

УДК 699.841:69.032.22

DOI:10.30838/J.BPSACEA.2312.261119.10.582

ВПЛИВ СЕЙСМІЧНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА НА МАТЕРІАЛОЄМНІСТЬ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ

АДІЛ ДЖАББАР АББАС^{1*}, *аспир.*,

НІКІФОРОВА Т. Д.², *д. т. н., доц.*,

ШЛЯХОВ К. В.³, *к. т. н., доц.*,

СОПІЛЬНЯК А. М.⁴, *к. т. н., доц.*

^{1*} Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: adil.adil249@yahoo.com

² Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: nikiforova.tatiana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0688-2759

³ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: 6lyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

⁴ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: artem_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

Анотація. Рівень сейсмічного навантаження значно впливає на конструктивну схему будинку, що, у свою чергу зумовлює збільшення витрат бетону та арматури, і як наслідок, підвищення вартості будинку. Наразі практично відсутні дані про те, як сейсмічність будівельного майданчика впливає на вартість будівництва. Проведені дослідження мають загальний та суперечливий характер, тому потребують перевірки та конкретизації. У цій статті наведено відсоткове співвідношення вартості бетону та арматури для зведення багатоповерхового будинку в цінах 2012, 2015 та 2019 рр., зміни сумарних витрат на конструктивні матеріали (бетон і арматура), а також результати розрахунків зміни вартості 1 м² корисної площі залежно від величини сейсмічного впливу. **Мета дослідження** – визначення впливу підвищення розрахункової сейсмічності на економічні параметри багатоповерхової будівлі. **Методика** техніко-економічне оцінювання конструктивних рішень багатоповерхових будівель за підвищення сейсмічного навантаження. **Результати.** Встановлено, що зі збільшенням інтенсивності сейсмічного навантаження спостерігається значна різниця між відсотковим відношенням вартості бетону та арматури, а також закономірне збільшення вартості 1 м² корисної площі у гривнях. За оцінювання вартості 1 м² корисної площі в доларовому еквіваленті така закономірність порушується. **Наукова новизна.** Виявлено закономірності зміни вартості (у гривнях і доларовому еквіваленті) бетону та арматури багатоповерхової будівлі залежно від сейсмічності будівельного майданчика. **Практична значимість** – можливість передбачити зростання витрат на конструктивні матеріали для будівництва на територіях з підвищеною сейсмічністю.

Ключові слова: сейсмічний вплив; багатоповерхова будівля; напружено-деформований стан; вартість бетону та арматури

ВЛИЯНИЕ СЕЙСМИЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ НА МАТЕРИАЛОЕМКОСТЬ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

АДИЛ ДЖАББАР АББАС^{1*}, *аспир.*,

НИКИФОРОВА Т. Д.², *д. т. н., доц.*,

ШЛЯХОВ К. В.³, *к. т. н., доц.*,

СОПИЛЬНЯК А. М.⁴, *к. т. н., доц.*

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, e-mail: adil.adil249@yahoo.com

² Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, e-mail: nikiforova.tatiana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0688-2759

³ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, e-mail: 6lyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

⁴ Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, e-mail: artem_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

Аннотация. Уровень сейсмического воздействия значительно влияет на конструктивную схему здания, что, в свою очередь, приводит к увеличению расхода бетона и арматуры, и, как следствие, повышению стоимости здания. На сегодня практически отсутствуют данные, о том, как сейсмичность строительной площадки влияет на стоимость строительства. Проведенные исследования имеют общий и противоречивый характер, поэтому требуют проверки и конкретизации. В данной статье представлены процентное соотношение стоимости бетона и арматуры для возведения многоэтажного здания в ценах 2012, 2015 и 2019 гг., изменение суммарных затрат на конструктивные материалы (бетон и арматура), а также результаты расчетов изменения стоимости 1 м² полезной площади в зависимости от величины сейсмического воздействия. **Цель статьи** – определение влияния повышения расчетной сейсмичности на экономические параметры многоэтажного здания. **Методика** – технико-экономическая оценка конструктивных решений многоэтажных каркасных зданий при повышении сейсмического воздействия. **Результаты.** Установлено, что с увеличением интенсивности сейсмического воздействия происходит большой разрыв между процентным соотношением стоимости бетона и арматуры, а также прослеживается закономерное увеличение стоимости 1 м² полезной площади в гривнях. При оценке стоимости 1 м² полезной площади в долларовом эквиваленте такая закономерность нарушается. **Научная новизна.** Определены закономерности изменения стоимости (в гривнях и долларовом эквиваленте) бетона и арматуры многоэтажного здания в зависимости от сейсмичности строительной площадки. **Практическая значимость** – возможность предвидеть увеличение затрат на конструктивные материалы при строительстве на территориях с повышенной сейсмичностью.

