сейсмічних навантаженнях (відхилення на вертикальній осі та їх кольорові діапазони в мм)

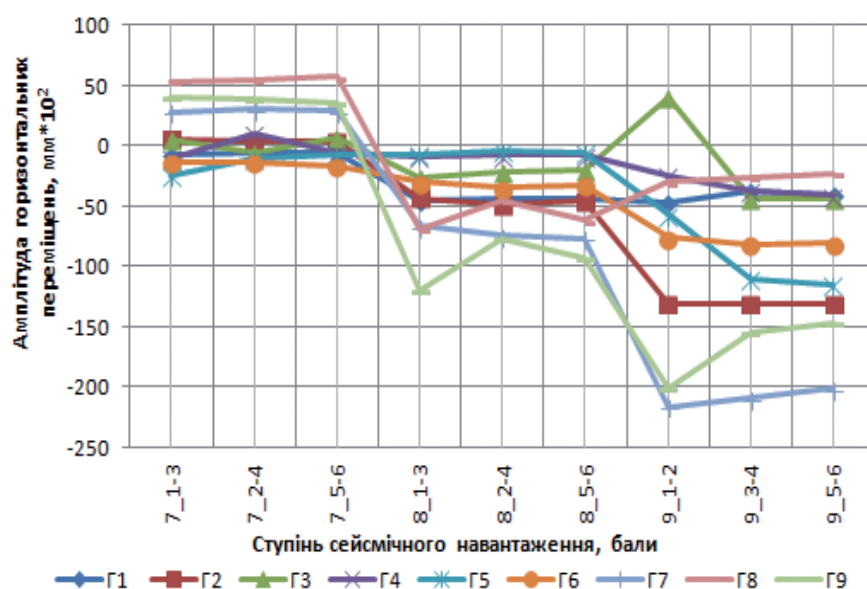


Рис. 12. Амплітуда горизонтальних переміщень поверхні фасадного каменю по довжині залежно від ступеня і знака трьох циклів сейсмічного навантаження 7, 8 і 9 балів

Таблиця 3. Горизонтальні максимальні переміщення поверхні фасадного каменю, мм, при сейсмічному навантаженні у

7 балів			8 балів			9 балів		
-0,52	-0,55	-1,19	-0,85	-1,11	-1,57	-0,85	-1,63	-1,97
-0,09	-0,77	-0,38	-0,12	-0,89	-0,51	-0,31	-1,25	-0,55
-1,01	-1,28	-0,78	-1,91	-2,2	-1,84	-3,72	-3,45	-3,04

РЗ від знакозмінних сейсмічних навантажень знаходилася в межах від +0,5 мм до -2,2 мм (значення з «+» відносилися тільки до 7-ми балів) і коливалася відповідно до циклів навантаження (рис. 12). Стрибки значень для бокових сторін зразка відбувалися аналогічно амплітудам вертикальних переміщень.

## ВИСНОВКИ

Проведені випробування фрагментів фасадної системи VENTAROCK із опорядженням бетонним каменем конструктивно-технологічної схеми ЕКВЕСОП-1 на дію найбільш можливих для України навантажень від власної ваги, обледеніння, вітру та сейсміки 7-9 балів за шкалою Ріхтера підтвердили можливість використання цієї системи в будівлях висотою до 73,5 м на усій території України на ґрунтах категорії за сейсмічними властивостями III згідно з вимогами ДБН В.1.1-12 [3] і з урахуванням коефіцієнта надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  згідно з вимогами ДБН В.1.2-14 [7].