Ключевые слова: сейсмическое воздействие; многоэтажное здание; напряженно-деформированное состояние; стоимость бетона и арматуры

THE EFFECT OF THE SEISMICITY OF THE CONSTRUCTION SITE ON THE MATERIAL CONSUMPTION OF A MULTI-STORY BUILDING

ADIL JABBAR ABBAS ^{1*}, *Postgrad. Student*,
NIKIFOROVA T.D. ², *Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
SHLIAKHOV K.V. ³, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
SOPILNIAK A. M. ⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

^{1*} Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: adil_adil249@yahoo.com

² Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: nikiforova.tatiana@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0688-2759

³ Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: 6lyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

⁴ Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, e-mail: artem_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

Abstract. The level of seismic impact significantly affects the structural design of the building, which in turn leads to an increase in the consumption of concrete and reinforcement, and as a result, an increase in the cost of the building. Today, there are practically no data on how the seismicity of a construction site affects the cost of construction. The studies are general and controversial, therefore, they require verification and specification. This article presents the percentage ratio of the cost of concrete and reinforcement for the construction of a multi-story building at the prices of 2012, 2015 and 2019, the change in the total costs of structural materials (concrete and reinforcement), as well as the results of calculations of the change in the cost of 1 m² of usable area depending on the magnitude of the seismic impact. **Purpose.** To determine the effect of increasing the design seismicity on the economic parameters of a multi-story building. **Methods.** Technical and economic evaluation of structural solutions for multi-story buildings with increasing of seismic impact. **Results.** It has been established that with an increase in the intensity of seismic impact, a large gap occurs between the percentage of the cost of concrete and reinforcement, as well as a regular increase in the

cost of 1 m² of usable area in hryvnias. When assessing the cost of 1 m² of usable area in dollar terms, such a pattern is violated. **Scientific novelty.** The patterns of changes in the cost (in hryvnia and dollar equivalent) of concrete and reinforcement of a multi-storey building are determined depending on the seismicity of a construction site. **Practical relevance.** It appears probable to anticipate an increase in the cost of structural materials during construction in areas with increased seismicity.

Keywords: seismic impact; multi-story building; stress-strain state; cost of concrete and reinforcement

Загальний стан питання дослідження.

Із прийняттям нових норм [1] було підвищено нормативну інтенсивність сейсмічних впливів відповідних районів будівництва та введено обов'язкове врахування сейсмічного навантаження з інтенсивністю 6 балів і більше. О тож, якщо до прийняття норм для Дніпропетровського регіону не треба було враховувати сейсмічність будівельного майданчика, то зараз це обов'язково.

У відповідності з державними будівельними нормами рівень сейсмічності майданчика значно впливає на конструктивну схему, розміри перерізів, характеристики міцності, витрати матеріалів і, як наслідок викликає значні зміни вартості будівництва.

На разі практично відсутні дані про те як сейсмічність майданчика впливає на кінцеву вартість будівництва. Г. Р. Ісхожданова в автореферетаті до своєї дисертації «Архітектура сейсмостійких багатоповерхових житлових будівель для великих міст Середньої Азії» [2] наводить результати, які свідчать, що подорожчання будівництва житлових будівель в сейсмічних умовах складає 15–20 %. А. І. Мартемьянов у своєму навчальному посібнику «Проектування та будівництво будинків та споруд у сейсмічних районах» [3] зазначив, що заходи для забезпечення сейсмічної стійкості будівлі складають 5–6 % загальної вартості будівництва, а приблизне подорожчання для інтенсивності землетрусу в 7 балів складає 4 %, 8 балів – 8 %, 9 балів – 12 %. Ці відомості мають дуже загальний та суперечливий характер, тому вимагають перевірки і конкретизації, адже данні про зміну економічних параметрів дуже важливі для прийняття проектних рішень та визначення інвестиційної привабливості проекту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сучасні проблеми проектування та будівництва у сейсмічно небезпечних районах України досліджують багато відомих учених та їх послідовників [4–6].

Нині активно ведеться робота з удосконалення методів розрахунку конструкцій на дію сейсмічних навантажень і підвищення сейсмостійкості житлових будівель. Але в існуючих дослідженнях практично відсутня інформація щодо залежності вартості заходів сейсмозахисту будівель від зміни сейсмічності будівельного майданчика.

Тому науковий інтерес у вирішенні питань забезпечення сейсмостійкості житлових будівель становлять проблеми вибору найбільш раціонального та ефективного способу підвищення їх сейсмостійкості та оцінювання впливу зміни сейсмічності майданчика на економічні параметри заходів сейсмозахисту будівель.

Мета та завдання досліджень – визначення впливу підвищення розрахункової сейсмічності на економічні параметри багатоповерхової будівлі, та техніко-економічне порівняння забезпечення сейсмостійкості житлової будівлі за різних значень сейсмічного впливу.

Предмет дослідження – вплив сейсмічності будівельного майданчика на економічні параметри будівлі.

Об'єкт дослідження – конструктивна схема 12-поверхової каркасної монолітної будівлі в умовах сейсмічного впливу.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження впливу сейсмічності будівельного майданчика на економічні показники житлової будівлі як об'єкт дослідження прийнята 12-поверхова будівля розмірами в плані 25,6 × 40,35 м з

підземним паркінгом висотою 2,8 м та технічним поверхом висотою 3,5 м, висота житлових поверхів складає 3,15 м. Будівля має два ядра жорсткості. Монолітний залізобетонний каркас складається з колон, перекриття і діафрагм жорсткості. Крок колон прийнято нерегулярним. Просторова жорсткість забезпечується за рахунок жорсткого з'єднання колон із фундаментом, жорсткими дисками міжповерхового перекриття та діафрагм жорсткості [7].

Конструктивна схема будівлі змінювалась залежно від інтенсивності сейсмічного впливу згідно з вимогами державних будівельних норм [1].

У результаті проведених розрахунків напружено деформованого стану будівлі з урахуванням сейсмічного впливу [7] визначено витрати бетону та арматури для кожної конструктивної схеми залежно від сейсмічного впливу.

Таблиця 1

Вартість конструктивних матеріалів / Cost of structural materials

Рік	Вартість матеріалів, тис. грн	
	Бетон класу C20/25, 1 м ³	Арматура класу A500, 1 т
2019	2,080	16,000
2015	1,020	12,000
2012	0,890	6,600

Для визначення вартості матеріалів проаналізовано підвищення цін на бетон та арматуру з 2012 по 2019 рік (табл. 1).

У таблиці 1 наведено загальну вартість конструктивних матеріалів, за умови вартості 1 м³ бетону класу C20/25, вартість 1 т арматури класу A500C станом 2019, 2015 та 2012 роки.

Перерозподіл витрат бетону та арматури на конструктивні елементи будівлі та загальна вартість матеріалів за зміни сейсмічного впливу у цінах 2019 року наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Вартість матеріалів залежно від рівня сейсмічного впливу станом на 2019 рік, млн грн / Cost of materials, depending on the level of seismic impact as of 2019, mln hrn

	Без урахування сейсмічного впливу		6 балів		7 балів		8 балів		9 балів	
	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон
Фундаментна плита	6,53	1,27	17,55	1,27	17,81	1,27	17,39	1,62	25,03	1,92
Колони	0,22	0,45	0,20	0,45	0,26	0,45	0,40	0,45	0,38	0,53
Перекриття	21,36	6,62	37,65	6,62	36,67	6,62	55,10	6,69	75,36	6,62
Стіни	0,07	2,80	4,65	2,80	17,59	2,80	54,35	4,22	130,99	4,73
Загальна вартість	28,18	11,14	60,05	11,14	72,33	11,14	127,24	12,98	231,76	13,8
Загальна вартість матеріалів	39,32		71,19		83,47		140,22		245,56	

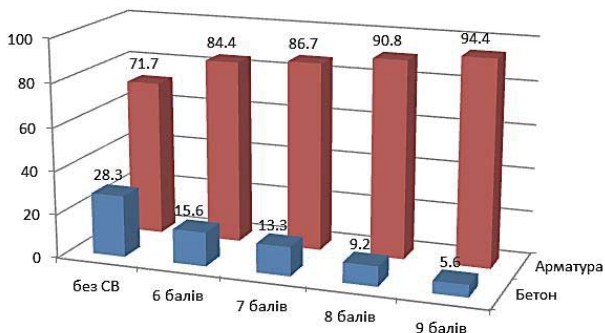


Рис. 1. Діаграма зміни сумарних витрат конструктивних матеріалів у цінах 2019 року / Fig. 1. Diagram of changes in the total cost of structural materials in 2019 prices

Зі збільшенням інтенсивності сейсмічного навантаження спостерігається значна різниця між відсотковим відношенням вартості бетону та арматури. Як видно з діаграми (рис. 1), у варіанті без урахування сейсмічного впливу відсоткове відношення вартості арматури становить 71,7 %, із кожним наступним розрахунком частина вартості армування збільшується на 12,7 % (6 балів), 1,7 % (7 балів), 4,1 % (8 балів) та для варіанту розрахунку на 9 балів становить вже 94,4 %. Відсоткове

відношення вартості бетону зменшується з 28,3 % до 5,6 %.

В таблиці 3 наведено перерозподіл витрат бетону та арматури на конструктивні елементи будівлі та загальна вартість матеріалів за зміни сейсмічного впливу в цінах 2015 року.

Дані діаграми (рис. 2) свідчать, що у варіанті без урахування сейсмічного впливу відсоткове відношення вартості арматури становить 79,4 %, із кожним наступним розрахунком частина вартості армування збільшується на 9,8 % (6 балів), 1,7 % (7 балів), 2,9 % (8 балів) та для варіанта розрахунку на 9 балів становить вже 96,3 %. Відсоткове відношення вартості бетону зменшується з 20,6 % до 3,7 %.

Перерозподіл витрат бетону та арматури на конструктивні елементи будівлі та загальна вартість матеріалів за зміни сейсмічного впливу у цінах 2012 року наведено в таблиці 4.

Як видно з діаграми (рис. 3), у варіанті без урахування сейсмічного впливу відсоткове відношення вартості арматури становить 72,9 %, із кожним наступним розрахунком частина вартості армування збільшується на 12,2 % (6 балів), 2,2 % (7 балів), 3,9 % (8 балів) та для варіанта розрахунку на 9 балів становить вже 94,7 %. Відсоткове відношення вартості бетону зменшується з 27,1 до 5,3 %.

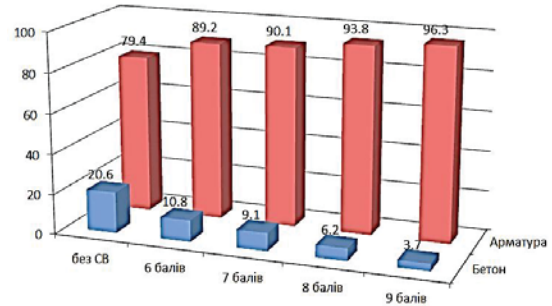


Рис. 2. Діаграма зміни сумарних витрат конструктивних матеріалів у цінах 2015 року /
Fig. 2. Diagram of changes in the total cost of structural materials in 2015 prices

Таблиця 3

**Вартість матеріалів залежної від рівня сейсмічного впливу станом на 2015 рік, млн грн /
Cost of materials, depending on the level of seismic impact as of 2015, mln hrn**

	Без урахування сейсмічного впливу		6 балів		7 балів		8 балів		9 балів	
	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон
Фундаментна плита	4,91	0,63	13,19	0,63	13,40	0,63	13,07	0,79	18,82	0,94
Колони	0,17	0,22	0,15	0,22	0,20	0,22	0,30	0,22	0,29	0,26
Перекриття	16,0	3,25	28,31	3,25	27,57	3,25	41,43	3,28	56,66	3,24
Стіни	0,05	1,37	3,50	1,37	13,23	1,37	40,85	2,07	98,49	2,32
Загальна вартість	21,13	5,47	45,15	5,47	54,40	5,47	95,65	6,36	174,26	6,76
Загальна вартість матеріалів	26,6		50,62		59,87		102,01		181,02	

Таблиця 4

**Вартість матеріалів залежно від рівня сейсмічного впливу станом на 2012 рік, млн грн /
Cost of materials, depending on the level of seismic impact as of 2012, mln hrn**

	Без урахування сейсмічного впливу		6 балів		7 балів		8 балів		9 балів	
	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон	Арматура	Бетон
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фундаментна плита	2,70	0,55	7,26	0,55	7,37	0,55	7,19	0,69	10,35	0,82
Колони	0,09	0,18	0,08	0,18	0,11	0,18	0,16	0,18	0,16	0,20
Перекриття	8,84	2,54	15,57	2,54	15,16	2,54	22,79	2,57	31,16	2,54
Стіни	0,03	1,07	1,92	1,07	7,27	1,07	22,47	1,62	54,17	1,81

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Загальна вартість	11,66	4,34	24,83	4,34	29,91	4,34	52,61	5,06	95,84	5,37
Загальна вартість матеріалів	16,0		29,17		34,25		57,67		101,21	

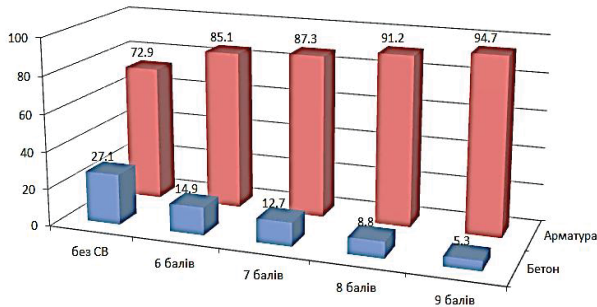


Рис. 3. Діаграма зміни сумарних витрат конструктивних матеріалів у цінах 2012 року / Fig. 3. Diagram of changes in the total cost of structural materials in 2012 prices

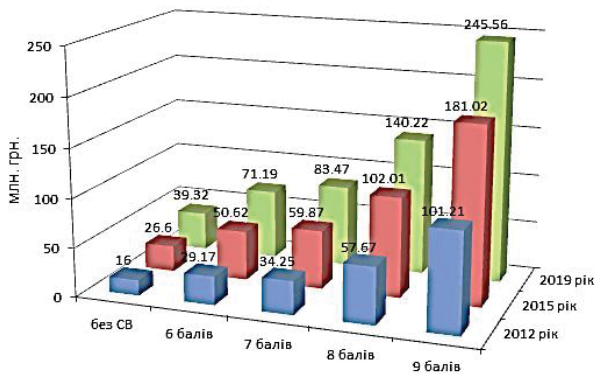


Рис. 4. Діаграма сумарних витрат на конструктивні матеріали / Fig. 4. Diagram of total costs for structural materials

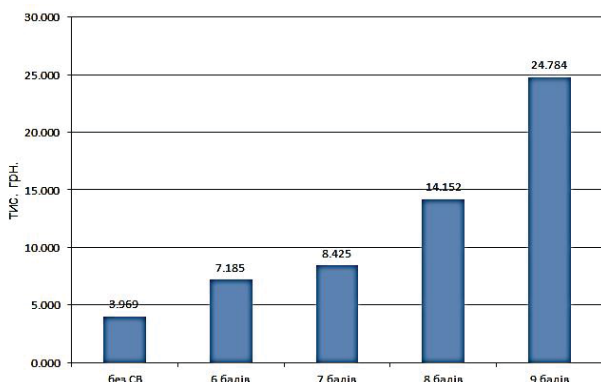


Рис. 5. Вартість конструктивних матеріалів на 1 м² корисної площі будівлі в цінах 2019 року / Fig. 5. Cost of structural materials per 1 m² of usable floor space in 2019 prices

Сумарні витрати на конструктивні матеріали в залежності від сейсмічності з урахуванням змін економічної ситуації в Україні приведені на рис. 4. З діаграми видно, що в період з 2012 до 2015 року, з урахуванням зміни економічної ситуації в Україні, витрати коштів на конструктивні матеріали збільшилися на 66–79 %. Порівняно з 2012 та 2019 роками, сумарні витрати коштів на арматуру і бетон збільшилися на 143–146 %.

Важливим фактором у прийнятті інвестиційних рішень під час реального будівництва постає вартість 1 м² корисної площі об'єкта будівництва.

На рисунках 5 та 6 можна наочно побачити зміну вартості 1 м² корисної площі будівлі залежно від сейсмічного району будівництва на 2019 рік. Порівняно з варіантом без урахування сейсмічного впливу, витрати коштів на конструктивні матеріали на 1 м² корисної площі для 6-бальної сейсмічності збільшується у 1,8 раза, 7-бальної – у 2,1 раза, 8-бальної – 3,6 раза та для 9-бальної інтенсивності – у 6,2 раза.

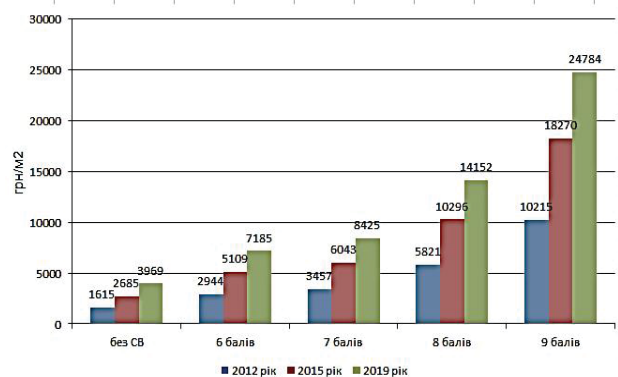


Рис. 6. Вартість конструктивних матеріалів на 1 м² корисної площі будівлі у гривнях / Fig. 6. Cost of structural materials per 1 m² of usable area of the building in UAH

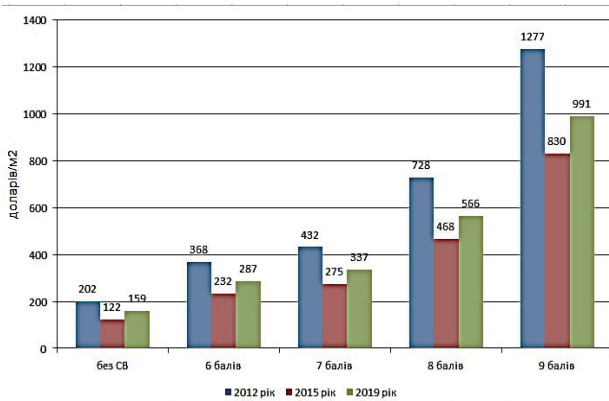


Рис. 7. Вартість конструктивних матеріалів на 1 м² корисної площі будівлі у доларах / Fig. 7. Cost of structural materials per 1 m² of usable area of the building in dollars

На діаграмі (рис. 6 та 7) відображено вартість 1 м² корисної площі з урахуванням сейсмічного району будівництва на прикладі цін конструктивних матеріалів за періоди з 2012 по 2019 рік, відповідно у гривнях (рис. 6) та доларах (рис. 7) (2012 р. – 8 грн/\$, 2015 р. – 22 грн/\$, 2019 р. – 25 грн/\$).

Порівняння результатів вартості 1 м² корисної площі показує: якщо оцінювати у гривнях, спостерігається закономірне збільшення вартості в період з 2012 по 2019 рік, а якщо в доларовому еквіваленті – закономірність відсутня, спостерігається стрибкоподібна зміна (зменшення вартості

з 2012 по 2015 рік та її збільшення з 2015 по 2019 рік).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Інтенсивність сейсмічності будівельного майданчика значно впливає на вартість конструктивних матеріалів, порівняно з 6-бальною сейсмічністю витрати на 9-бальну збільшуються у 6,2 раза.

У разі зміни сейсмічності пропорції витрат бетону та арматури змінюються від 28,3 % і 71,7 % (без урахування сейсмічного впливу) до 5,6 % і 94,4 % (9 балів), тобто спостерігається значна різниця між відсотковим відношенням вартості бетону та арматури.

Вартість 1 м² корисної площі відносно варіанта конструктивної схеми без урахування сейсмічного впливу збільшується у 1,8 раза (6 балів) до 6,2 раза (9 балів), тобто спостерігається закономірне збільшення вартості. У разі оцінювання витрат у доларовому еквіваленті така закономірність порушується.

Метою подальших досліджень бачиться розроблення нових інноваційних конструктивних схем багатопверхових будинків, які дозволять зменшити витрати на конструктивні матеріали.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівництво в сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014 / Мінрегіонбуд України. – Укрархбудінформ. – Київ, 2014. – 110 с.
2. Исходжанова Г. Р. Архитектура сейсмостойких многоэтажных жилых зданий для больших городов Средней Азии : автореф. дис. канд. арх.: 18.00.02 / НАН РФ. – Москва, 1984. – 33с.
3. Мартемьянов А. И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах: учеб. пособ. / А. И. Мартемьянов. – Москва : Издательство Стройиздат, 1985. – 255 с.
4. Немчинов Ю. И. Сейсмостойкость высотных зданий и сооружений : монография / Ю. И. Немчинов. – Киев : НИИСК, 2015. – 584 с. – Режим доступа: <http://www.niisk.com/pro-nas/seysmostoykost-vysotnykh-zdaniy-i-sooruzheniy/>
5. Мар'єнков М. Г. Оцінка напружено-деформованого стану конструкцій будівлі при дії сейсмічних навантажень / М. Г. Мар'єнков, Д. В. Богдан, В. О. Сахаров // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2015. – № 96. – С. 3–22. – Режим доступу: http://opir.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-96/01-96_marie_bogd_saha.pdf
6. Седин В. Л. Натурная оценка взаимодействия основания и сооружения при ударном воздействии на грунт / В. Л. Седин, Е. А. Бауск, В. А. Загильский // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – 2015. – Вып. 85. – С. 62–67. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2015_85_12
7. Influence of the seismicity of the construction site on structural parameters of the buildings / [Adil Jabbar Abbas, Nikiforova Tetiana] // Innovative lifecycle technologies of housing, industrial and transportation objects: Dnipro-Bratislava: SHEE “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture” – Slovak University of Technology in Bratislava, 2018. – Pp. 11–20.
8. Аділ Ждаббар Аббас. Підвищення сейсмостійкості існуючої будівлі при реконструкції / Аділ Джаббар Аббас, Т. Д. Нікіфорова, М. В. Савицький, Ю. О. Кожанов // Будівництво, матеріалознавство,

машинобудування. – Вип. № 100. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2017. – С.13–24. – Режим доступу: http://www.seism.org.ua/seism06-02_r.html.

REFERENCES

1. *Budivnytstvo v seysmichnykh rayonakh Ukrainy: DBN V.1.1-12:2014* [Construction in seismic regions of Ukraine: DBN B.1.1-12: 2014]. Minregionbud of Ukraine, Ukrarchbudinform, Kyiv, 2014, 110 p. (in Ukrainian).
2. H.R. Iskhodzhanova. *Arkhitektura seismostoikyykh vnogetazhnykh zhylykh zdaniy dlia bol'shykh gorodov Sredney Azii* [Architecture of earthquake resistant multi-storey residential buildings for major cities in Central Asia]. Abstract of dys. Cand. Arch. : 18.00.02. NAS RF, Moscow, 1984, 33 p. (in Russian).
3. Martemianov A.Y. *Proektyrovanye y stroytelstvo zdanyi y sooruzheniy v seismycheskykh raionakh* [Design and construction of buildings and structures in seismic areas]. Moscow : Stroyzdat Publ., 1985, 255 p. (in Russian).
4. Nemchinov Yu.I. *Seysmostoykost' vysotnykh zdaniy i sooruzheniy* [Earthquake resistance of high-rise buildings and structures]. Kyiv, SRIDC, 2015, 584 p. (in Russian).
5. Mar'yenkov M.H., Bohdan D.V. and Sakharov V.O. *Otsinka napruzhenno-deformovanoho stanu konstruktsiy budivli pry diyi seysmichnykh navantazhen'* [Estimation of stress-deformed state of building structures under the influence of seismic loads]. *Opir materialiv i teoriya sporud* [The resistance of materials and the theory of structures]. 2015, no. 96, pp. 3–22. (in Ukrainian).
6. Banah A.V. *Analiz napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya konstruktsiy nedostroennogo sooruzheniya klassa otvetsvennosti SS2* [Analysis of the stress-strain state of the constructions of the unfinished construction of the CC2 class of responsibility]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya* [Urban planning and territorial planning]. 2013, no. 48, pp. 29–36. (in Ukrainian).
7. Adil Jabbar Abbas and Nikiforova Tetiana. Influence of the seismicity of the construction site on structural parameters of the buildings. Innovative lifecycle technologies of housing, industrial and transportation objects: Dnipro–Bratislava : SHEE “Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture”–Slovak University of Technology in Bratislava, 2018, pp. 11–20.
8. Adil Dzhabbar Abbas, Nikiforova T.D., Savitskiy M.V. and Kozhanov Yu.O. *Pidvyshchennia seismostiikosti isnuyuchoi budivli pry rekonstruktsii* [Increasing the seismic stability of the existing building during reconstruction]. *Budivnytstvo, materialoznavstvo, mashynobuduvannya* [Construction, materials science, mechanical engineering]. Vol. 100, Dnipro: SHEE PSACEA, 2017, pp.13–24. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції 12.10.2019