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ventarock. Альбом технічних рішень. Комплекти вентиляованої енергозберігаючої фасадної системи з опорядженням плитами з дрібнозернистого бетону. – ТОВ «Вентарок». – 68 с.
2. Елементи каркасу металеві для вентиляованих енергозберігаючих фасадних систем з опорядженням плитами з дрібнозернистого бетону (ЕКВЕСОН). Технічні умови: ТУ У В.2.6-25.1-40652647-002:2016. – ТОВ «Вентарок».
3. Будівництво у сейсмічних районах України:





- ДБН В.1.1-12:2014. - [Чинні від 2015-07-01]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 2014. - 110 с. - (Держ. буд. норми України).
4. Плити фасадні з дрібнозернистого бетону. Технічні умови: ТУ У В.2.7-23.6-40652647-001:2016. - ТОВ «Вентарок».
  5. Висновок за результатами статичного розрахунку та випробувань фрагмента фасадної системи з опорядженням бетонним каменем VENTAROCK. ВРО-221-5300.17-002. ДП НДІБК, 2017. - 29 с.
  6. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006. - [Чинні від 2007-01-01]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 2006. - 78 с. - (Держ. буд. норми України).
  7. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - [Чинні від 2009-12-01]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 2009. - 37 с. - (Держ. буд. норми України).
  8. Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталеві будівельні. Методи випробування навантаженням: ДСТУ Б В.2.6-10-96. - [Чинний від 1996-12-18]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 1997. - 13 с. - (Нац. стандарт України).
  9. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-35:2008. - [Чинний від 2008-12-01]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 2009. - 25 с. - (Нац. стандарт України).
  10. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів: ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3-2012 (EN 1993-1-3:2006, IDT). - [Чинний від 2012-06-01]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 2012. - 118 с. - (Нац. стандарт України).
  11. Фасади навісні. Технічні умови: ДСТУ Б EN 13830:2014 (EN 13830:2003, IDT). - [Чинний від 2015-10-01]. - Київ: ДП "Укрархбудінформ", 2015. - 30 с. - (Нац. стандарт України).
- TU U V.2.6-25.1-40652647-002:2016. TOV Ventarock.
3. Construction in seismic regions of Ukraine. DBN V.1.1-12:2014. - [In force since 2015-07-01]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 2014. - 110 p. - (State construction norms of Ukraine).
  4. Façade fine concrete plates. Technical requirements: TU U V.2.7-23.6-40652647-001:2016. - TOV Ventarock.
  5. Conclusion according to the results of static calculation and test of the VENTAROCK fragment finished by concrete stone. VRO-221-5300.17-002. DP NIISK, 2017. - 29 p.
  6. Reliability and safety system of structures. Loads and effects. Design norms: DBN V.1.2-2:2006. - [In force since 2007-01-01]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 2006. - 78 p. - (State construction norms of Ukraine).
  7. General principles of reliability and design safety of structures, constructions, facilities and bases: DBN V.1.2-14-2009. - [In force since 2009-12-01]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 2009. - 37 p. - (State construction norms of Ukraine).
  8. Structures of buildings and facilities. Steel structures. Methods of load test. DSTU B V.2.6-10-96. - [In force since 1996-12-18]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 1997. - 13 p. - (Nat. standard of Ukraine).
  9. External wall structures with façade heat insulation and airspace industrial element finishing. General technical requirements. DSTU B V.2.6-35:2008. - [In force since 2008-12-01]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 2009. - 25 p. - (Nat. standard of Ukraine).
  10. Eurocode 3. Design of steel structures. Parts 1 to 3. General rules. Additional rules for cold-worked elements and profiled sheeting. DSTU-N B EN 1993-1-3-2012 (EN 1993-1-3:2006, IDT). [In force since 2012-06-01]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 2012. - 118 p.- (Nat. standard of Ukraine).
  11. Suspended facade. Technical requirements: DSTU B EN 13830:2014 (EN 13830:2003, IDT). - [In force since 2015-10-01]. - K.: DP Ukrarchbudinform, 2015. - 30 p. - (Nat. standard of Ukraine).
- Стаття надійшла до редакції 05.07.2018 р.

## REFERENCES

1. Ventarock. Album of technical decisions. Complexes of ventilated energy-saving façade system finished by fine concrete plates. - TOV Ventarock. - 68 p.
2. Metal frame elements for ventilated energy-saving façade system finished by fine concrete plates (EKVESON). Technical requirements: