

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Бочевар Костянтин Ігнатович

УДК 693.9 : 69.003 : 693.5

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ**

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Подається на здобуття ступеня доктор філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Бочевар К.І.


(підпис)

Науковий керівник:

Менейлюк Олександр Іванович,
доктор технічних наук, професор

Одеса – 2024 р.

АНОТАЦІЯ

Бочевар К.І. ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія. – Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2024.

В роботі вирішено основне завдання пошуку найбільш ефективних організаційно-технологічних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Поставлене завдання вирішено за допомогою застосування сучасних програмних комплексів шляхом:

- розробки нових конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки (патенти на корисні моделі «Стіна будівлі» (UA 149402) та «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847));
- визначення ефективності застосування відомих та розробленого конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за допомогою методики багатокритеріального аналізу;
- організаційно-технологічного моделювання процесів будівництва та експериментально-статистичного моделювання закономірностей зміни основних показників при варіюванні факторів, що досліджувались;
- оптимізації організаційно-технологічних рішень зведення житлових комплексів за допомогою накладення діючих обмежень та аналізу визначених залежностей.

В дисертаційному дослідженні виконаний аналіз відкритих інформаційних джерел. В результаті встановлено 12 найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій будівель з використанням незнімної опалубки.

Виконано аналіз відомих методів та методик, що можливо використовувати для пошуку найбільш ефективних рішень при організаційно-технологічному моделюванні процесів будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Для досягнення поставленої мети, на основі сформульованої наукової гіпотези розроблена загальна методика проведення дисертаційного дослідження. Вона включає в себе методи вирішення окремих задач:

- методику багатокритеріального аналізу для визначення ефективності конструкторно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки (з використанням спеціалізованого функціоналу програмного комплексу Microsoft Excel);
- методику проведення експериментально-статистичного моделювання процесу зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки в програмному комплексі COMPEX;
- методи створення організаційно-технологічних та економічних моделей зведення житлових комплексів в програмних комплексах Microsoft Project та АВК-5.

За алгоритмом та положеннями методики багатокритеріального аналізу в рамках дисертаційного дослідження визначено ефективність застосування кожного з 12-ти порівнюваних конструкторно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій будівель з використанням незнімної опалубки. Аналіз ступеню ефективності застосування цих рішень проводився з використанням спеціалізованих інструментів програмного комплексу Microsoft Excel: «зведена таблиця» та «зведена діаграма». Порівняння 12-ти рішень відбувалось за 7-ма кількісними та одним якісним критеріями ефективності. Критерії ефективності варіювались у таких межах:

кількісні:

- «товщина» - від 320 до 640 мм;
- «опір теплопередачі» - від 3,53 до 4,03 (м²·К)/Вт;

- «вага 1 м²» - від 300 до 580 кг;
- «площа приміщень при зовнішніх розмірах будинку 10x10 м» - від 76,0 до 87,1 м²;
- «вартість» - від 2380 до 4730 грн/м²;
- «довговічність» - від 80 до 100 років;
- «усадка матеріалу» - від 1 до 2 %;

якісні:

- «стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування» - мав значення «стійка» та «разова обробка».

За результатами проведеного багатокритеріального аналізу 12-ти конструкторно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за 8-ма критеріями обрано найбільш ефективне рішення – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Для проведення чисельного моделювання процесів зведення житлового комплексу з використанням найбільш ефективного конструкторно-технологічного рішення «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»» обрано основні показники ефективності: «тривалість будівництва (Y₁)», «середня інтенсивність фінансування (Y_{2,1})» та «максимальна інтенсивність фінансування (Y_{2,2})», «вартість будівництва (Y₃)», «рентабельність (Y₄)». Обрано фактори, що здійснюють найбільший вплив на основні показники ефективності: «суміщеність робіт (X₁)» та «кількість робочих годин на тиждень (X₂)».

Згідно теорії планування експериментів для чисельного моделювання закономірностей зміни показників ефективності обрано 9-ти точковий план проведення експерименту, що надає змогу отримати адекватні (достовірні) результати за допомогою 9-ти експериментальних точок.

Значення факторів, що впливають на обрані показники ефективності коливаються в межах:

- «суміщеність робіт (X₁)» від 74,61 до 85,21 %;
- «кількість робочих годин на тиждень (X₂)» від 40 до 80 год.

Згідно положень загальної методики дисертаційного дослідження для проведення чисельного моделювання процесів будівництва обґрунтовано обрання житлового комплексу «Авіньйон». Він розташований в м. Одеса. Фундаменти - пальові, огорожувальні конструкції комплексу виконано з використанням рішення «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»», комплекс складається з двох «О»-подібних корпусів та має 46,24 тис. м² житлової площі. На основі аналізу проєктних рішень житлового комплексу «Авіньйон» було складено перелік робіт з його будівництва в технологічній послідовності. З використанням цього переліку робіт, згідно обраного плану експерименту, в програмному комплексі АВК-5 побудовано 9 кошторисних розрахунків. В програмному комплексі Microsoft Project побудовано 9 графіків виконання робіт з використанням найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»» серед усіх порівнюваних.

В результаті побудови моделей згідно обраного плану експерименту знайдено значення основних показників ефективності («тривалість будівництва (Y_1)»), «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)»), «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)»), «вартість будівництва (Y_3)» та «рентабельність (Y_4)») зведення житлового комплексу при зміні досліджених факторів («суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)») в обраних межах їх варіювання.

На основі отриманих даних виконано експериментально-статистичне моделювання в програмному комплексі COMPEX. За результатами проведеного моделювання встановлено закономірності зміни основних показників ефективності при варіюванні найбільш значущих факторів, що на них впливають. Вони інтерпретовані у вигляді аналітичних та графічних залежностей. Графічні залежності, що отримані у програмному комплексі COMPEX бали оброблені за допомогою графічного редактора CorelDrawX6. Це значно покращило їх візуалізацію та вигляд закономірностей.

Аналіз отриманих за допомогою експериментально-статистичного моделювання закономірностей дозволив провести якісну оцінку та визначити

характер залежності показників ефективності від факторів, що на них впливають. А саме: визначено рівень впливу кожного з факторів на досліджувані показники ефективності за допомогою побудованого в програмному комплексі COMPEX ранжування факторів за рівнем їх значущості; виконано аналіз побудованих в програмному комплексі COMPEX одно- та двох- факторних діаграми впливу факторів на основні показники ефективності.

Експериментально-статистичне моделювання зміни основних показників зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки, дозволило виявити наступне. При зміні факторів у межах простору варіювання згідно з обраним планом експерименту (значень факторів «суміщеність робіт X_1 » та «кількість робочих годин на тиждень X_2 ») основні показники ефективності змінюються наступним чином:

- «тривалість будівництва (Y_1)» з 272 до 958 днів;
- «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» з 16,316 млн. грн. до 56,744 млн. грн. на місяць;
- «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» з 17,327 млн. грн. до 61,173 млн. грн. на місяць;
- «вартість будівництва (Y_3)» 514,483 млн. грн. до 521,007 млн. грн.;
- «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» 632,485 млн. грн. до 805,268 млн. грн.;
- «рентабельність Y_4 » від 11,39 % до 41,82 %.

Для планування фінансування будівництва житлового комплексу «Авіньйон» було введено діюче обмеження. Сутність введеного діючого обмеження – в необхідності використання кредитних коштів під час фінансування будівництва.

За результатами аналізу отриманих закономірностей та проведеної оптимізації (шляхом введення діючого обмеження) визначено найбільш ефективну організаційно-технологічну модель (графік виконання робіт) зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки. Вона

отримана при поєднанні факторів: «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» відповідно на значеннях $X_1 = 85,21\%$ та $X_2 = 80$ год. При цьому значення показників ефективності складають:

- «тривалість будівництва (Y_1)» $Y_1 = 272$ дні;
- «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» відповідно $Y_{2,1} = 56,744$ млн. грн./міс. та $Y_{2,2} = 61,173$ млн. грн./міс.;
- «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» $Y_{3к} = 632,485$ млн. грн. (з урахуванням відсотків за залученими кредитними коштами);
- «рентабельність (Y_4)» будівництва $Y_4 = 41,82\%$.

За результатами розрахунку техніко-економічної ефективності проведеного чисельного моделювання та оптимізації визначено, що у порівнянні з базовим (проектним) рішенням: тривалість будівництва житлового комплексу знижено на $71,6\%$; середню та максимальну інтенсивність фінансування підвищено відповідно на $71,2\%$ та $71,7\%$; загальну вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів знижено на $21,5\%$; рентабельність будівництва підвищено з $11,39\%$ до $41,82\%$.

Ефективність використання результатів дисертаційного дослідження підтверджена позитивною практикою їх впровадження у виробничу діяльність ряду будівельних підприємств.

Результати досліджень впроваджено в освітній процес та наукову роботу Одеської державної академії будівництва та архітектури при розробці навчально-методичного забезпечення, проведенні науково-технічних досліджень за договором № 4538а від 5 червня 2020 р. та підготовленні заявок на отримання грантів на науково-дослідні роботи.

Матеріали дисертаційного дослідження пройшли апробацію шляхом їх публікування в 11 друкованих роботах та виступах на наукових конференціях.

За результатами досліджень розроблено та отримано 2 патенти («Стіна будівлі» (UA 149402) та «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847)), рекомендації для пошуку найбільш ефективних рішень зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки та технологічну карту на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення - патент UA 149402 «Стіна будівлі».

Практична значимість результатів дисертаційного дослідження полягає у визначенні поєднань значень факторів для отримання найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки з урахуванням діючих обмежень власних коштів. За результатами дисертаційного дослідження розроблено рекомендації з їх використання, технологічну карту на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення - патент UA 149402 «Стіна будівлі» та отримано 2 патенти на нові конструктивно-технологічні рішення, які апробовано в умовах реального будівництва – «Стіна будівлі» (UA 149402) та «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847)).

Ключові слова: економічні, організаційно-технологічні та конструктивні рішення будівництва житлових комплексів, незнімна опалубка, чисельне моделювання, оптимізація, пошук ефективних рішень.

ABSTRACT

Bochevar K.I. EFFECTIVE SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL COMPLEXES USING FIXED FORMWORK - Qualifying scientific work with manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 192 Construction and civil engineering. - Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa, 2024.

The work solves the main task of finding the most effective organizational and technological solutions for the construction of residential complexes using frame fixed formwork.

The task was solved using modern software complexes by:

- development of new structural and technological solutions for erecting enclosing structures of residential complexes using fixed formwork (patents for useful models «Wall of the building» (UA 149402) and «System of frame fixed formwork» (UA 154847));
- determination of the effectiveness of the application of known and developed structural and technological solutions for erecting enclosing structures of residential complexes using fixed formwork according to the methodology of multi-criteria analysis;
- organizational-technological modeling of construction processes and experimental-statistical modeling of the patterns of changes in the main indicators when the studied factors are varied;
- optimization of organizational and technological solutions for the construction of residential complexes using the imposition of current restrictions and analysis of determined dependencies.

An analysis of open information sources is performed in the dissertation study. As a result, 12 of the most common structural and technological solutions for erecting building enclosing structures using fixed formwork were established. An analysis of known methods and techniques was performed, which can be used to find the most effective solutions in organizational and technological modeling of the processes of building residential complexes using fixed formwork.

To achieve the set goal, a general methodology for conducting a dissertation research was developed on the basis of the formulated scientific hypothesis. It includes methods for solving individual problems:

- the method of multi-criteria analysis to determine the effectiveness of constructive and technological solutions for erecting enclosing structures of

- residential complexes using fixed formwork (using the specialized functionality of the Microsoft Excel software complex);
- the methodology of conducting experimental and statistical modeling of the process of building a residential complex using fixed formwork in the COMPEX software complex;
 - methods of creating organizational, technological and economic models for the construction of residential complexes in Microsoft Project and AVK-5 software complexes.

By using the algorithm and the provisions of the multi-criteria analysis method, the effectiveness of the application of each of the 12 compared constructive and technological solutions for erecting building enclosing structures using fixed formwork. The analysis of the degree of effectiveness of the application of these solutions was carried out using specialized tools of the Microsoft Excel software package: «summary table» and «summary diagram». The comparison of 12 decisions was based on 7 quantitative ones and one qualitative efficiency criteria. The efficiency criteria varied within the following limits:

quantitative:

- «thickness» - from 320 to 640 mm;
- «heat transfer resistance» - from 3.53 to 4.03 (m²·K)/W;
- «weight of 1 m²» - from 300 to 580 kg;
- «area of premises with external dimensions of the house 10x10 m» - from 76.0 to 87.1 m²;
- «cost» - from 2380 to 4730 UAH/m²;
- «longevity» - from 80 to 100 years;
- «material shrinkage» - from 1 to 2%;

quality:

- «resistance to the formation of mold, decay and destruction» - had the meaning of «resistant» and «one-time treatment».

According to the results of a multi-criteria analysis of 12 constructive and technological solutions for erecting enclosing structures of residential complexes

using fixed formwork, the most effective solution was chosen according to 8 criteria - «UA patent № 149402 «Wall of the building»».

To carry out numerical simulation of the processes of building a residential complex using the most effective structural and technological solution «UA patent № 149402 «Wall of the building»» the main efficiency indicators were selected: "construction duration (Y_1)», «average financing intensity ($Y_{2,1}$)» and «maximum financing intensity ($Y_{2,2}$)», «construction cost (Y_3)», «profitability (Y_4)». The factors that exert the greatest influence on the main performance indicators were selected: «combination of work (X_1)» and «number of working hours per week (X_2)».

According to the theory of experiment planning, a 9-point experiment plan was chosen for numerical modeling of patterns of changes in efficiency indicators, which makes it possible to obtain adequate (reliable) results with the help of 9 experimental points.

The values of the factors influencing the selected performance indicators vary within:

- «combination of works (X_1)» from 74.61 to 85.21%;
- «number of working hours per week (X_2)» from 40 to 80 hours.

According to the provisions of the general methodology of the dissertation research, the selection of the residential complex «Avignon» for numerical modeling of construction processes is justified. It is located in Odessa. The foundations are piles, the enclosing structures of the complex are made using the solution «UA patent № 149402 «Wall of the building »», the complex consists of two «O»-shaped buildings and has 46.24 thousand m² of living space. Based on the analysis of project decisions of the residential complex «Avinion» a list of works on its construction in technological sequence was compiled. With the use of this list of works, according to the selected experiment plan, 9 estimated calculations were built in the AVK-5 software complex. In the Microsoft Project software complex, 9 work execution schedules were built using the most effective structural and technological solution «UA patent № 149402 «Wall of the building»» among all compared.

As a result of the construction of models according to the selected experimental plan, the values of the main efficiency indicators («duration of construction (Y_1)», «average intensity of financing ($Y_{2,1}$)», «maximum intensity of financing ($Y_{2,2}$)»), «cost of construction (Y_3)» were found and «profitability (Y_4)» of the construction of a residential complex when changing the studied factors («combination of work (X_1)» and «number of working hours per week (X_2)») within the selected limits of their variation.

Based on the obtained data, experimental and statistical modeling was performed in the COMPEX software complex. As a result of the conducted modeling, the regularities of changes in the main performance indicators when varying the most significant factors affecting them were established. They are interpreted in the form of analytical and graphical dependencies. Graphic dependencies obtained in the COMPEX software complex were processed using the CorelDrawX6 graphics editor. This greatly improved their visualization and appearance of patterns.

The analysis of patterns obtained with the help of experimental and statistical modeling made it possible to carry out a qualitative assessment and determine the nature of the dependence of efficiency indicators on the factors affecting them. Namely: the level of influence of each of the factors on the investigated efficiency indicators is determined using the ranking of factors by their level of significance built in the COMPEX software complex; the analysis of one- and two-factor diagrams of the influence of factors on the main performance indicators built in the COMPEX software complex was performed.

Experimental and statistical modeling of changes in the main indicators of the construction of the residential complex «Avinion» with the use of fixed formwork, made it possible to reveal the following. When changing the factors within the range of variation according to the selected experimental plan (values of the factors «combination of work X_1 » and «number of working hours per week X_2 »), the main efficiency indicators change as follows:

- «construction duration (Y_1)» from 272 to 958 days;

- «average financing intensity ($Y_{2.1}$)» from 16.316 up to 56.744 million UAH/month;
- «maximum financing intensity ($Y_{2.2}$)» from 17.327 up to 61.173 million UAH/month;
- «construction cost (Y_3)» 514.483 up to 521.007 million UAH;
- «construction cost, taking into account the involvement of credit funds (Y_{3k})» 632.485 up to 805.268 million UAH;
- « Y_4 profitability» from 11.39% to 41.82%.

A current restriction was introduced to plan the financing of the construction of the Avignon residential complex. The essence of the introduced current restriction is the need to use credit funds during construction financing.

According to the results of the analysis of the obtained regularities and the optimization (by introducing the current limitation), the most effective organizational and technological model (work schedule) for the construction of a residential complex using fixed formwork was determined. It was obtained by combining the factors: «combination of work (X_1)» and «number of working hours per week (X_2)», respectively, at the values of $X_1 = 85.21\%$ and $X_2 = 80$ hours. At the same time, the values of efficiency indicators are:

- «construction duration (Y_1)» $Y_1 = 272$ days;
- «average intensity of financing ($Y_{2.1}$)» and «maximum intensity of financing ($Y_{2.2}$)», respectively $Y_{2.1} = 56.744$ million UAH/month and $Y_{2.2} = 61.173$ million UAH/month;
- «cost of construction taking into account the involvement of credit funds (Y_{3k})» $Y_{3k} = 632.485$ million UAH (taking into account the interest on borrowed funds);
- «profitability (Y_4)» of construction $Y_4 = 41.82\%$.

Based on the results of calculating the technical and economic efficiency of the conducted numerical modeling and optimization, it was determined that in comparison with the basic (project) solution: the duration of the construction of the residential complex was reduced by 71.6%; the average and maximum funding

intensity increased by 71.2% and 71.7%, respectively; the total cost of construction, taking into account the involvement of credit funds, was reduced by 21.5%; profitability of construction increased from 11.39% to 41.82%.

The effectiveness of using the results of the dissertation research is confirmed by the positive practice of their implementation in the production activities of a number of construction enterprises.

The results of the research were implemented in the educational process and scientific work of the Odesa State Academy of Construction and Architecture in the development of educational and methodological support, the implementation of scientific and technical research under contract No. 4538a dated June 5, 2020, and the preparation of applications for receiving grants for scientific research works.

The materials of the dissertation research were approved by their publication in 11 printed works and presentations at scientific conferences.

Based on the results of the research, 2 patents were developed («Wall of the building UA 149402» and «System of frame fixed formwork UA 154847»), recommendations for finding the most effective solutions for the construction of residential complexes using fixed formwork and a technological map for the arrangement of walls 3- x storey townhouses using the most effective constructive and technological solution - «patent UA 149402 «Wall of the building»».

The practical significance of the results of the dissertation research consists in determining the combinations of factor values to obtain the most effective organizational and technological model for the construction of residential complexes using fixed formwork, taking into account the current limitations of own funds. According to the results of the dissertation research, recommendations for their use, a technological map for arranging the walls of 3-story townhouses using the most effective constructive and technological solution - «patent UA 149402 «Wall of the building»» and 2 new constructive and technological solutions that have been tested in real construction conditions have been developed - «Wall of the building» (UA 149402) and «System of frame fixed formwork» (UA 154847)».

Keywords: economic, organizational-technological, and constructive solutions for the construction of residential complexes, non-removable formwork, numerical modeling, optimization, search for efficient solutions.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

I. Список публікацій в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Meneulyuk O., Bochevar K., Nikiforov O. Long-term thermal productivity of polystyrene concrete in a new composite wall in a fixed formwork. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. №3 (195). P. 66-74.
<https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/066>
(Наукометрична база даних (НБМД) Scopus, квартиль Q3, фахове видання України в галузі «технічні науки»)
Особистий внесок здобувача – створено нове технічне рішення композитної стіни з пінополістиролбетону в незнімній опалубці з використанням легких сталевих тонкостінних конструкцій; досліджено та підтверджено можливість ефективної експлуатації конструкції шляхом перевірки нормативних значень показника ресурсу й коефіцієнта урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів у процесі експлуатації на їх теплопровідність.
2. Meneulyuk O.I., Kyryliuk S.V., Bochevar K.I. Evaluation of the new constructive-technological solution of the fence structure in the non-removable formwork. *Modern construction and architecture*. 2022. № 2. P. 113-122.
<https://doi.org/10.31650/2786-6696-2022-2-113-122>
(НБМД Index Copernicus, фахове видання України в галузі «технічні науки»)
Особистий внесок здобувача – розширено сферу використання методики багатокритеріального аналізу, проведено аналіз ефективності конструктивно-технологічних рішень за даною методикою.
3. Менейлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Зміни рентабельності будівництва житлового комплексу «Авіньйон» під впливом організаційних факторів. *Будівельне виробництво*. 2022. №74. С. 30-34.

<https://doi.org/10.36750/2524-2555.74.30-34>

(фахове видання України в галузі «технічні науки»)

Особистий внесок здобувача – визначено значення показнику рентабельності житлового комплексу «Авіньйон» при введенні діючого обмеження – використання кредитних коштів.

4. Руссий В.В., Бочевар К.І. Моделювання показників ефективності зведення житлового комплексу «Авіньйон». *Сучасне будівництво та архітектура*. 2023. № 6. С. 123-132.

<https://doi.org/10.31650/2786-6696-2023-6-123-132>

(фахове видання України в галузі «технічні науки»)

Особистий внесок здобувача – розширено сферу застосування методики експериментально-статистичного моделювання. Визначено залежності показників зведення житлового комплексу «Авіньйон»: «тривалість будівництва», «середня інтенсивність фінансування», «максимальна інтенсивність фінансування», «вартість будівництва з урахуванням кредитних коштів» від факторів, що на них впливають, а саме: «коефіцієнт суміщеності процесів» та «кількість робочих годин на тиждень».

II. Список публікацій які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Менайлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Рентабельність будівництва житлового комплексу «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 12.

Особистий внесок здобувача – визначено значення показнику рентабельності житлового комплексу «Авіньйон» при варіювання факторного простору.

2. Менайлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Огороджувальні конструкції у незйомній опалубці у житловому комплексі «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-

викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 13.

Особистий внесок здобувача – виконано аналіз відомих конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій з використанням незнімної опалубки.

3. Ковров А. В., Назаренко І. І., Менайлюк О. І., Бочевар К. І., Нікіфоров О. Л. Інноваційна технологія влаштування енергоефективних композитних стін в незнімній опалубці. *Енергоощадні машини і технології*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції 23-25 травня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С.41-44.

Особистий внесок здобувача – наведено опис нової технології влаштування огорожувальних конструкцій з використанням незнімної опалубки.

III. Список публікацій які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Construction technologies. Final cycle: textbook for higher educational institutions 4th edition, revised and updated / A. Kovrov, O. Meneiliuk, L. Lukashenko, O. Zaitseva, K. Bochevar / edited by O. Meneiliuk. Odessa, "Helvetica" publishing house, 2022. 506 p.

Особистий внесок здобувача – виконання 2-го розділу («Сучасний дизайн та технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення») посібника.

2. Стіна будівлі: пат. 149402 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u 2021 00397 ; заявл. 02.02.2021 ; опубл. 17.11.2021, Бюл. № 46. 6 с.

Особистий внесок здобувача – визначено склад шарів стінової конструкції.

3. Система каркасної незнімної опалубки: пат. 154847 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u202203576 ; заявл. 26.09.2022 ; опубл. 27.12.2023, Бюл. № 52. 5 с.

Особистий внесок здобувача – визначено технологічну послідовність зведення стінової конструкції з використанням незнімної опалубки.

4. Матеріали та технології ізоляційних робіт в будівництві : монографія / Менейлюк О.І., Бабій І.М., Бочорішвілі Г.Д., Бочевар К.І. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2020. 492 с.

Особистий внесок здобувача – наведено опис технології проведення ізоляційних робіт в будівництві.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ABSTRACT.....	8
Список публікацій здобувача за темою дисертації	16
ЗМІСТ	20
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	23
ВСТУП	25
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.....	35
1.1. Аналіз відомих конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.....	35
1.2. Аналіз сучасних методик та методів й програмних комплексів, які можуть бути використані для пошуку ефективних рішень будівництва житлових комплексів. Методи фінансування будівельних проєктів	71
Висновки за розділом 1	80
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ОКРЕМИХ ЗАВДАНЬ.....	81
2.1. Формулювання наукової гіпотези.....	81
2.2. Загальна методика досліджень	83
2.3. Методика багатокритеріального аналізу визначення ефективності конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки ..	89
2.5. Методики та методи проведення чисельного моделювання будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки..	94

2.5.1. Визначення найбільш значущих показників та факторів, що на них впливають. Планування експерименту та обробки результатів	94
2.5.2. Методи створення моделей	102
Висновки за розділом 2	105
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ.....	107
Висновки за розділом 3	120
РОЗДІЛ 4 ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ.....	121
4.1. Дослідження впливу факторів на тривалість будівництва житлового комплексу	125
4.2. Дослідження впливу факторів на середню та максимальну інтенсивність фінансування будівництва житлового комплексу	132
4.3. Дослідження впливу факторів на вартість будівництва житлового комплексу. Проведення оптимізації шляхом введення діючих обмежень	142
4.4. Дослідження рентабельності будівництва житлового комплексу з урахуванням використання кредитних коштів. Оцінка техніко-економічної ефективності результатів дослідження.....	149
Висновки за розділом 4	154
РОЗДІЛ 5 АПРОБАЦІЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	156
5.1. Впровадження результатів досліджень в освітній процес та наукову роботу, їх апробація	156

5.1.1. Розробка патенту на корисну модель «Стіна будівлі» (UA 149402)	158
5.1.2. Розробка патенту на корисну модель «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847)	166
5.2. Розробка рекомендацій для використання результатів дисертаційного дослідження.....	171
5.3. Технологічна карта на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням найбільш ефективного конструкторно-технологічного рішення - патент UA 149402 «Стіна будівлі»	174
5.4. Впровадження результатів дослідження в умовах будівельного виробництва.....	192
5.5. Перспективні напрямки проведення досліджень	196
Висновки за розділом 5	197
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	199
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	203
ДОДАТКИ.....	220
ДОДАТОК А. Графічна частина технологічної карти.....	221
ДОДАТОК Б. Довідки, що підтверджують апробацію дисертаційної роботи.....	222
ДОДАТОК В. Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості по апробації результатів дисертації	227

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЛСТК – легкі сталеві тонкостінні конструкції.

ЦСП – цементно-стружкові плити.

СМЛ – скламагнієві листи.

Чисельне моделювання – в даній роботі включає в себе створення моделей зміни показників ефективності будівництва за обраними планами експериментів та оптимізацію організаційно-технологічних рішень за допомогою комп'ютерних програм. При цьому використовується методика експериментально-статистичного моделювання.

ЕСМ – експериментально-статистичне моделювання – сукупність методів математичної статистики та теорії планування експериментів за допомогою використання яких можливо встановити закономірності між показниками та факторами, що впливають на них.

Критерії ефективності – найбільш значущі якісні або кількісні критерії за якими порівнюються обрані рішення за допомогою методики багатокритеріального аналізу.

Основні показники ефективності – показники процесів зведення житлових комплексів, які є найбільш значущими.

Оптимізація – накладення діючих обмежень на отримані закономірності зміни показників ефективності при варіюванні досліджуваних факторів в межах досліджень.

НБМД – Наукометрична база даних.

ПК – програмний комплекс.

MS Project (Microsoft Project) – ПК, що використовується в роботі для створення організаційно-технологічних моделей (графіків виконання робіт).

АВК-5 («Автоматизований випуск кошторисів - 5») – ПК, що використовується в роботі для створення економічних моделей (кошторисних розрахунків).

MS Excel (Microsoft Excel) – ПК, що використовується в роботі для проведення багатокритеріального аналізу.

ТЕЕ – техніко-економічна ефективність результатів дослідження.

ТІБЕ – технологія індивідуального будівництва і екологія.

ВСТУП

Сутність **основного наукового завдання** дисертаційної роботи: пошук найбільш ефективних організаційно-технологічних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Основне завдання в роботі вирішено **шляхом** розробки нових огорожуючих конструкцій, способів та технологій їх влаштування, проведення багатокритеріального аналізу конструктивно-технологічних рішень, організаційно-технологічного моделювання процесів будівництва та експериментально-статистичного моделювання закономірностей зміни основних показників ефективності при варіюванні факторів, що досліджувались з урахуванням діючих обмежень та використанням сучасних програмних комплексів.

Обґрунтування вибору теми дослідження. У світі зведення нових житлових будівель за каркасно-монолітною технологією (з використанням монолітних залізобетонних конструкцій) є одним з найбільш динамічних і перспективних напрямків. З початку ХХІ століття в Україні активно зводяться нові будівлі за цими технологіями [1]. Попит на них постійно зростає, як у сегменті малоповерхового так і багатоповерхового будівництва. За даними Державної служби статистики України загальна площа житлових приміщень лише за період з 1 січня 2019 року по 1 січня 2021 року зросла з 993 млн. м² до 1 015 млн. м² [2]. В грошом вимірі тільки в 2021 році в Україні побудовано житлових будівель вартістю близько 39,2 млрд. грн. [3]. В період з січня по вересень 2023 року прийнято в експлуатацію житлові будівлі загальною площею близько 5,5 млн. м² [4]. Значну частку з них становлять саме каркасно-монолітні будівлі.

Для забезпечення раціонального рівня рентабельності проєкту зведення житлових комплексів необхідно визначати та розробляти нові ефективні рішення. Одним зі шляхів цього є використання ефективних технологій, зокрема незнімної опалубки. В нормативних документах (дивись, наприклад [5]), інших нормативно-правових актах в галузі будівництва та офіційних

рекомендаціях України відсутні вказівки для пошуку ефективних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Традиційні технології зведення житлових комплексів з використанням монолітного залізобетону мають свої недоліки. Наприклад, необхідність розбирання опалубки, встановлення розгалужених сплетінь арматури вручну тощо. Це призводить до збільшення трудомісткості, тривалості та вартості будівництва. Зведення залізобетонних елементів має зазвичай вирішальний вплив на показники ефективності зведення монолітних житлових будівель в цілому. Крім цього, актуальною та розповсюдженою проблемою є недостатність наявності власних коштів у забудовника. Нерідко доводиться залучати й кредитні кошти, що може суттєво знижувати показник рентабельності проекту.

Одним з актуальних наукових напрямків сьогодення є дослідження процесів зведення монолітних будівель з влаштуванням огорожувальних конструкцій у незнімній опалубці - у вигляді блоків, панелей тощо. Це дозволяє влаштовувати їх відразу з внутрішнім оздобленням (наприклад, гіпсокартоні листи) та зовнішнім оздобленням (наприклад, скламагнієві або цементно-стружкові плити).

Огорожувальні конструкції з використанням незнімної опалубки крім того, що є ефективнішими (наприклад, більш швидкими при зведенні, знижують трудомісткість за рахунок зменшення кількості складальних операцій і матеріаломісткості) ніж традиційні технології влаштування монолітних залізобетонних елементів можуть виконувати ще й роль несучих конструкцій будівлі. Рішення зведення огорожувальних конструкцій з використанням незнімної опалубки, як правило, мають високі теплотехнічні властивості. Це є особливо актуальним, враховуючи постійне підвищення вимог нормативних документів [6] з опору теплопередачі.

Визначення найкращих серед відомих та розробка нових ефективних рішень з використанням незнімної опалубки дозволяють знизити загальну

вартість, зменшити тривалість, трудомісткість та підвищити рентабельність будівництва житлових комплексів.

Вищенаведене підкреслює **актуальність** роботи.

Мета роботи – визначення найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки з урахуванням діючих обмежень за кількістю власних коштів та коштів інвесторів.

Задачі дослідження.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні задачі.

1. Аналіз відкритих інформаційних джерел відомих методів, методик та сучасних програмних комплексів, які можуть бути використані для пошуку ефективних рішень будівництва житлових комплексів; відомих методів фінансування будівельних проєктів, які можливо використовувати при зведенні житлових комплексів; відомих конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.
2. Розробка методики досліджень.
3. Визначення найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.
4. Визначення залежностей зміни показників ефективності будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон», при варіюванні факторів, що на них впливають.
5. Визначення найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі зведення житлового комплексу з урахуванням заданих обмежень.
6. Розробка нових конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.
7. Апробація, впровадження та розрахунок техніко-економічної ефективності результатів дослідження.

Об’єкт дослідження – процес зведення житлового комплексу.

Предмет дослідження – організаційно-технологічні рішення зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Методи дослідження. Пошук необхідної для дисертаційного дослідження інформації відбувався шляхом аналізу відкритих інформаційних джерел.

Аналіз ефективності конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки відбувався за допомогою методів багатокритеріального аналізу з використанням спеціалізованих функцій «зведена таблиця» та «зведена діаграма» програмного комплексу Microsoft Excel.

Чисельне моделювання проводилось за розробленою методикою з використанням теорії планування експериментів та методики експериментально-статистичного моделювання у програмному комплексі COMPEX. При цьому побудова моделей виконувалась у програмних комплексах АВК-5 (економічні моделі) та Microsoft Project (організаційно-технологічні моделі) згідно обраних планів скорочених експериментів. Вони дозволили при найменшій кількості точок отримати результати, адекватні для інженерної оцінки. Отримані аналітичні та графічні залежності показників ефективності від факторів, що на них впливають, були проаналізовані з урахуванням діючих обмежень за кількістю фінансування за рахунок власних коштів забудовника та коштів інвесторів.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше:

- отримані результати визначення ефективності конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки – *шляхом порівняння 12-ти рішень за 8-ма критеріями ефективності;*
- визначені графічні та аналітичні залежності зміни основних показників ефективності зведення житлового комплексу при варіюванні факторів

(«суміщеність робіт X_1 » $X_1 = 74,61 \dots 85,21$ %, «кількість робочих годин на тиждень X_2 » $X_2 = 40 \dots 80$ годин), що на них впливають. При варіюванні значень факторного простору згідно до обраного плану експерименту показники ефективності коливаються в таких межах: «тривалість будівництва (Y_1)» з 272 до 958 днів, «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» з 16,316 млн. грн. до 56,744 млн. грн. на місяць, «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» з 17,327 млн. грн. до 61,173 млн. грн. на місяць, «вартість будівництва (Y_3)» 514,483 млн. грн. до 521,007 млн. грн., «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» 632,485 млн. грн. до 805,268 млн. грн., «рентабельність Y_4 » від 11,39 % до 41,82 %. *Залежності визначено шляхом моделювання виробничих процесів в ПК MS Project та проведення експериментально-статистичного моделювання з використанням теорії планування експериментів;*

- визначено найбільш ефективну організаційно-технологічну модель (графік виконання робіт) зведення житлового комплексу з використанням отриманих результатів. Вона отримана при поєднанні факторів: суміщеність робіт (X_1) та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» відповідно на значеннях $X_1 = 85,21$ % та $X_2 = 80$ год. При цьому значення показників ефективності складають: «тривалість будівництва (Y_1)» $Y_1 = 272$ дні, «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» відповідно $Y_{2,1} = 56,744$ млн. грн./міс. та $Y_{2,2} = 61,173$ млн. грн./міс., «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» $Y_{3к} = 632,485$ млн. грн., «рентабельність (Y_4)» будівництва $Y_4 = 41,82$ % – *за результатами аналізу отриманих закономірностей та проведеної оптимізації (шляхом введення діючих обмежень);*

отримали подальший розвиток:

- методики багатокритеріального аналізу, експериментально-статистичного моделювання шляхом розширення сфери їхнього

застосування для пошуку ефективних рішень зведення житлового комплексу.

Практичне значення отриманих результатів дослідження.

1. Визначено поєднання значень факторів для отримання найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки та урахуванням діючих обмежень за кількістю фінансування за рахунок власних коштів та коштів інвесторів.
2. Розроблено технологічну карту на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення влаштування огорожувальних конструкцій.
3. Розроблено та отримано 2 патенти на нові конструктивно-технологічні рішення, які апробовано в умовах реального будівництва – «Стіна будівлі» (UA 149402) та «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847)».
4. Розроблено рекомендації з пошуку ефективних рішень зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.
5. Результати дисертаційного дослідження впроваджено в діяльність ряду підприємств, що дозволило визначити їх ефективність при використанні у будівельному виробництві. Зокрема, знижено вартість (на 14-19%), тривалість (на 30-35 %) та трудомісткість виконання робіт зі зведення житлових будинків за адресою: м. Одеса, вул. Дача Ковалевського, 121.
6. Результати досліджень впроваджено в освітній процес та наукову роботу Одеської державної академії будівництва та архітектури при розробці навчально-методичного забезпечення та проведенні науково-технічних досліджень за договором.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Результати дисертаційного дослідження відповідають напрямку наукових досліджень кафедри «Технологія будівельного виробництва»

Одеської державної академії будівництва та архітектури, затвердженим Міністерством освіти і науки України «Розробка та вдосконалення технології та організації будівельних і ремонтно-відновлювальних робіт» (номер державної реєстрації 0113U002184) та в цілому відповідають плану науково-дослідних робіт кафедри «Технологія будівельного виробництва» Одеської державної академії будівництва та архітектури.

Результати дослідження відповідають частині завдань науково-дослідної роботи, що виконана в Одеській державній академії будівництва та архітектури за договором № 4538а від 5 червня 2020 р.

Особистий внесок здобувача визначено в наступних наукових роботах, опублікованих у співавторстві:

1. Meneulyuk O.I., Kyryliuk S.V., Bochevar K.I. Evaluation of the new constructive-technological solution of the fence structure in the non-removable formwork. *Modern construction and architecture*. 2022. № 2. P. 113-122.

Особистий внесок здобувача – розширено сферу використання методики багатокритеріального аналізу, проведено аналіз ефективності конструктивно-технологічних рішень за даною методикою.

2. Стіна будівлі: пат. 149402 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u 2021 00397 ; заявл. 02.02.2021 ; опубл. 17.11.2021, Бюл. № 46. 6 с.

Особистий внесок здобувача – визначено склад шарів стінової конструкції.

3. Система каркасної незнімної опалубки: пат. 154847 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u202203576 ; заявл. 26.09.2022 ; опубл. 27.12.2023, Бюл. № 52. 5 с.

Особистий внесок здобувача – визначено технологічну послідовність зведення стінової конструкції з використанням незнімної опалубки.

4. Менайлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Рентабельність будівництва житлового комплексу «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї

науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 12.

Особистий внесок здобувача – визначено значення показнику рентабельності житлового комплексу «Авіньйон» при варіювання факторного простору.

5. Менайлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Огороджувальні конструкції у незйомній опалубці у житловому комплексі «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 13.

Особистий внесок здобувача – виконано аналіз відомих конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій з використанням незнімної опалубки.

6. Менайлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Зміни рентабельності будівництва житлового комплексу «Авіньйон» під впливом організаційних факторів. *Будівельне виробництво*. 2022. №74. С. 30-34.

Особистий внесок здобувача – визначено значення показнику рентабельності житлового комплексу «Авіньйон» при введенні діючого обмеження – використання кредитних коштів.

7. Ковров А. В., Назаренко І. І., Менайлюк О. І., Бочевар К. І., Нікіфоров О. Л. Інноваційна технологія влаштування енергоефективних композитних стін в незнімній опалубці. *Енергоощадні машини і технології*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції 23-25 травня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С.41-44.

Особистий внесок здобувача – наведено опис нової технології влаштування огорожувальних конструкцій з використанням незнімної опалубки.

8. Meneulyuk O., Bochevar K., Nikiforov O. Long-term thermal productivity of polystyrene concrete in a new composite wall in a fixed formwork. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. №3 (195). P. 66-74.

Особистий внесок здобувача – створено нове технічне рішення композитної стіни з пінополістиролбетону в незнімній опалубці з використанням легких сталевих тонкостінних конструкцій; досліджено та підтверджено можливість ефективної експлуатації конструкції шляхом перевірки нормативних значень показника ресурсу й коефіцієнта урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів у процесі експлуатації на їх теплопровідність.

9. Руссий В.В., Бочевар К.І. Моделювання показників ефективності зведення житлового комплексу «Авіньйон». *Сучасне будівництво та архітектура*. 2023. № 6. С. 123-132.

Особистий внесок здобувача – розширено сферу застосування методики експериментально-статистичного моделювання. Визначено залежності показників зведення житлового комплексу «Авіньйон»: «тривалість будівництва», «середня інтенсивність фінансування», «максимальна інтенсивність фінансування», «вартість будівництва з урахуванням кредитних коштів» від факторів, що на них впливають («коефіцієнт суміщеності процесів» та «кількість робочих годин на тиждень»).

10. Construction technologies. Final cycle: textbook for higher educational institutions 4th edition, revised and updated / A. Kovrov, O. Meneiliuk, L. Lukashenko, O. Zaitseva, K. Bochevar / edited by O. Meneiliuk. Odessa, "Helvetica" publishing house, 2022. 506 p.

Особистий внесок здобувача – виконання 2-го розділу («Сучасний дизайн та технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення») посібника.

11. Матеріали та технології ізоляційних робіт в будівництві : монографія / Менайлюк О.І., Бабій І.М., Бочорішвілі Г.Д., Бочевар К.І. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2020. 492 с.

Особистий внесок здобувача – наведено опис технології проведення ізоляційних робіт в будівництві.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення і результати досліджень, викладені в дисертаційній роботі, були представлені і отримали позитивну оцінку на 3-х наукових конференціях.

Основний зміст дисертації опубліковано в 11 друкованих роботах, з яких: 4 статті у фахових і наукових спеціалізованих виданнях, які зареєстровані в бюлетені ВАК України (в тому числі – 3 у збірниках, що включені до наукометричної бази даних Index Copernicus та 1 стаття у збірнику, що включений до міжнародної наукометричної бази даних Scopus); 3 роботи апробаційного характеру; 4 додаткові публікації (в тому числі 2 патенти на корисну модель, 1 посібник та 1 монографія).

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації двома мовами, ключових слів, списку публікацій здобувача за темою дисертації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних інформаційних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 207 сторінок. Сторінок основного тексту – 156, рисунків – 64, таблиць – 15, формул – 6 та 3 додатки. Список використаних джерел містить 152 найменування на 17 сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз відомих конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки

Незнімна опалубка широко використовується під час будівництва нових мало- та багато- поверхових житлових будинків та комплексів. Вона є одним з найбільш простих, швидких та економічних варіантів зведення конструктивних елементів будинків.

Незнімну опалубку можливо використовувати для зведення стін, перекриттів, перегородок тощо житлових будинків. Її головна особливість – можливість встановлення опалубки, що не знімається для різних конструкцій. Після її встановлення відбувається заливка бетонної суміші в утворені пустоти в тілі конструктивного елемента. При цьому процес зняття опалубки відсутній. Перевагою цієї опалубки є також те, що вона може виступати у ролі утеплювача. Це є особливо актуальним у розрізі постійного підвищення вимог нормативних документів України в галузі будівництва [6]. Не випадково в англійській будівельній термінології технологія влаштування огорожувальних конструкцій з використанням незнімної опалубки має назву Insulating Concrete Form (ICF), що дослівно переводиться як «теплоізоляційна форма для бетону» або «теплоізоляційна бетонна форма» [7-13].

Використання незнімної опалубки не вимагає залучення висококваліфікаційних робітників. Використання цього конструктивно-технологічного рішення дозволяє скоротити витрати, трудомісткість та терміни будівництва житлових комплексів. До основних переваг використання незнімної опалубки можливо віднести: спрощену технологію виконання робіт (порівняно с традиційними технологіями виконання монолітних залізобетонних елементів), меншу вагу, відсутність необхідності

застосування важкої техніки та необхідності розбирання опалубки. Зазвичай є відсутньою необхідність додаткового утеплення огорожуючих конструкцій, що виконані з використанням незнімної опалубки. Поряд з вказаними перевагами, існує, в деяких рішеннях, проблема забезпечення високих показників несучої здатності конструктивних елементів [7, 10].

Основними критеріями, за якими розрізняють види незнімної опалубки між собою є форма опалубки та форма бетону, яку він набуває в середині неї.

Надалі, в цьому підрозділі дисертаційної роботи, виконано аналіз відомих та наведено опис розроблених конструктивно-технологічних рішень використання незнімної опалубки з відкритих інформаційних джерел [7-68].

Проаналізовано конструктивно-технологічні рішення, які можливо класифікувати за формою опалубки наступним чином.

1. Незнімна опалубка у вигляді блоків.
 - 1.1. Пінополістирольні блоки.
 - 1.2. Пінополістирольні блоки з системою вирівнювання стін.
 - 1.3. Блоки з полістиролбетону.
 - 1.4. Блоки з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу.
 - 1.5. Бетонні блоки.
2. Незнімна опалубка у вигляді панелей.
 - 2.1. Великорозмірні панелі з пінополістиролу.
 - 2.2. 3-х шарові армовані пінополістирольні панелі.
3. Незнімна опалубка у вигляді плит або щитів.
 - 3.1. Цементно-стружкові плити.
 - 3.2. Бетонні плити з декоративним покриттям.
4. Каркасно-монолітна незнімна опалубка с обшивкою металевого каркасу.
 - 4.1.3 обшивкою цементно-стружковими плитами.
 - 4.2.3 обшивкою скламагнієвими листами.
 - 4.3. Патент UA № 149402 «Стіна будівлі» [7, 11, 14, 15].

Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків. Опалубка з пінополістирольних блоків одна з найбільш поширених на сьогоднішній день.

Роками будівельниками використовувалися дерев'яні або металеві опалубки. З сучасними технологій, що зробили крок вперед, до традиційних матеріалів додали пінополістирол [7, 16, 17, 18].

Широко використовувати незнімну опалубку з пінополістиролу дозволили відмінні характеристики матеріалу:

- високі теплоізоляційні властивості дозволяють опалубці служити шаром, що утеплює;
- пінополістирол виступає як додаткова звукоізоляція будівлі;
- маючи незначний досвід, можна зводити дану конструкцію самостійно;
- доступна вартість блоків з пінопласту дозволяє заощадити та зберегти баланс “ціна-якість” на гідному рівні;
- пінополістирол стійкий до грибку та плісняви;
- опалубка підходить як для невеликих приватних будинків, так і для зведення багатоповерхівок [17, 18].

Опалубка з пінополістирольних блоків (рис. 1.1) задає потрібну геометрію будівлі та підвищує її енергозберігаючі здібності [7, 12, 16, 17].

Але є й незначні недоліки такої конструкції. По-перше, монтажні роботи можна проводити тільки в теплу пору року. Мінімально допустима температура для проведення робіт – плюс 5 С°. А, по-друге, щоб уникнути підвищеної вологості в будинку, швидше за все, знадобиться облаштування системи примусової вентиляції. Але, за будь-якого розкладу, незнімна опалубка з пінополістиролу - одна з найбільш економічно вигідних конструкцій [7, 24, 30, 55].

Процес монтажу опалубки. Перш ніж почати процес зведення пінопластової опалубки з блоків, потрібно детально спроектувати розташування комунікаційних систем та вивести всю необхідні отвори під сантехніку, електрику та вентиляцію. Після того, як блоки будуть залиті бетоном, зробити все це буде набагато складніше [7, 16, 17, 41, 50].



Рис. 1.1 – Загальний вигляд незнімної опалубки з пінополістирольних блоків

Для влаштування цієї опалубки потрібно виконати наступні етапи:

- розмітити територію, скласти план майбутньої будівлі, ретельно вимірюючи кути. Вирити траншею по периметру будівлі шириною 40 см і глибиною близько 50 см. При цьому дно траншеї потрібно ретельно вирівняти. Дно котловану має бути ретельно вирівняне;
- зробити в траншеї дренажний шар заввишки близько 15 см, засипавши дно щебнем та піском. Потім утрамбувати та вирівняти подушку;
- у шар, що вийшов, вставити арматуру, яка згодом допоможе фіксувати опалубні блоки. Потім залити тонким шаром бетону. Таким чином, виходить рівна бетонна основа для опалубки;
- коли "підшва" застигне, можна переходити до укладання блоків опалубки. Перший ряд сідає на арматуру, що виходить із фундаменту [15, 18].

Ряди блоків між собою кріпляться замками шип-паз, додатково їх можна зафіксувати металевими скобами [7, 44, 46].

Потім у пазах блоків потрібно горизонтально розмістити прuti арматури. Подальше нарощування нагадує будівництво кубиками «ЛЕГО», щоправда, вирівнювання по вертикалі потрібно контролювати.

Важливо ретельно закріпити арматуру, щоб уникнути видавлювання блоків при подальшому заливанні бетонною сумішшю. Розчин, інакше, може протікати назвоні.

Після 3-4 рядів блоків з пінополістиролу можна приступати до заливання розчину. Наповнювати порожнини бетоном потрібно до половини верхнього ряду блоків опалубки. Розчин потрібно ущільнювати – вручну або глибинним вібратором. Це дозволить запобігти утворенню порожнин. Далі укласти ще 3 шари блоків та залити наступною порцією бетонної суміші. Продовжувати доти, доки не будуть укладені всі блоки та заповнені всі порожнечі [15, 46-49]

Технологічні операції влаштування наведено на рисунку 1.2 на прикладі влаштування стін з пінополістирольних блоків [7].

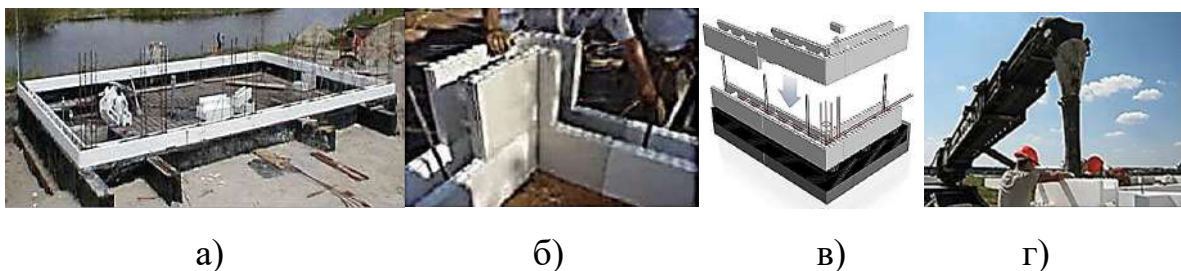


Рис. 1.2 – Технологічні операції влаштування стін з пінополістирольних блоків: а) – установка першого ряду блоків з армуванням; б, в) – установка другого ряду блоків та формування кута з армуванням; г) – бетонування блоків за допомогою бетононасосу

Результатом проведених робіт стає багат шарова конструкція - два шари пінополістиролу із міцним монолітним прошарком. Надалі таку стіну достатньо оштукатурити і покрити фінішним оздобленням [51, 53].

Опалубка з пінополістирольних блоків дозволяє витримати геометрію будівлі під час будівництва, а також заощадити на тепло- та звукоізоляційних матеріалах [7, 16, 17, 56-58].

Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін (рис. 1.3). В основу технології пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін покладене зведення несучих стін з монолітного залізобетону за допомогою опалубки, що не знімається зі спеціального будівельного пінополістиролу. По головних параметрах, таким як теплозахист, звукоізоляція, комфортність, простота й швидкість будівництва, міцність і довговічність, дана технологія ставиться до високих технологій в області будівництва [15, 16, 46, 47, 50].

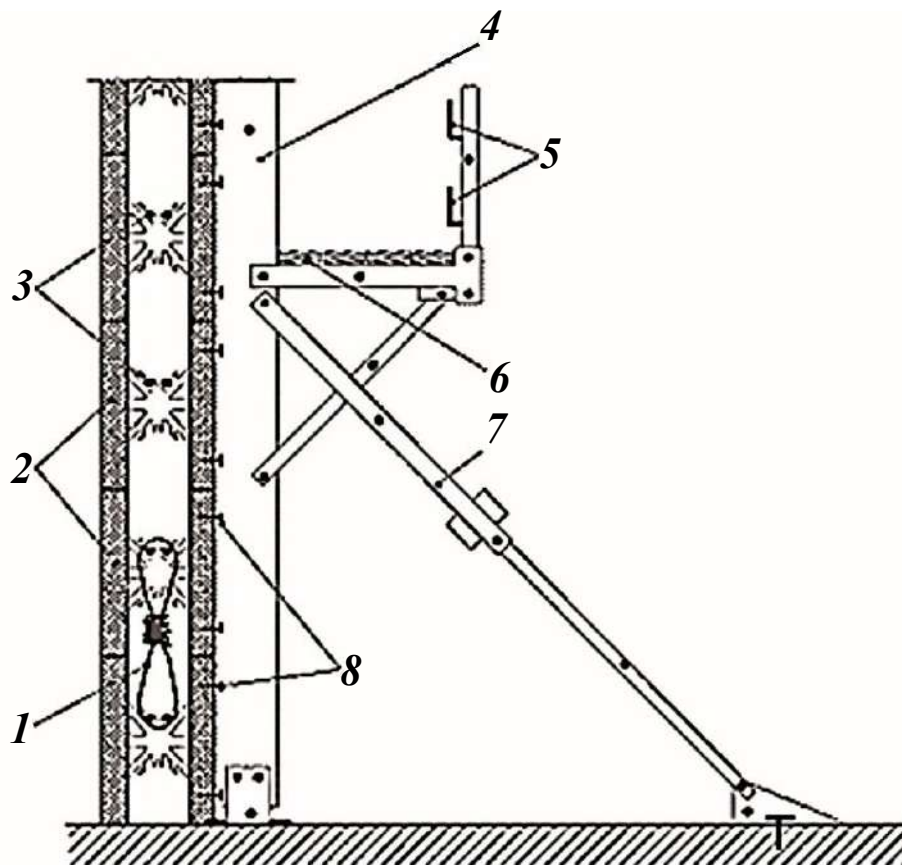


Рис. 1.3 – Конструктивно-технологічна схема незнімної опалубної системи з пінополістиролу з вирівнюванням: 1 – дротове скручування; 2 – блоки пінополістирольні; 3 – арматура; 4 – стійка; 5 – підмости; 6 – ходовий настил; 7 – домкрат; 8 – саморізи

Пінополістирольні блоки постійно модернізувалися й сьогодні являють собою міцні й зручні конструкції, за допомогою яких можна звести будинок практично будь-якої архітектури. Такі технології застосовуються в країнах Західної Європи, Австралії, Канаді й США [15].

Елементи незнімної опалубки виконані із твердого самозагасаючого пінополістиролу у формі пустотілих блоків, армовані й заповнені бетоном, являють собою універсальну систему для зведення стін об'єктів будь-якого типу. Спеціальна конструкція замків запобігає витіканню бетону й дозволяє швидко й точно з'єднувати блоки. Півтораметрові блоки важать небагато, їх може спокійно підіймати один робітник. У ході однієї технологічної операції споруджується монолітна бетонна стіна, обрамлена із внутрішньої й зовнішньої сторін тепло- і звукоізоляційною оболонкою з пінополістеролу [15]. Для прикладу, у будівельній системі "Ізодім" використовується спеціальний будівельний пінополістирол. Щільність пінополістиролу в будівельних елементах становить від 25 до 27 кг/м³. Пінополістирол є екологічно чистим матеріалом (97% повітря й 3% матеріал) і використовується навіть для впакування харчових продуктів [17, 18].

Пінополістирол практично не вбирає вологу (поглинання вологи 0,1%) і пропускає водяні пари (паропроникність - 0,032 мг/м.год. Па), що втримуються в повітрі. Низькі температури не роблять ніякого впливу на хімічні й фізичні властивості пінополістирола. При позитивних температурах до 90°C пінополістирол не змінює своїх параметрів навіть при тривалому впливі. Висока щільність пінополістирола, а також спеціальна конструкція сполучних замків блоків будівельної системи "Ізодім", виключає порушення теплопровідності блоків, як на стадії монтажу, так й у процесі експлуатації будинку. Атмосферному впливу зовнішні стіни з пінополістирольних блоків практично не схильні [46-49].

Пінополістирол є матеріалом самозагасаючим. У випадку пожежі він не поширює вогонь. Крім того, бетонна конструкція, що забезпечує несучу здатність та є негорючим матеріалом. Якщо пінополістирол піддається

короткочасному впливу полум'я, він оплавляється навколо джерела вогню, але не займається їй, відповідно, вогонь не поширює [15, 17, 57].

На відміну від інших будівельних матеріалів, пінополістирол не радіоактивний. Пінополістирол не містить речовин, що харчують мікроорганізми. По багаторічному досвіді будівництва будинків за цією технологією в Європі, пінополістирол не піддається деструктивному впливу гризунів, цвілі, грибків і бактерій [15].

Монтаж несучих стін не викликає труднощів і доступний навіть непрофесіоналові. Укладання пінополістирольних блоків починають на ретельно вирівняному по горизонталі фундаменті з облаштуваності гідроізоляції. Ізольюючий шар можна виконати із двошарового руберойду на мастиці або поліетиленовій плівці. Перший ряд пінополістирольних блоків укладають безпосередньо на шар гідроізоляції по всьому периметру майбутнього будинку, пропускаючи через порожнини блоків скріплену з фундаментом вертикальні арматури. Потім, відповідно до проекту будинку, у пази блоків закладають прутки горизонтальних арматур [18].

Під час кладки першого ряду формується архітектура цілого поверху, тому важливо відразу оформити в потрібних місцях укуси дверних прорізів і відводи внутрішніх стін. Другий шар блоків повинен перекривати вертикальні шви першого шару за принципом цегельної кладки зі зсувом, кратним 250 мм (для серії 25МСО), що дозволяє жорстко фіксувати форму будови. З'єднання блоків з пінополістиролу здійснюється легким натиском на їхні крайки, щоб замки, які перебувають у верхній і нижній частині крайок замкнули щільно без зазорів. Третій ряд - контрольний для вирівнювання шарів блоків по вертикальних швах кладки [15].

Після звірення із проектом розмірів стін й їхньої осьової точності, варто заглушити за допомогою спеціальних елементів «ОВ» і «ОН» всі бічні отвори в блоках, що утворилися в місцях їхнього з'єднання на кутових стінах й у прорізах дверей і вікон. Дуже важливо також установити в цьому ряді тимчасові, стягуючі перемички для фіксації розмірів прорізів. Крім того,

перемичку прорізу необхідно захистити від просідання й можливого руйнування під вагою рідкого бетону за допомогою вертикальних підпірок, які віддаляються після застигання бетону.

При бетонуванні струмінь бетону спочатку треба направляти на кути будівлі, розгалуження стіни, укоси й краї отворів, а вже потім на середню частину порожнини стіни. Ущільнення бетону здійснюється штикуванням. При укладанні свіжого бетону більш ніж через 6 годин після закладки попереднього необхідно очистити поверхню затверділого бетону від склоподібного цементного молочка й зволожити її. Для кращого зчеплення шарів поверхня покладеного бетону не потрібно розгладжувати.

Для оформлення стиків зовнішніх і внутрішніх несучих стін, а також кутів будівлі необхідно вирізати фрагменти в бічних стінках одних блоків й у торцевій частині інших так, щоб у прорізи, що утворилися, можна було пропустити арматури, а бетонна маса в розгалуженні або на кутах утворила б міцне з'єднання.

Після виконання описаних вище операцій можна приступати до заповнення порожнеч блоків бетоном. При індивідуальному будівництві краще здійснювати бетонування по двох - трьох ряду, бетоном або бетонною масою, приготовленої безпосередньо на будмайданчику. Марка бетону повинна відповідати проєкту. У процесі бетонування кожних двох рядів верхній край стіни повинен складатися з ряду не заповнюваних у цьому циклі блоків, які виконують роль стяжки. Додатково верхню крайку цього ряду блоків варто захистити коректорами з маркуванням «МН», щоб у замки не потрапила бетонна маса. Ці коректори можна використати багаторазово [15].

Після перших двох рядів блоків укладаються й бетонуються наступні ряди й т.д., по спіралі ростуть стіни нового будинку. При будівництві багатоповерхового будинку порожнини блоків зручно заповнювати за допомогою бетононасосу, регулюючи витрату бетону так, щоб не перевищувати обсяг 10-15 м³/год. (якщо консистенція маси пластична).

Високі теплотехнічні характеристики стін - це єдиний спосіб уникнути більших витрат на придбання індивідуального дорогого опалювального встаткування, транспортування палива, витрат часу й праці на його експлуатацію. Витрати на опалення будинку "Ізодім" у порівнянні із цегельним з товщиною стін 38 см будуть в 3-3,5 рази менше [57, 58]

У порівнянні із традиційною цеглою витрати на транспортування пінополістирольних пустотілих блоків в 3-4 рази нижче. За одну поїздку можна привезти комплект блоків на будівельний майданчик [15, 17].

Незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків. Опалубка складається з блоків полістиролбетону, які укладаються на клей або насухо («Симпролит», «Теплоліт»), і зв'язуються арматурою у вертикальному і горизонтальному напрямках, з подальшою заливкою порожнин бетоном. Блоки з полістиролбетону виконують функції опалубки і утеплювача. У системі «Марко» для фіксації блоків перед бетонуванням стін розроблена спеціальна термоізоляційна кладочна суха суміш зі спінених полістирольних шариків, цементу, спеціальних модифікуючих добавок для прискорення схоплювання [15].

За коефіцієнтом теплопровідності «Симпролит» майже ідентичний піно-газо-бетону з відповідною щільністю. І тут також слід враховувати реальні умови експлуатації з відповідною вологістю. Тобто, наприклад, фактичний коефіцієнт теплопровідності симпроліта з щільністю 300 кг/м³ для умов місцевості, наприклад Чернігова, буде рівним 0,105 Вт/(м · °С) [19-21]

Блоки виготовляються пустотні (рис. 1.4), з товщиною стінок 4 см. Стіни складають блоками щільністю не менше 800 кг / м³. Газобетон такої щільності вважається конструкційним, а все більш легке – теплоізоляційний. За допомогою полістиролбетонних блоків можливо виготовляти різні елементи будинку (стіни, перекриття тощо) [7, 20].

Розглянемо технологію влаштування полістиролбетонних блоків на прикладі зведення стін. На поверхню фундаменту спочатку наносять цементний розчин товщиною 10-20 мм, на який і укладають перший ряд

блоків. Далі у «виїмках» нагорі кожного блоку укладають горизонтально арматурні стрижні діаметром 8 мм. По довжині ці прутки «зрощуюють» внахльст і скріплюють дротяною скруткою. Таким чином, всі блоки ряду виявляються пов'язаними між собою. Потім, в отвори блоків встановлюють вертикальну арматуру (рис. 1.5), зв'язавши її з анкерами у фундаменті [15, 21].



Рис. 1.4 – Загальний вигляд полістиролбетонних блоків

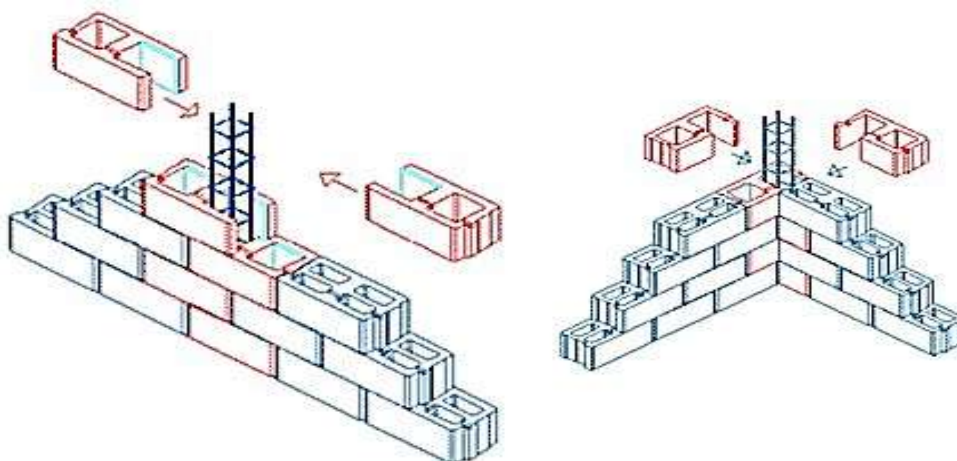


Рис. 1.5 – Установка вертикальних арматурних каркасів

При установці блоків другого ряду, їх просто одягають на арматуру, яка стирчить з нижнього ряду, зсуваючи кожний по відношенню до блоків нижнього ряду рівно наполовину (утворюється так звана перев'язка) (рис. 1.6) [7, 42, 43, 46].

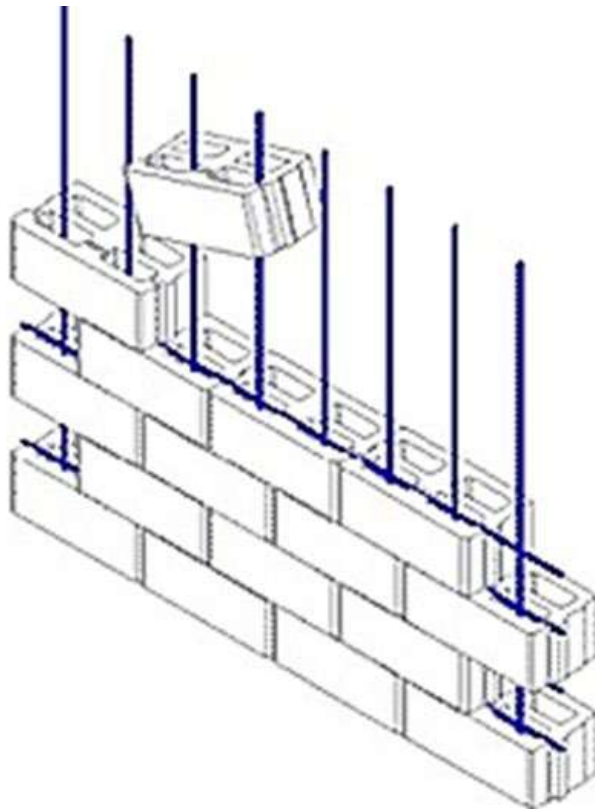


Рис. 1.6 – Установка блоків на арматурні стрижні

При цьому суворо стежать, щоб наскрізні отвори наступного ряду точно збігалися з отворами ряду попереднього. Монтують третій ряд блоків, а потім проводять заливку бетону в отвори стіни.

Потім укладають наступні три ряди блоків і знову заливають бетон, повторюючи цей цикл до тих пір, поки стіна не досягне проєктної відмітки. При необхідності, вертикальну арматуру нарощують. Завершує стіну монолітний бетонний пояс під перекриттям кожного поверху [25, 38-40, 45].

Конструктори симпролита свої блоки готові надавати просто як незнімну опалубку. Якщо використовувати блоки в якості незнімної опалубки,

то всередину, в порожнечі цих блоків необхідно заливати бетон. Саме він буде несучою частиною стіни. При ширині блоку в 30 см і товщині його стінок в 4 см на частку бетону залишається 22 см [7].

Під дією високих температур кульки пінопласту випаровуються, але залишається бетонна "решітка", яка при тривалій дії вогню переходить з стан пористого цементного каменю, зберігаючи свої властивості майже в повному обсязі [15, 39].

Незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу. Цементно-стружкові блоки відрізняються малою вагою і при цьому достатньою міцністю, мають низьку теплопровідність, а значить ефективно зберігають теплозабезпечення в приміщенні. Вони не гниють, не схильні вогню, прості в роботі і легкі в обробці і підгонці. Блоки з тирси і цементу не дають усадки, а складені з них конструктивні елементи є паропроникними, і в них можна запросто забивати цвяхи і свердлити будь-яким свердлом. Але головна перевага цих блоків - пружність. Завдяки цьому будинку, побудовані з таких блоків, дуже стійкі до коливань ґрунту і фундаменту. Основою блоку природно є цемент, марки не нижче 400. Тирса грають роль наповнювача, але крім них, і разом з ними, можуть бути використані стружки і дрібна тирса. Називається цей будматеріал арболіт. У слідстві своєї малої ваги конструкції з арболіту цілком стійкі навіть на стрічковому фундаменті, що дає велику економію фінансів на нульовому циклі будівництва, а за рахунок пористості блоку досягається хороша звукоізоляція [15, 22].

Такі блоки називають арболітовими, і це далеко не новий матеріал, але ще не так давно він не володів настільки широким поширенням, що дуже дивно, якщо врахувати його кращі експлуатаційні характеристики. До позитивних властивостей можна віднести такі якості:

- високі показники теплової ізоляції. Збудовані з опілкобетону будинки, немов термос, зберігають взимку тепло, а прохолоду в літній час.

Застосування арболіту усуває необхідність в тепловій стіновій ізоляції, що буде економити кошти на будівельний процес;

- повна натуральність – всі компоненти будівельного матеріалу володіють природним походженням, і тому вони не токсичні і не виділяють небезпечні для людського здоров'я мікроскопічні частинки, які провокують хвороби і алергію;
- висока міцність в сегменті пористого матеріалу. Арболіт має прекрасною структурною міцністю, що дає можливість використовувати його в ролі матеріалу для несучих конструкцій будинків;
- висока паропроникність - пориста структура буде забезпечувати вільне потрапляння чистого, свіжого повітря в самому будинку. Крім цього наявна можливість випаровуватися волозі, що потрапила на стіну;
- стійкість до температурних перепадів. Матеріал стійкий до циклів заморозки і розморожування, а ще не буде руйнуватися при зміні пори року, коли промерзла стіна починає нагріватися;
- помірна вартість. Арболітові блоки куди дорожче, ніж газобетон, але при цьому їх можна використовувати в ролі матеріалу для несучих малоповерхових конструкцій будівель, при цьому не вдаючись до використання цегли і тому подібних матеріалів, що в цілому здешевлює конструкцію;
- простота в обробці. Матеріал з легкістю піддається розпилюванню, просвердлюванню і іншим методам обробки без відколів і розтріскування, зберігає цілісність конструкції при впливі механічного характеру;
- високий ступінь шумової ізоляції. Пористість матеріалу забезпечує відчутне звукове поглинання, зменшуючи рівень і вихідного, і надходить шуму;
- застосування вторинної сировини. Головна складова маси деревно-цементних блоків – це тріска або стружка, які являють собою відходи

деревообробної промисловості. Навіть якщо власне джерело сировини відсутня, то його можна купити за низькими цінами і використовувати для виготовлення будівельного матеріалу, що зменшує його і без того низьку вартість;

- зручність в роботі. Блоки досить об'ємні та при цьому досить легкі, стіни можна побудувати швидко і без великих витрат фізичної сили;
 - довговічність. В умовах захисту блоків арболіта від попадання вологи вони будуть стояти протягом довгих десятиків років без руйнування від просихання, корозії та інших уповільнених процесів [15, 22, 23, 36, 54].
- Крім позитивних якостей блоків з цементу і тирси у матеріалів є і певні

недоліки:

- слабка стійкість до вологи та високий ступінь поглинання води. Практично всі деревно-цементні блоки бояться впливу вологи, але при цьому досить активно вбирають її. Захист від впливу води є основним завданням для тих, хто бажає застосовувати цементно-стружкові матеріали в будівельному процесі;
- тривалість виробництва. Після вливання у формі матеріалу повинен тверднути протягом 3 місяців до моменту, коли ви почнете використовувати блоки в будівництві;
- обмеженість деревних порід в ролі сировини [15, 22, 23].

При вибудовуванні зовнішніх стін будівель із застосуванням арболіту, щоб запобігати потраплянню вологи, варто облаштувати цоколь з бетону або цегли з висотою не менше 0.5 метрів від вимощення [15].

Для цього ж виліт карнизів за стіна фасаду повинен становити мінімум 0.5 метрів з обов'язковим монтажем системи відведення талої і зливової води.

Міжблокові шви повинні бути в товщину від 1 до 1.5 см. Арболітові блоки досить часто застосовують для того, щоб виробляти укладання виключно внутрішнього шару для утеплення. При застосуванні цементно-стружкових блоків в ролі матеріалу для віконних і дверних перемичок слід обов'язково виконати процес армування [36].

Арболітові типи блоків вживають в їжу в гризуни, і тому слід армувати стіни сітками в зоні, доступній для шкідників або поєднати кладку з додатковим матеріалом [7].

Використання цементно-стружкового матеріалу зі вкладишем з пінополістиролу можливе для різних елементів будинку (стіни, перегородки тощо). Розглянемо технологію влаштування цих стін на прикладі зведення стінових огорожувальних конструкцій.

Укладання блоків починають від кутів з урахуванням прорізів (рис. 1.7, а). Обов'язкова умова складання – внутрішні порожнини блоків всіх рядів стіни повинні збігатися по вертикалі. Необхідно забезпечити рівну горизонтальну поверхню, яка створюється за допомогою вирівнюючого будівельного розчину для першого ряду блоків по обрізу фундаменту (рис. 1.7, б) [7, 54].



а)

б)

Рис. 1.7 – Установка блоків на арматурні стрижні: а) - розмітка кутових блоків на фундамент; б) - установка першого ряду на розчин

Далі у виїмки, наявні нагорі коротких стінок кожного блоку, горизонтально укладають арматурні стрижні діаметром 8 мм, які з'єднують по довжині внахлост дротяним скручуванням. Потім, по центру прямокутних порожнин блоків встановлюють вертикальну арматуру, зв'язавши її з горизонтальним дротяним скручуванням. Потім укладають другий ряд блоків,

надягаючи їх на вертикальну арматуру, яка стирчить з нижнього ряду (довжина вертикальних стрижнів не повинна перевищувати 1,5-1,8 м (рис. 1.8, а, б). У міру зростання стіни стрижні нарощують, і знову укладають поздовжню арматуру. Зсув блоків утримується за рахунок пазів і гребнів на торцевих площинах [15, 38, 54].



Рис. 1.8 – Установка наступних рядів блоків і армування: а) - горизонтальної арматури; б) - вертикальної арматури

Надалі відбувається укладання бетону. Висота заливання не повинна бути більше чотирьох рядів блоків – тобто 100 см. Заливка здійснюється пошарово вручну. Порожнини верхнього ряду бетонних блоків рекомендується заливати лише до половини, щоб у подальшому шов між порціями бетону опинився всередині порожнини блоку [15, 23].

Незнімна опалубка з бетонних блоків. До неї можливо віднести технологію ТІБЕ (технологія індивідуального будівництва і екологія). Вона популярна на сьогоднішній день, оскільки дозволяє зводити будівлі з недорогих будівельних матеріалів із застосуванням доступних інструментів. Будівництво проводиться за стандартною схемою: облаштування фундаменту, зведення стін, їх утеплення і т.д. Для зведення стін ТІБЕ використовують переставну опалубку, яка складається зі сталі і розрахована на формування одного блоку [32, 46].

Опалубка ТІБЕ буває трьох видів:

- ТІБЕ - 1. Використовується для будівництва огорож, внутрішніх перегородок і гаражів. З її допомогою можна звести стіну товщиною 19 см;
- ТІБЕ - 2. Універсальна опалубка, яку вибирають для будівництва стіни товщиною 25 см;
- ТІБЕ - 3 застосовують для будівництва стін товщиною 38 см.

Опалубка ТІБЕ-3 незамінна при зведенні тришарових стін з гнучкими зв'язками, які відрізняються хорошими теплоізоляційними властивостями [15].

Опалубки ТІБЕ (рис. 1.9) забезпечені всіма необхідними конструктивними елементами і пристроями для будівництва [15, 31, 48].

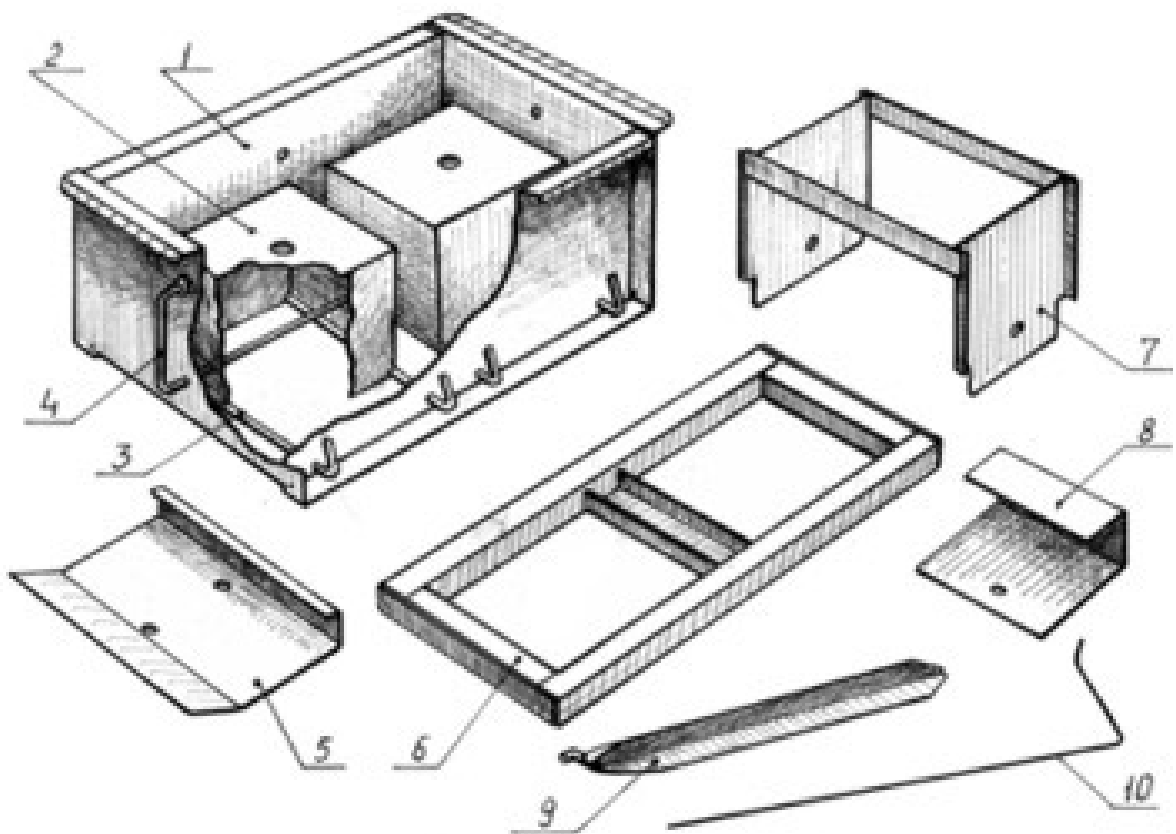


Рис. 1.9 – Деталі модуля ТІБЕ: 1 - форма; 2 - пустотоутворювач; 3 - поперечний штир; 4 - поздовжній штир; 5 - перегородка-скребок; 6 - вижимна панель-трамбування; 7 - опалубка-компенсатор; 8 - скоба; 9 - куточок формувальний; 10 - стопор дротяний

Зведення стін ТІБЕ починається з монтажу форми. Її встановлюють безпосередньо в стіну, поруч з уже відформованим блоком. Причому формування блоків відбувається шарами. Всього за день можна укласти один шар блоків. якщо ж на вулиці тепла погода, то установка кожного наступного ряду може проводитися через 4 години [31-33].

Процес використання модуля ТІБЕ для зведення стінових конструкцій показано на рисунку 1.10 [15].

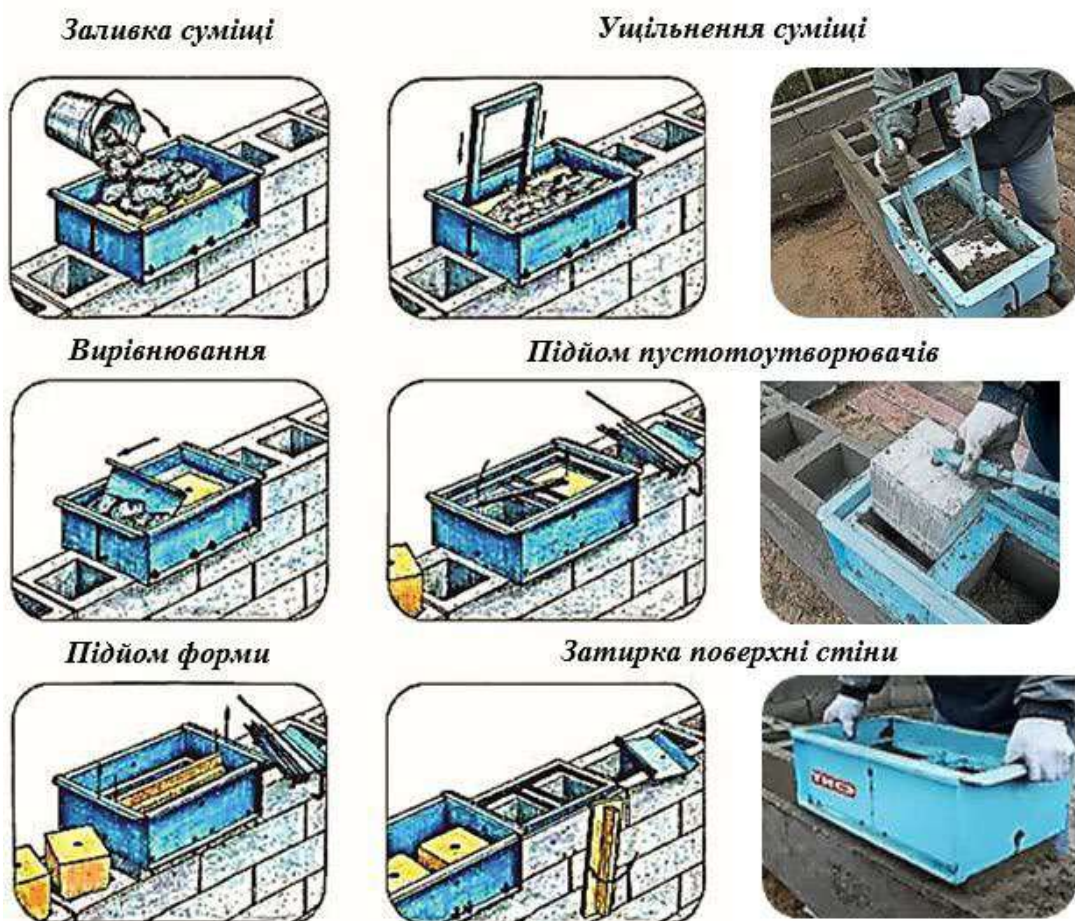


Рис. 1.10 – Технологічні операції формування блоків за допомогою модулів ТІБЕ

При формуванні необхідно передбачати такі питання, як пристрій прихованої проводки, вікон вентиляції і інших комунікацій. Оскільки в даному

випадку необхідно укласти вкладиш відповідного розміру, який віддалятися після розпалубки [31].

В процесі будівництва будинків та інших будівель за технологією ТІБЕ необхідно проводити армування стін за допомогою зварених чи дорожньої неметалевої сітки [32-33].

Однак перш ніж приступати до будівництва необхідно розробити проєкт майбутньої будівлі. Проєкт будинку дозволяє отримати дозвіл на будівництво, гарантувати надійність всіх конструкцій і будівельних елементів, а також дотримання норм пожежної безпеки і техніки безпеки [7, 11, 13, 15, 33].

Недоліками зведення огорожувальних конструкцій будівлі за технологією ТІБЕ є: велика тривалість та трудомісткість виконання робіт та вузька область використання – тільки для індивідуального будівництва.

Незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей. Існують різні види незнімної опалубки та порівняно недавно на нашому будівельному ринку з'явилася технологія «Plastbau». У ній використовується незнімна опалубка у вигляді великоформатних панелей, що дозволяє вести будівництво прискореними темпами [26, 27, 48].

Стінові елементи опалубки складаються з двох листів вогнестійкого пінополістиролу високої щільності (30 кг/м^3) і розташованого між ними сталевого каркаса з прутка перетином 8, 10, 12 мм. Внутрішня панель має товщину 50 мм (постійний параметр). Товщина зовнішньої складової незнімної опалубки (до 150 мм) визначається теплотехнічними розрахунками. Каркас утримується на місці спеціальними заглушками з поліпропілену. Ядро бетону (залізобетонна серцевина стін) становить 150 мм (задається на підставі розрахунку по міцності) [15, 29].

Незнімну опалубку «Plastbau» (рис. 1.11, 1.12) збирають подібно до дитячого конструктора. Складальні операції не вимагають спеціальних навичок. Тут головне не відхилятися від проєкту і чітко дотримуватися інструкції виробника домобудівною системи. Стінові панелі стикуються між собою за допомогою пазів і виступів, що забезпечують щільне прилягання

елементів один до одного. Розмір панелей (ширина 0,6 м) [15, 26-29, 40, 48, 49].

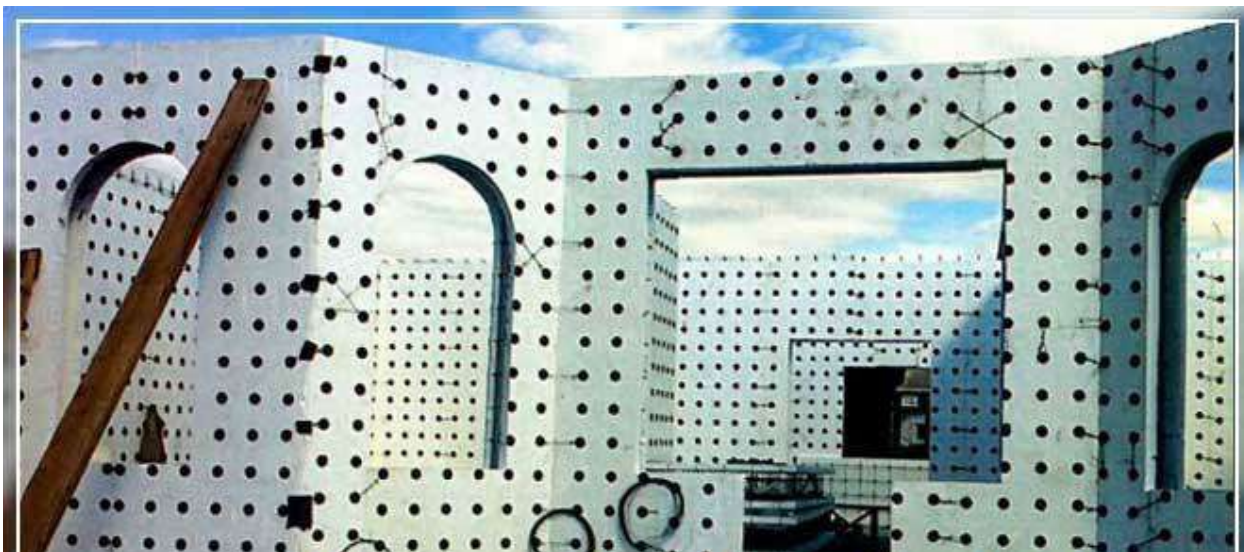


Рис. 1.11 – Загальний вигляд стін, виконаних з використанням незнімної опалубки з великорозмірних пінополістирольних панелей («Plastbau»)

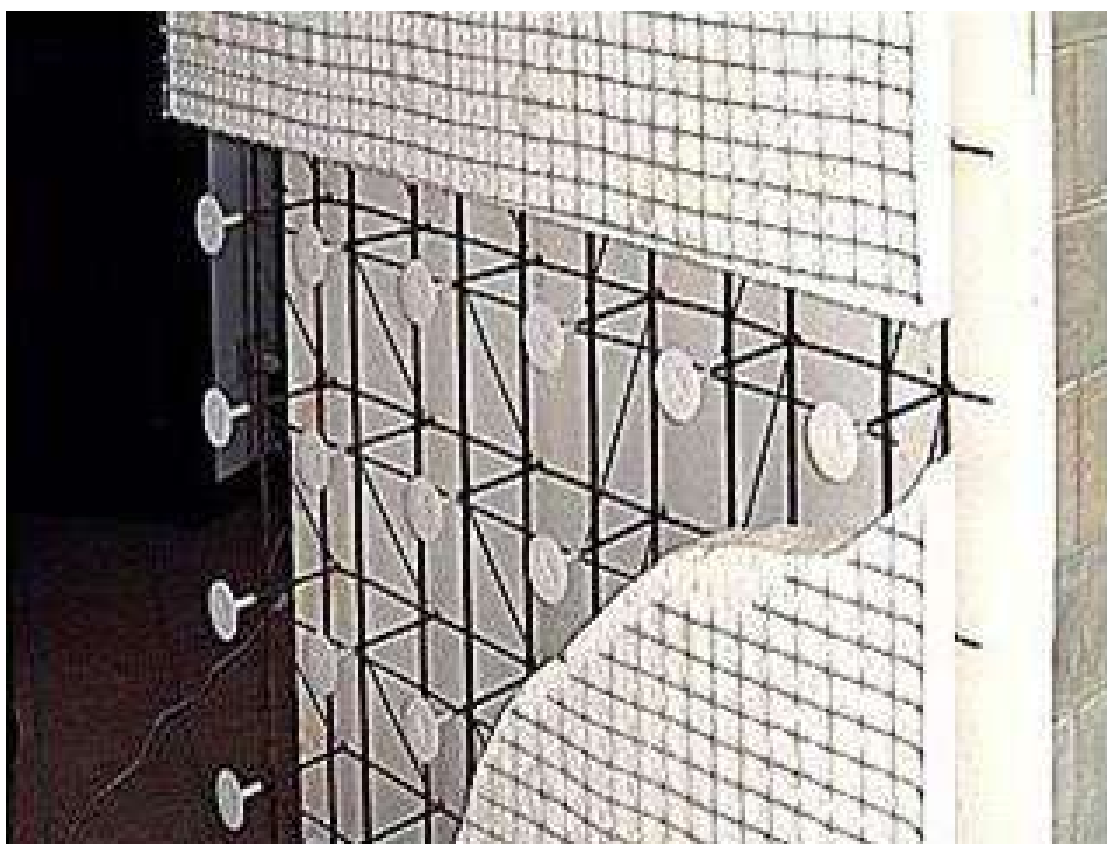


Рис. 1.12 – Конструктивно-технологічна схема незнімної опалубки з пінополістирольних панелей

Довжина від 6 до 12 м дозволяє бетонувати відразу цілий поверх, завдяки чому створюється цілісна монолітна конструкція, а будинок буквально росте на очах. До речі, при роботі з такою незнімною опалубкою не потрібно вантажопідйомна техніка [13, 15, 28, 50, 52].

Стінова панель площею 3,6 м² важить 25-30 кг і монтується двома робочим за 10-15 хвилин. Кілька разів при зведенні стін і перекриттів беруться технологічні паузи, щоб дати залитої бетонної суміші затвердіти і набрати міцність, достатню для продовження будівельного процесу [52].

Незнімна опалубка з пінополістирольних плит – прекрасна основа для внутрішньої обробки стін і стелі. Досить заповнити стики між панелями і нанести тонкий шар штукатурки (використовують спеціальні склади з підвищеною адгезією до пінополістиролу, розроблені для систем фасадного утеплення), щоб приступити до фарбування, облицювання і обклеювання шпалерами [26-29, 51, 53].

Внутрішнє оздоблення гіпсокартонним листом проводять без використання оцинкованих профілів - листи просто приклеюються до стіни і за допомогою саморізів прикручуються до поліпропіленовим заглушок. Інженерні роботи також виробляються легко, швидко і акуратно. Канали для електропроводки і сантехнічних труб вирізаються в товщі пінополістиролу звичайним ножом або спеціальним лобзиком [7, 27].

Незнімна опалубка з тришарових армованих пінополістирольних панелей. У середині такої панелі знаходиться пінополістирол, а з боків його щільно стискають дві армовані сітки. Після встановлення цієї панелі за допомогою професійної установки шар за шаром наносять бетон.

Незнімна опалубка представляє собою структурно-просторовий каркас, що складається з жорсткого пінополістирольного вкладиша, затиснутого між двома листами міцної сталеві сітки розміром осередку 50×50 мм, діаметром дроту 3-4 мм (рис. 1.13). Запатентований конструктивний елемент наскрізного з'єднання у панелях є «W»-подібним і нерозривним. Дріт вигнуто під певним

кутом у цільний сітками за формою W і утворює 3 сітку. Така сітка з'єднується з двома покриваючими сітками за допомогою зварювання. Після установки тришарової панелі на 4 місці майбутньої стіни, на неї наносяться 2-3 шари бетону методом торкретування (набризк бетону під тиском) за допомогою спеціальної установки або хопра. Отримана конструкція являє собою сендвіч «пінополістирол-бетон» і не потребує додаткового захисту пінополістиролу [15, 52].

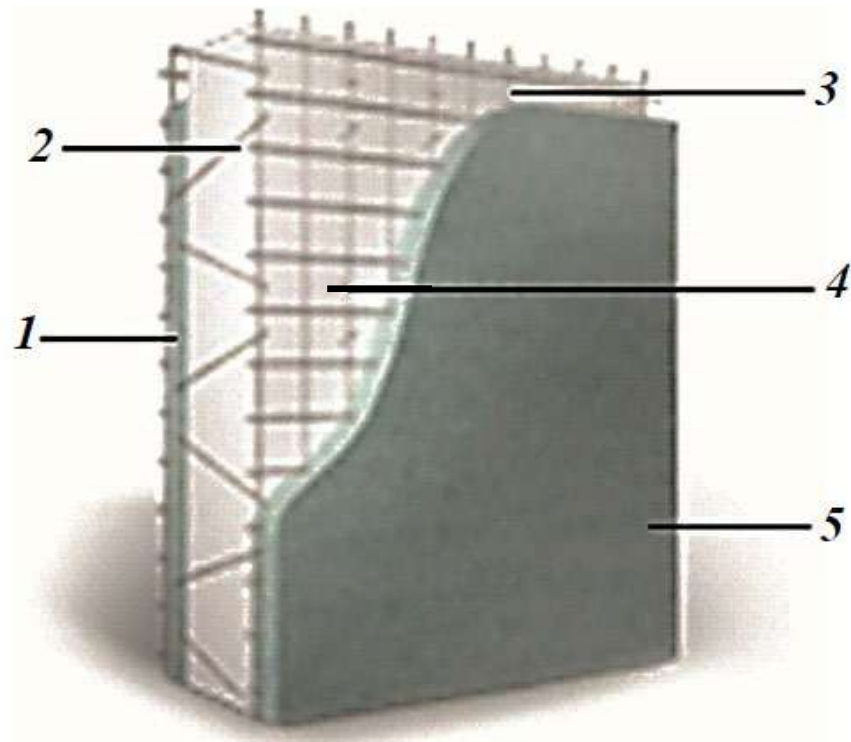


Рис. 1.13 – Конструктивно-технологічна схема тришарової армованої пінополістирольної панелі: 1 – зовнішній шар торкретбетону; 2 – W-подібне з'єднання; 3 – зварна арматурна сітка; 4 – сердечник зі спіненого пінополістиролу; 5 – зовнішній шар торкретбетону

Таким чином, застосування теплоізоляції і технологія торкретування дозволяють зберегти всі переваги панельної технології (низька собівартість і стислі терміни будівництва) і зводити при цьому будинки, які повністю відповідають найвищим вимогам якості [15].

На відміну від інших аналогічних будівельних систем незнімної опалубки з пінополістиролу, у тришарових армованих панелях немає перемичок, а використовується фрагмент конструкційної панелі. Це дозволяє, при необхідності, застосувати значно більші навантаження [58].

Зовнішнє оздоблення може бути будь-яким: від «шуби», у цьому випадку досить фарби, до облицювання цеглою. Останню бажано виконувати у процесі будівництва. На такі стіни можна наносити масивне оздоблювальне покриття безпосередньо на нанесений бетон.

Внутрішнє оздоблення будівлі також може бути будь-яким (від обклеювання шпалерами після вирівнювання і фарбування до природного каменю і плитки) [9, 11, 15].

Незнімна опалубка з цементно-стружкових плит. Опалубка у вигляді цементно-стружкових плит за допомогою простих металевих стяжок і цвяхів вручну виставляється на готовий фундамент. Всі плити шикуються по висоті поверху по поясах (рис. 1.14) [15, 34-35]. Зовнішня плита опалубки встановлюється зі заздалегідь наклеєним утеплювачем, товщина якого визначається вимогами теплоізоляції. Конструкція армується. Потім вручну формується опалубка перекриттів. На тимчасові стійки спирають балки з обрізної дошки, укладають пустотні коробки перекриттів. Готова опалубка стін будівлі і перекриттів заповнюється бетоном. При заповненні стін легким бетоном високу несучу здатність стін забезпечують внутрішні колони, заповнені важким бетоном, які виправдовують в незнімній опалубки. Для чого підбирають відповідну марку бетону і певний клас арматури, строго дотримуючись технології виробництва бетонних і арматурних робіт, але найчастіше при будівництві по технології для заповнення опалубки стін використовується важкий бетон [7, 13, 34, 56-58].

Інженерні комунікації закладають безпосередньо в опалубку, для цього в ній влаштовуються канали. Внутрішньоквартирна електропроводка і водопостачання прокладається в борознах, які штробляться у внутрішній плиті опалубки.

Будинки, побудовані за цією технологією ідеально поєднують в собі міцність і довговічність каменю з теплом і екологічним комфортом дерева. Людський фактор зведений до мінімуму, що дозволяє давати гарантії продукції [7, 35].

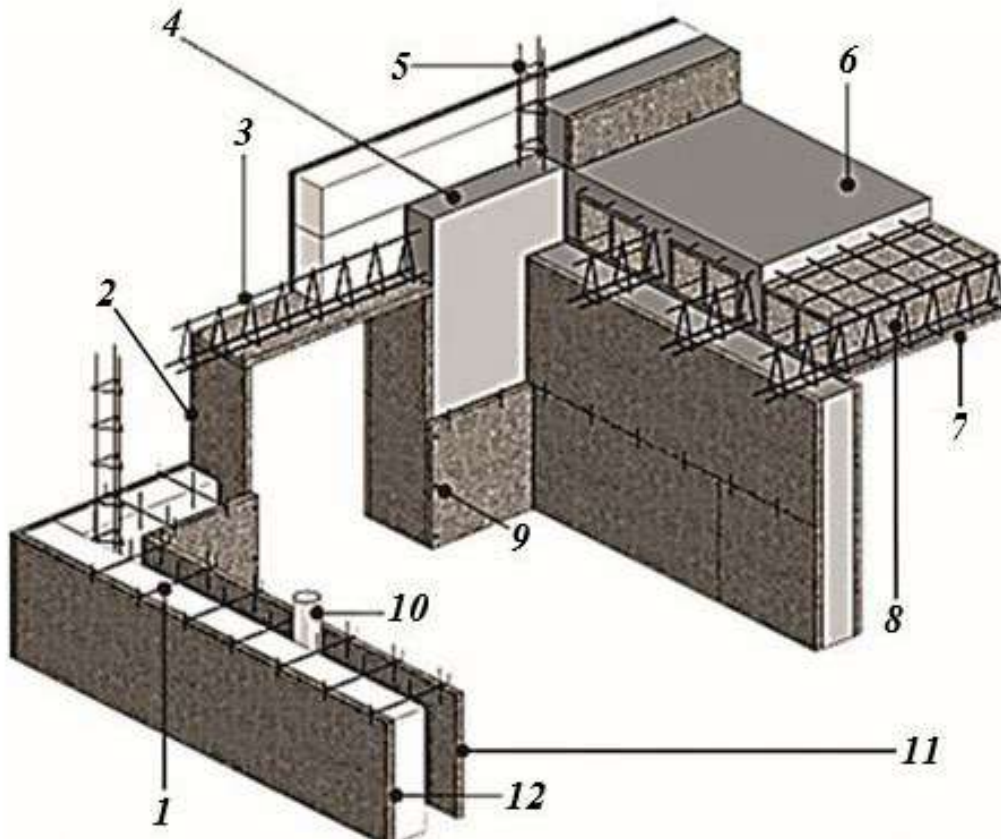


Рис. 1.14 – Конструктивно-технологічна схема влаштування опалубки з цементно-стружкових плит за технологією «Velox»: 1 – металеві стяжки; 2 – торці прорізу з одношарової плити; 3 – армування перемички; 4 – бетон; 5 – вертикальна арматура; 6 – збірно-монолітне ребристе перекриття; 7 – блоки опалубки перекриття; 8 – арматура перекриття; 9 – кріплення на цвях; 10 – труби комунікацій; 11 – внутрішня плита опалубки; 12 – зовнішня плита опалубки з шаром пінопласту

Технологія дозволяє за сезон спроектувати і побудувати котедж або будинок. Традиційні для порівнянних технологій терміни скорочуються більш, ніж в 2 рази. Будь-який будинок проектується і збирається як конструктор.

Типова опалубка фундаментів, стін, перекриттів з щепоцементних плит виставляється вручну і заповнюється бетоном. Не потрібно особливих професійних навичок і досвіду роботи. Коробка будинку по технології на готовий фундамент може збиратись всього за тиждень (для невеликих будинків). Економію часу забезпечується високою швидкістю монтажу системи. Готова будівля зовні штукатуриться шаром цементно-вапняного розчину або обробляється фасадними плитами, сайдингом, алюмінієвої рейкою або просто фарбується. Всередині можна застосовувати будь-які оздоблювальні матеріали як на цементній так і на гіпсовій основі [8-13].

Крім простоти і швидкості монтажу конструкцій, низької вартості будівництва, перевагою застосування даної технології є можливість зведення багатошарової огорожувальної конструкції з необхідним опором теплопередачі за один технологічний цикл. Стіна виходить відразу «теплою» і не вимагає подальшого утеплення. На відміну від технології монолітного будівництва зі знімною опалубкою теплі деревні плити не демонтуються після досягнення бетоном необхідної міцності, а стають частиною стіни. За рахунок цього досягаються підвищені експлуатаційні властивості конструкції (тепло і звукоізоляція, висока якість поверхні конструкції стін і стелі).

Завдяки високим показникам термічного опору і звукоізоляції опалубки можливо зведення зовнішніх огорожувальних конструкцій і внутрішніх несучих стін товщиною 320 мм. Це дозволяє збільшити корисну площу будівлі за рахунок невеликої товщини стін і зменшити навантаження на фундамент за рахунок низької ваги конструкцій. Низька вага елементів незнімної опалубки дає можливість вести їх монтаж вручну, без застосування важкої техніки. Відсутність підйомних кранів, а також мала номенклатура будматеріалів, скорочення обсягу перевезення і зберігання матеріалів, дозволяють істотно скоротити розміри будівельного майданчика [15, 35].

Технологія влаштування незнімної опалубки дозволяє комбінувати в конструктивних елементах будівель і споруд металеві, дерев'яні, цегляні та залізобетонні конструкції. Матеріал опалубки дає можливість втілювати

найскладніші архітектурні форми і декоративні елементи фасаду: напівкруглі і похилі стіни, арки, еркери і ін [7, 12].

Незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям. Розробники незнімної опалубки з бетонних плит з декоративним покриттям змогли придумати і втілити в життя досить цікаву концепцію збірної конструкції (рис. 1.15). Опалубка складається з двох листів, які формують межі несучої конструкції.

Внутрішній лист, як правило, дешевше і простіше. Його виконують із звичайного бетону, але литий системи. Тобто лист гладкий і відразу ж готовий до накладення шпаклівки або фінішного шару штукатурки. А це великий плюс, адже вам вдасться заощадити на ґрунтовному вирівнюванні стін.

Зовнішній же лист, особливо якщо мається на увазі облицювальна модель, складається з пінопластових плит, які потім покривають бетонною плитою з «литого мармуру». Особливість зовнішньої плити в її фактурності і можливості підбирати конкретну текстуру.

Так як опалубка вже утеплена, то після влаштування залишається тільки нанести на бетон шар тонкої шпаклівки, поґрунтувати, а потім пофарбувати [7, 10, 25, 41].

Збирається вся ця система елементарно. У всіх плитах вже заздалегідь просвердлені отвори для кріплень. Якщо у вашій моделі отвору не просвердлені, значить це доведеться робити самостійно. Самі кріплення – це спеціальні гвинтові Г-образні гаки.

До крюкам кріпляться пластикові розпірки. Розпірки виконані за такою технологією, що їх розміри можна змінювати. За допомогою пластикових розпірок є можливість міняти підсумкову товщину майбутньої конструкції.

За допомогою однієї і тієї ж опалубки можна створити як стіну товщиною від 50 мм, так і несучу конструкцію товщиною в 250 мм [15].

Стандартні моделі - це утеплені з двох сторін незнімні конструкції, які застосовуються найчастіше. Ними користуються, коли потрібно створити стіни цоколів, фундаментів, потужні зовнішні несучі конструкції і т.д.

Моделі без утеплювача від стандартних відрізняються тільки його відсутністю. Вони часто застосовуються для заливки колон, внутрішніх несучих стін або перегородок [15, 41-43].

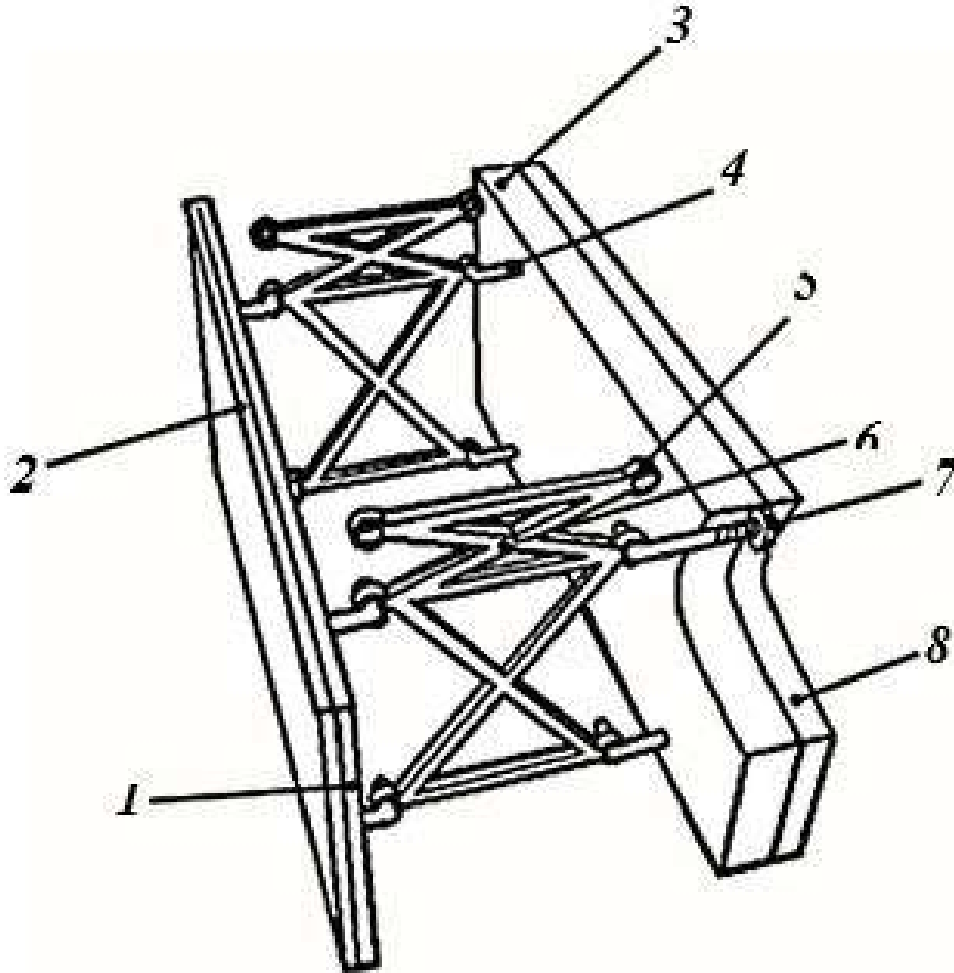


Рис. 1.15 – Конструктивно-технологічна схема модуля з бетонних плит з декоративним покриттям: 1 – зовнішня бетонна плита; 2 – облицювальна плита; 3 – пластина утеплювача; 4 – монтажні крюки; 5 – монтажні проушини; 6 – пластикова стяжка; 7 – закладна гайка; 8 – внутрішня бетонна плита

Для кріплення плит використовують Г-образні гаки, які треба загвинтити. Якщо отворів у плиті немає, або вони не в потрібному місці, то їх свердлять самостійно. Потім до гаків кріплять пластикові розпірки і регулюють їх положення. Далі залишається тільки встановити опалубку, покласти в неї арматурну сітку і залити бетоном [7].

Поетапну технологію влаштування стін з модулів з бетонних плит показано на рисунку 1.16. [7-9].

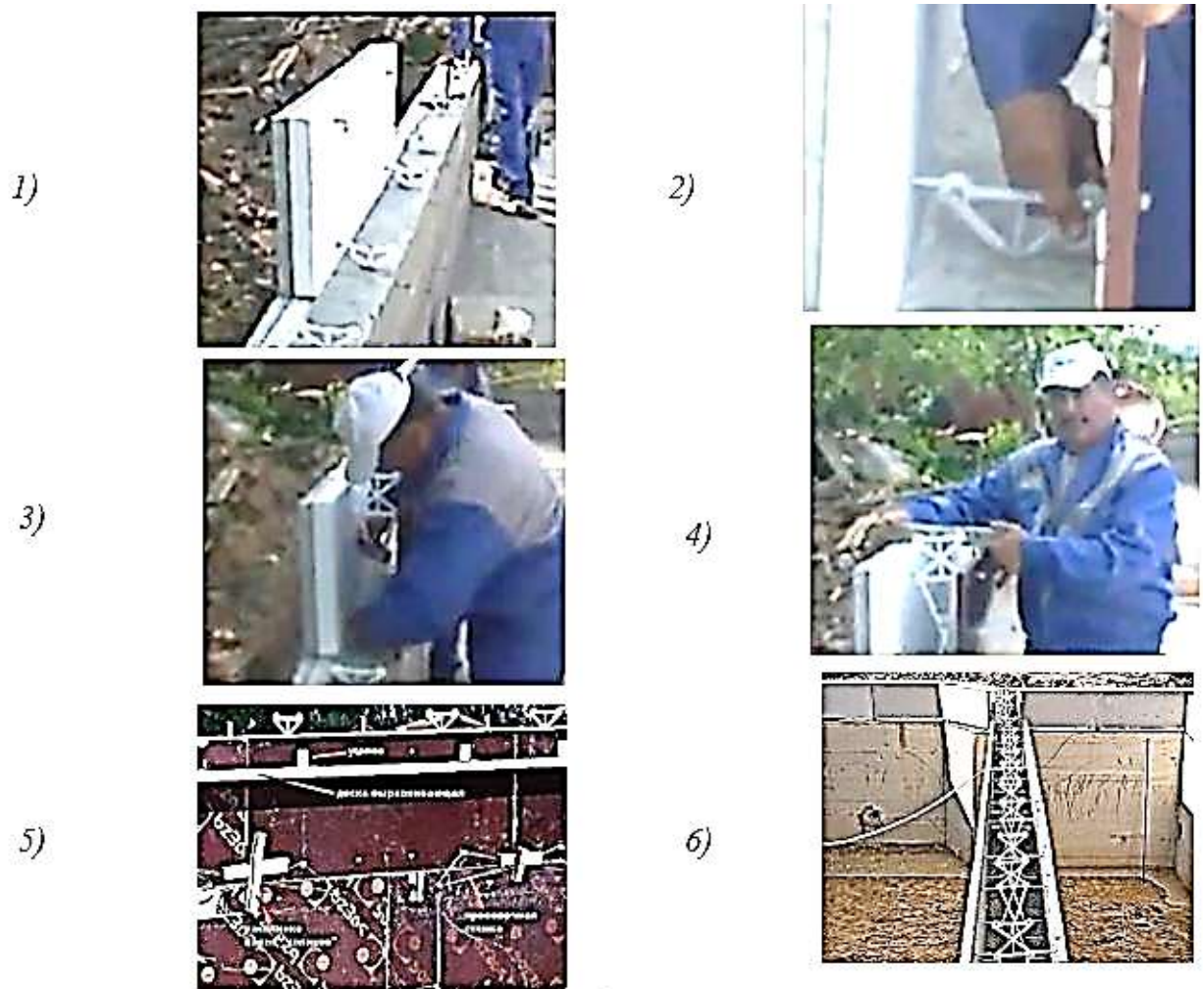


Рис. 1.16 – Поетапна установка модулю опалубки з бетонних плит з декоративним покриттям: 1 – установка зовнішньої панелі модуля; 2 – установка пластикової стяжки; 3 – кріплення внутрішньої панелі модуля до пластикової стяжки внизу; 4 – кріплення внутрішньої панелі модуля до пластикової стяжки вгорі; 5 – кріплення двох рядів модуля між собою; 6 – бетонування модулів

Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами. Каркасна незнімна опалубка являє собою каркас, основою якого є спеціальний металевий термопрофіль (ЛСТК - легкі сталеві тонкостінні конструкції). Внутрішня частина опалубки обшивається

цементно-стружковими плитами (ЦСП). Зовнішня частина – представлена елементами незнімної опалубки з плит стружково-цементними плитами або фасадною плитою з фібробетону (зі структурою природного каменю або цегли). Плита кріпиться до металевого каркаса саморізами. Внутрішню і зовнішню частину стін кріплять рядами на висоту 100 см [7, 53].

Незнімна опалубка перешкоджає контакту пінобетону з CO₂ повітря, це виключає процес карбонізації та тріщиноутворення, таким чином, пінобетон знаходиться в «законсервованому» стані, а термін його служби обчислюється десятками років [9-13].

Така технологія забезпечує швидкість зведення будівель, захист від впливів температури, шуму, вітру, інших атмосферних впливів, перешкоджає утворенню мостів холоду в товщі стінового огородження.

У зв'язку з випуском ЦСП на території України, ця технологія набирає популярності, як в багатоповерховому будівництві житлових будинків, так і в будівництві приватних будинків, котеджів, таунхаусів і різних промислових об'єктів [7, 11, 12, 22, 23].

Для пристрою криволінійних конструкцій проводиться відповідний розкрій плит. Плити утримуються вертикально за рахунок однорозмірних металевих скоб (кріплень).

У порожнечі каркаса опалубки закладаються кабельні канали для електропроводки, зв'язку та інших комунікацій, проходить проводка опалення, води, розміщуються лінії пиловидалення і кондиціонування приміщень [36, 54]

Ядро конструктивного елемента заповнюється монолітним пінополістиролбетоном щільністю 300-400 кг/м³. Далі йде утеплення короба та його бетонування важким бетоном. Під перекриттям формується залізобетонний пояс.

Отримана конструкція потребує обробки з внутрішньої сторони. В якості внутрішньої обробки можна застосувати оштукатурювання або обшити гіпсокартоном. Зовнішнє облицювання не потрібне, якщо використовуються

фактурні плити з фібробетону. Якщо для фасаду використовуються такі ж плити (ЦСП), то використовують будь-який вид обробки. Така незнімна опалубка здатна витримати навіть навісний фасад з натурального каменю [53].

ЦСП представляє собою пресовану композицію з деревної стружки (90%) на цементно-зв'язуючому розчині (10%) з додаванням рідкого скла (рис. 1.17) Плити мають розміри 2000×550 (1100) мм і товщину 15, 25, 35 мм [7].



Рис. 1.17 – Зовнішній вигляд ЦСП, що використовуються у якості незнімної опалубки

На рисунку 1.18 поетапно зображено технологію влаштування стін з використанням каркасно-монолітної незнімної опалубки з обшивкою цементно-стружковими плитами [15].

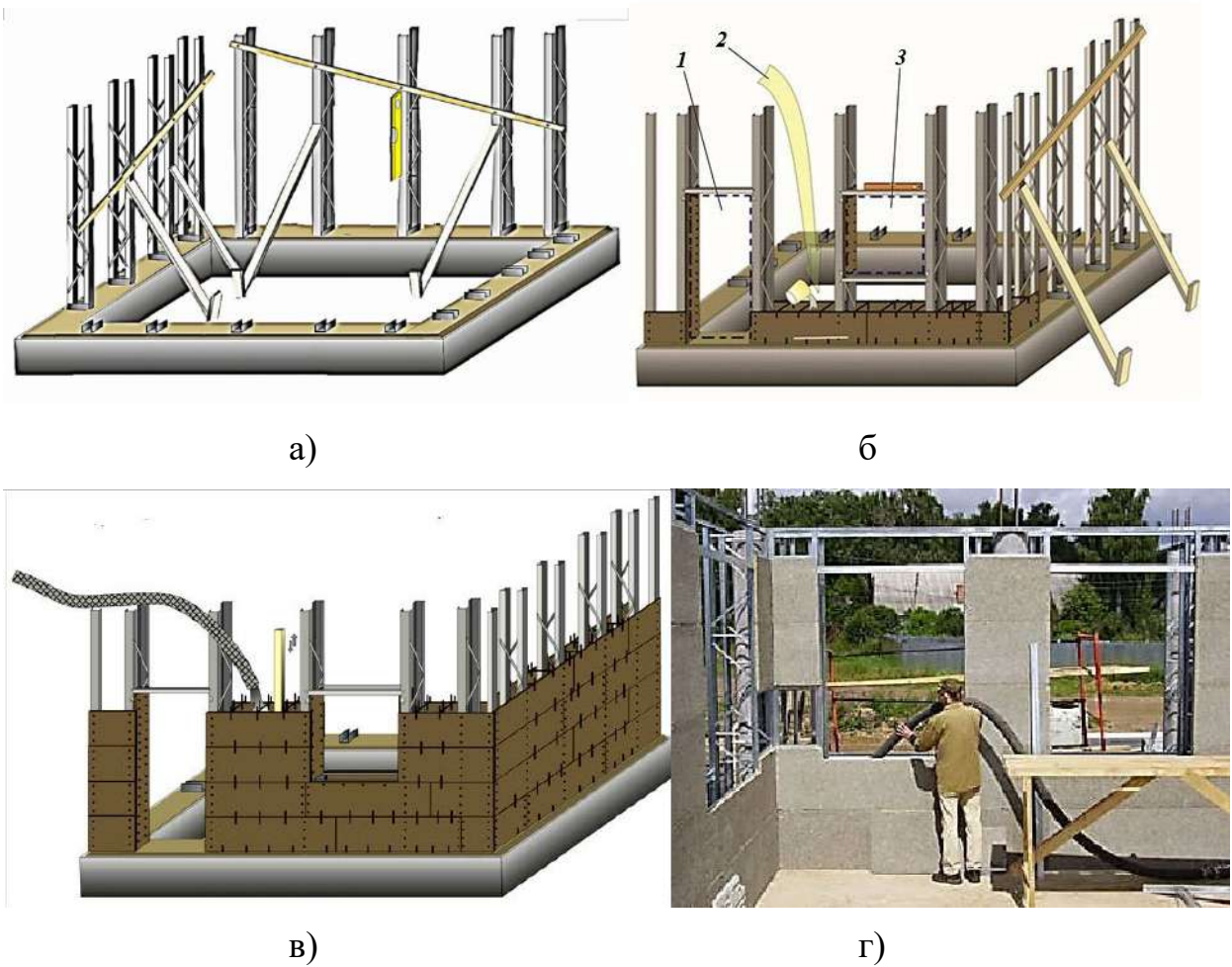


Рис. 1.18 – Конструктивно-технологічна схема влаштування стін каркасно-монолітної незнімної опалубки з обшивкою ЦСП: а) - встановлення каркасу з ЛСТК (напрямних, стійок та підкосів); б) - встановлення першого ряду плит зі скріпленням скобами: 1 – проріз дверей; 2 – заливка бетону; 3 – проріз вікна; в, г) - установка і бетонування наступних рядів плит

Переваги технології використання каркасної незнімної опалубки з ЦСП:

- екологічність. Стружково-цементні плити відносяться до класу слабогорючих (Г1), важкозаймистих (В1), з малою димоутворювальною здатністю (Д1);
- легкість обробки. Плита легко обробляється, пиляється, кріпиться саморізами, добре утримує на поверхні будь-які оздоблювальні

матеріали, починаючи від штукатурки і закінчуючи навісними важкими фасадами;

- високе звукопоглинання (54 дБ і вище);
 - інженерні комунікації монтуються безпосередньо в опалубці, внутрішньоквартирна електропроводка прокладається у борознах, фрезеруємих у внутрішній опалубці або у гофрошлангах, що розміщуються у товщі стіни;
 - можливість зведення криволінійних поверхонь;
 - не потрібна важка вантажопідйомна техніка, легко організувати роботу в умовах обмеженого простору;
 - низька вага конструкцій з ЦСП і легкого бетону дозволяє без посилення фундаментів або стін будинку надбудувати 1-2 поверху;
 - високі темпи будівництва, завдяки простій конструкції і збірці з уніфікованих виробів;
 - стіна має гарну теплову ізоляцію. Стіна, за описаною технологією загальною товщиною 40 см, за своїми теплозахисними властивостями еквівалентна 1,5 м кладки з повнотілої або 1,2 м порожнистої цегли, і дозволяє економити до 30% експлуатаційних витрат за рахунок економії теплової енергії, що спрямовується на опалення будівлі [15, 23, 53];
- Недоліки технології використання каркасної незнімної опалубки зі ЦСП:
- крихкість плит;
 - сезонність робіт. Бетонування виконують у теплу пору року [15, 23, 53];
 - потребують додаткового оздоблення.

Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами. Ключовим елементом наведеної технології виступає магнезитова плита, завдяки якій з'являється можливість прискореного зведення будівель і споруд з одночасним зменшенням собівартості робіт, кількості трудовитрат і збільшенням швидкості виконання робіт. На сьогодні застосування магнезитових плит в якості незнімної опалубки дає найкращий показник в порівнянні з напрацьованими раніше способами будівництва. Практичність і

економічність описаної вище технології вже успішно використовується протягом кількох років у багатьох країнах світу. В Україні зазначена технологія має позитивну історію з 2007 року [18]. Магnezитові листи складаються з: маґнію (80-85%), скляного волокна (1-2%), перліту (до 5%), деревної тирси (до 10%) [15, 37].

СМЛ (скломаґнієвий лист) є сучасним, екологічно чистим, універсальним оздоблювальним листовим будівельним матеріалом, створеним для швидкого монтажу перегородок, оздоблення та облицювання внутрішніх стін і зовнішніх фасадів. Зазначений матеріал ідеальний для створення звукопоглинальних, вогне- та вологозахисних конструкцій які можуть бути використані в житлових, виробничих і навіть громадських приміщеннях.

Магnezитові плити є листовим матеріалом з діапазоном товщини від 3-х до 20-ти мм. Її структура являє собою армований скловолокном по обидва боки лист сформований на базі суміші MgO (оксид маґнію, друга назва - периклаз) і MgCl₂ (хлорид маґнію, друга назва - бішофіт). Органічним наповнювачем виступає тирса. Мінеральною добавкою може бути перліт. Тістоподібна маса пресується за допомогою безводного методу. Така плита після висихання являє собою екологічно чистий будівельно-оздоблювальний матеріал, який придатний для подальшого фарбування, обклеювання шпалерами, оздоблення плиткою або штукатуркою.

Широке застосування маґnezитова плита знайшла при використанні в якості незнімної опалубки. Технологія її використання дозволяє вирішити питання максимально швидкого спорудження різноманітних споруд, будівель, конструкцій. Причому така технологія дозволяє звести як стіну, так і фундамент, елементи огорожувальних конструкцій, опорну колону. СМЛ може бути використана на будівельному об'єкті, що має саме різне призначення: від складу або сховища до багатопверхового будинку або індивідуального житлового будинку. Так само можуть бути споруджені

сільськогосподарські об'єкти, сервісні приміщення, комунікаційні канали, значні за обсягом холодильні камери [37].

Використання магнезитової плити в якості незнімної опалубки забезпечує економічно вигідніше, а головне значно більш швидке будівництво об'єктів. Така технологія (рис. 1.19) дає можливість обійтися без використання великовантажної і великогабаритної техніки, надає можливість працювати на дуже обмежених площах [15].

Типова конструкція передбачає застосування магнезитової плити в якості незнімної опалубки являє собою:

- каркас виконаний з куточків або «П»-подібного оцинкованого профілю 60x60 мм;
- магнезитова плита товщиною 8 мм або 10 мм або 12 мм в якості обшивки;
- кріплення каркаса і обшивки проводиться сталевими нютами та/або саморізами.

При заливці подібним чином несучих колон вони попередньо армуються. Для зменшення ваги всієї конструкції наповнювачем в такому випадку може бути полегшений бетон (фібробетон) [15, 25, 37, 50].

До переваг технології використання СМЛ, як незнімної опалубки, відносяться такі особливості:

- простота монтажу , висока швидкість, технологічність а отже - комфортність виконання робіт;
- морозостійкість конструкції, хороший термозахист;
- міцність і довговічність. Отримана конструкція не схильна до руйнування в результаті впливу цвілевих і грибкових утворень й так само - до гниття;
- низький показник собівартості конструкції;

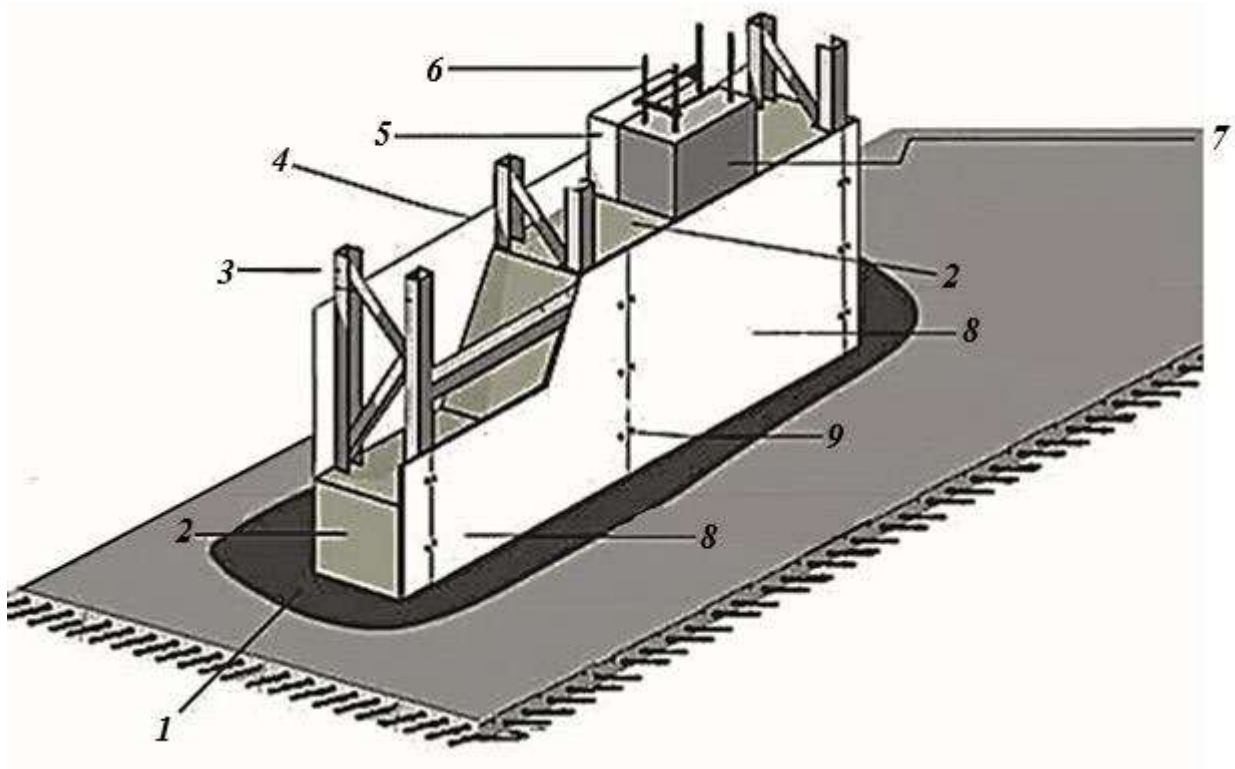


Рис. 1.19 – Конструктивно-технологічна схема каркасної опалубки зі скламагнієвих листів (СМЛ): 1 – ізоляція; 2 – фібробетон; 3 – оцинкований профіль ПН60/50; 4 – зовнішня стінка опалубки з СМЛ 10 мм; 5 – пінополістирол товщиною 100 мм; 6 – армовані колони; 7 – монолітна залізобетонна колона несного каркаса; 8 – внутрішня стінка опалубки з СМЛ; 9 – саморізи

– ідеальність рівності одержуваних поверхонь, що тягне за собою економію часу і коштів під час подальшої зовнішньої і внутрішньої обробки отриманих площин;

– вогнестійкість конструкції підвищується за рахунок високому класу вогнестійкості магнезитової плити - НГ (не горючий матеріал) [15, 37].

Патент UA № 149402 [14]. Опис цього конструктивно-технологічного рішення наведено в розділі 5.1.1. дисертаційної роботи.

В рамках аналізу відкритих інформаційних джерел було розглянуто й багато інших сучасних конструктивно-технологічних рішень будівництва з використанням незнімної опалубки, зокрема запатентовані [59-67]. Але майже

усі з них за переважною більшістю ознак ідентичні розглянутим вище технологіям. Тому їх детальний опис не наведено.

Розглянуті в цьому підрозділі рішення можливо використовувати для зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів. На основі аналізу визначених конструктивних та технологічних особливостей цих рішень можливо проводити подальші дослідження ефективності будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

1.2. Аналіз сучасних методик та методів й програмних комплексів, які можуть бути використані для пошуку ефективних рішень будівництва житлових комплексів. Методи фінансування будівельних проєктів

Будівництво житлових комплексів є складним та трудомістким процесом. Одним з головних чинників при будівництві житлових комплексів є отримання прибутку, тобто досягнення максимально можливого рівня рентабельності проєкту. Це можливо, якщо виконувати будівництво з залученням найбільш ефективних конструктивних, організаційно-технологічних та економічних рішень. Для пошуку цих рішень можливо використовувати відомі методи та методики, залучати сучасне програмне забезпечення.

Для встановлення найбільш ефективних конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлового комплексу можливо скористатись методикою багатокритеріального аналізу [68-71]. В рамках цієї методики використовується метод «трьох точок»: опис суті рішень, розкриття переваг і недоліків, висновки про можливості їх застосування. Це відбувається для проведення узагальнення інформації та її аналізу. За допомогою методу «трьох точок» обираються рішення, що будуть порівнюватись між собою. Тобто буде визначатись ступінь ефективності кожного з рівень, що порівнюються та визначатись з них найбільш ефективне [69, 70].

Для порівняння обраних рішень згідно методики багатокритеріального аналізу обираються критерії ефективності. Вони можуть бути якісними та кількісними. При цьому необхідно обрати фізичні або грошові одиниці виміру для кожного з кількісних критеріїв. Для якісних критеріїв, за якими рішення, що порівнюються можуть сортуватись, групуватись, фільтруватись тощо необхідно обрати текстові (сутнісні) значення [69-71].

Алгоритм проведення багатокритеріального аналізу наступний.

1. Аналіз інформаційних джерел.
2. Визначення порівнюваних рішень, їх опису, переваг та недоліків.
3. Вибір критеріїв оцінювання.
4. Отримання значень кількісних та якісних оцінок.
5. Складання аналітичних таблиць та діаграм на підставі результатів оцінки рішень (за допомогою функцій MS Excel тощо).
6. Поетапний аналіз діаграм за допомогою угруповання, сортування та ранжирування рішень за різними критеріями ефективності [68-71].

Після визначення якісних і кількісних оцінок рішень та переведення їх в єдину бальну шкалу, отримані дані включають у спеціальну функцію «зведені таблиці» в програмному комплексі MS Excel. Надалі, за допомогою спеціальної функції «зведена діаграма» MS Excel будуються та аналізуються діаграми масиву даних «зведених таблиць» [69, 72, 73].

В процесі проведення багатокритеріального аналізу виконується вибір найбільш ефективного рішення з поетапним обґрунтуванням. Виключення рішень повинно бути логічним, послідовним, раціональним, базуватись на значеннях кількісних оцінок та враховувати вплив якісних критеріїв [69].

Для пошуку ефективних рішень в будівництві зазвичай складаються кошторисні розрахунки (економічні моделі) та графіки виконання робіт (організаційно-технологічні моделі) [74-83]. Модель – це умовний образ об'єкта, сконструйований для спрощення його дослідження [84-92]. Моделювання - це відтворення характеристик деякого об'єкта на іншому об'єкті, спеціально створеному для їх вивчення [93-100].

Організаційно-технологічні моделі зазвичай представляються у вигляді:

- календарних лінійних графіків (графіків Ганта), на яких в масштабах часу показують послідовність та строки виконання робіт;
- циклограм, які відображають хід робіт у вигляді нахилених ліній в системі координат і являють собою різновид лінійного графіка;
- мережевих моделей, які зображуються у вигляді мережі [101-106].

Лінійні календарні графіки (графіки Ганта) у вигляді стрічкових діаграм є найпростішими та широко використовуваними в будівництві. Часто у будівництві складають графіки виконання робіт без належної оптимізації (пошуку ефективних рішень). При будівництві великих об'єктів, наявності обмеженості ресурсів, необхідності забезпечення високого рівня рентабельності слід виконувати ефективне планування. Потрібно обирати найбільш ефективну послідовність виконання робіт, їх ув'язку між собою та враховувати інші фактори [102, 103]. Для цього зазвичай складається певна кількість графіків виконання робіт та з них обирається найбільш прийнятний.

До переваг лінійного календарного графіка, що визначає його широке застосування при організації різних комплексів робіт, відносяться: простота побудови, наочність, зміст досить докладних характеристик видів робіт та даних про потреби у виконавцях та механоозброєності на кожну одиницю часу, можливості відображення одному графіку всього переліку робіт (як основних, і інших) [104].

Основні недоліки лінійного графіка:

- відсутність наочно позначених взаємодій між окремими операціями (роботами). Закладені у графіці технологічні та організаційні рішення приймаються, як правило, як постійні і втрачають своє практичне значення невдовзі після початку їх реалізації;
- негнучкість, жорсткість структури лінійного графіка, складність коригування при зміні умов, необхідність множинного переставлення;
- складність варіативної розробки та обмежена можливість прогнозування ходу робіт [102-104].

Мережевий графік - це графічне зображення процесів, виконання яких призводить до досягнення однієї або декількох поставлених цілей, з вказанням встановлених взаємозв'язків між цими процесами [102, 103].

Найбільш поширеним типом мережевого графіка робіт є система коліс і з'єднуючих їх направлених відрізків (стрілок), де стрілки відображають самі роботи, а кола на їх кінцях ("події") - початок або закінчення цих робіт. Події обмежують розглянуту роботу і відносно неї можуть бути початковими та кінцевими [104].

Збільшення тривалості критичних робіт збільшує загальну тривалість робіт по мережевому графіку, а скорочення призводить до певного зменшення [104].

Перевагою мережевих графіків є детальна розробка технології будівництва, регулярне виявлення складних моментів (робіт критичного та близького до нього шляху) та зосередження уваги керівництва на них, неперервне планування робіт з коригуванням плану відповідно до змін, можливість прогнозування кінцевих термінів будівництва та результатів різних варіантів плану, чітке розподіл відповідальності між керівниками різних рівнів та відповідальними виконавцями.

У випадках змін вихідних даних та фактичного ходу робіт, мережевий графік, складений з урахуванням масштабу, стає складним для його коригування. Тому такий метод застосовний для порівняно невеликих мережевих графіків [103].

Модель календарного плану у вигляді циклограми також отримала досить широке поширення в практиці будівництва [102-104]. Циклограма відображає не тільки технологічну послідовність та строки, але й місце виконання робіт на об'єкті. На осі ординат циклограми в певному масштабі відкладають відрізки, що відповідають частковим фронтам робіт (у порядку їх освоєння), а на осі абсцис - прийняті порядкові або календарні одиниці часу періоду виконання робіт [102, 106].

Циклограма особливо зручна при спорудженні однотипних будівель, оскільки дає можливість наочно відобразити розвиток потоку в часі та в просторі.

При побудові циклограми враховується, що при правильній організації робіт в кожний наступний момент часу на одній захватці може виконуватись тільки одна робота. Цим забезпечується потрібна взаємозв'язок робіт в часі та просторі.

До переваг цієї форми слід віднести: простоту та наочність, взаємозв'язок робіт в часі та просторі, можливість показу потреби в ресурсах на кожному одиницю часу.

Недоліками моделі є те, що, по-перше, на ній показуються лише основні роботи, інші не показуються та не враховуються; по-друге, відсутній розгорнутий показ характеристик робіт і, по-третє, при побудові циклограми не показуються зв'язки між роботами.

Для побудови організаційно-технологічних моделей та проведення оптимізації процесів будівництва необхідно скласти графіки виконання робіт, з відповідними ресурсами та визначити варіанти послідовності проведення робіт [104, 106].

Сучасний ринок програмного забезпечення управління проектами динамічно розвивається. Їх функціональність дозволяє провести ідентифікацію, пріоритетизацію, авторизацію, управління та контроль проектів, програм, та інших пов'язаних робіт для досягнення певних стратегічних цілей [106-109].

Було проведено аналіз існуючих програм по управлінню проектами. Найбільш використовуваними програмними комплексами для побудови організаційно-технологічних моделей та управління проектами є: Microsoft Project, Primavera Project Management, Spider Project, IBM Rational Portfolio Manager, АС-4-Графік, HP Project Portfolio Management, Basecamp, OpenProj, GanttProject, Microsoft Office Project Portfolio Server та ін. [106-108].

Фінансування проєктів — один із видів інвестиційної діяльності, яка завжди є ризиковою. Фінансування проєкту має здійснюватися за дотримання таких умов:

- динаміка інвестицій має забезпечувати реалізації проєкту відповідно до тимчасових та фінансових обмежень;
- зниження витрат фінансових коштів та ризиків проєкту має забезпечуватись за рахунок відповідної структури та джерел фінансування та певних організаційних заходів, у тому числі: податкових пільг, гарантій, різноманітних форм участі [110-111].

Фінансування проєкту включає такі основні стадії: попереднє вивчення життєздатності проєкту; розроблення плану реалізації проєкту; організацію фінансування, зокрема: оцінку можливих форм фінансування та вибір конкретної форми; визначення фінансуючих організацій; визначення структури джерел фінансування; контроль виконання плану та умов фінансування [111].

Фінансування проєктів може здійснюватися такими способами: самофінансування, тобто використання як джерело фінансування власних коштів інвестора (із коштів бюджету та позабюджетних фондів – для держави, із власних коштів – для підприємства); використання позикових та залучених коштів [111].

Метод фінансування інвестиційного проєкту постає як спосіб залучення інвестиційних ресурсів з метою забезпечення фінансової реалізації проєкту.

Які методи фінансування інвестиційних проєктів можуть розглядатися:

- самофінансування передбачає використання власних фінансових ресурсів забудовників для будівництва об'єктів житлової нерухомості (нерозподілений прибуток, резерви, амортизаційні відрахування) ;
- пайове (акціонування) здійснюється шляхом проведення емісії простих або привілейованих акцій і притаманне, як правило, масштабним проєктам житлового будівництва (емісія простих акцій, емісія привілейованих акцій);

- кредитне фінансування житлового будівництва здійснюється шляхом отримання забудовником позики на обмежений термін зі сплатою відсотків за її користування (емісія облігацій, банківські позики, іпотечні кредити);
- бюджетне фінансування здійснюється у формі прямого фінансування з бюджету шляхом надання субсидій і дотацій з державного (місцевого) бюджету, а також із використанням державного кредиту (пряме фінансування, субсидії та дотації, кредитування за рахунок державного бюджету);
- змішане фінансування житлового будівництва передбачає поєднання підприємствами-збудовниками власних і позикових джерел фінансування проєкту (проєктне фінансування, державно-приватне партнерство). Застосовується як правило для великих будівельних проєктів [110, 111].

Для великих (масштабних) проєктів як правило фінансування здійснюється пайовим або змішаним методом. Ці методи можливо розглядати в подальших дослідженнях ефективності зведення житлових комплексів.

Інвестиційні кредити банків виступають як одна з найефективніших форм зовнішнього фінансування інвестиційних проєктів у тих випадках, коли компанії не можуть забезпечити їх реалізацію за рахунок власних коштів та емісії цінних паперів. Привабливість цієї форми пояснюється, перш за все: можливістю розробки гнучкої схеми фінансування; відсутністю витрат, пов'язаних із реєстрацією та розміщенням цінних паперів; використанням ефекту фінансового важеля, що дозволяє збільшити рентабельність власного капіталу в залежності від співвідношення власного та позикового капіталу в структурі коштів, що інвестуються, та вартості позикових коштів; зменшення оподаткованого прибутку за рахунок віднесення відсоткових виплат на витрати, що включаються до собівартості [110].

Для можливості визначення вартості будівництва та рентабельності проєкту будівництва житлового комплексу необхідно мати можливість

створювати економічні моделі (кошторисні розрахунки). Це можливо виконувати з урахуванням дії різних чинників в сучасних програмних комплексах: АВК-5, АС-4, АКР-2, АКР-3, ІВК, ТК-ІДС, Експерт-Смета, Смета-Лідер та ін [110, 111, 112].

Чисельний експеримент з визначення залежностей між обраними показниками та факторами, що впливають на них, доцільно виконувати з використанням математичної теорії планування експерименту. Вона є основоположною частиною теорії експериментально-статистичного моделювання. Експериментально-статистичному моделюванню присвячені роботи таких відомих вчених, як: Кровяков С.А., Вознесенський В.А., Менейлюк О.І., Бережна С.В., Вировий В.М., Галинський О.М., Дорофєєв В.С., Лагутін Г.В., Ляшенко Т.В., Пригарин С.М. [75-80, 82, 84, 87].

За допомогою теорії планування експериментів можливо обрати необхідну кількість точок експериментів (план експерименту), що необхідно побудувати для отримання адекватних результатів [74-77]. План експерименту визначає: скільки необхідно побудувати моделей для отримання адекватних значень показників ефективності будівництва житлових комплексів при варіювання факторного простору [84, 85, 87-90].

Для ув'язки отриманих значень показників ефективності при варіюванні факторів можливо використовувати спеціалізоване програмне забезпечення [89-95]. Для побудови аналітичних та графічних залежностей показників ефективності будівництва житлових комплексів при варіюванні факторного простору можливо використовувати програмні комплекси: COMPEX, Design-Expert, MATLAB та ін. В процесі цього експериментально-статистичного моделювання можливо визначити екстремуми показників ефективності; визначити їх найбільш ефективні значення та відповідні поєднання факторів, що на них впливають [75, 77, 84, 98-100, 113]. В цих програмних комплексах відбувається дослідження отриманих чисельних моделей. Після цього на отримані залежності можливо накласти діючі обмеження та виконати оптимізацію.

В результаті проведення багатокритеріального аналізу, використання теорії планування експериментів та експериментально-статистичного моделювання, подальшої оптимізації можливо визначити найбільш ефективні рішення будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки. При цьому можливо застосовувати одні з найрозповсюдженіших сучасних програмних комплексів: Microsoft Excel, Microsoft Project, COMPEX, АВК-5.

Пошуку найбільш ефективних рішень та оптимізації в сфері технології та організації присвячено багато праць науковців. Серед них виділяються роботи С. О. Кровякова [82, 83], В. А. Вознесенського [75, 84], О. І. Менейлюка [70, 71], І. А. Арутюнян [86, 99, 103], В. В. Ковальова [110], М. Г. Сур'янінова [77, 112], Т.С. Кравчуновської [104, 109, 110], Н. В. Олійник [46, 47], В. Р. Млодецького [105], О. А. Тугая [101], В. О. Галушко [114], І. С. Чернова [115], Л. В. Лобакової [116], Л. А. Черепащук [117], О.Л. Нікіфорова [118], Т.М. Дубельт [119], В.В. Руссого [120].

Науковці з інших країни приділяють багато уваги пошуку ефективних рішень у будівництві. Серед них можливо виділити А. Carbonari [89, 90], S. Gerges [91], R. Myers [92], Н. В. Goldfarb [80], С. М. Borrer [74, 94], D. С. Montgomery [93, 95], С. М. Anderson-Cook [95], Т. Benoist [81], А. Jeanjean [81], G. Rochart [81], L. Yu [85] та ін.

Висновки за розділом 1

1. За результатами аналізу відкритих інформаційних джерел визначено, що на сучасному будівельному ринку існує багато конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій будівель з використанням незнімної опалубки, які можливо застосувати при будівництві житлових комплексів.
2. За допомогою використання сучасних програмних комплексів (наприклад, Microsoft Excel, Microsoft Project, COMPEX, АВК-5) та відомих методик (багатокритеріального аналізу, експериментально-статистичного моделювання тощо) можливо визначити найбільш ефективні рішення будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.
3. За результатами аналізу відкритих інформаційних джерел визначено відомі методи фінансування будівельних проєктів, які можливо використовувати при зведенні житлових комплексів: самофінансування, пайовий (акціонування), кредитне, бюджетне та змішане фінансування.
4. Для великих (масштабних) проєктів як правило фінансування здійснюється пайовим або змішаним методом. Ці методи можливо розглядати в подальших дослідженнях ефективності зведення житлових комплексів.
5. Основні результати цього розділу викладені в роботах [14, 67, 121-125].

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ОКРЕМИХ ЗАВДАНЬ

2.1. Формулювання наукової гіпотези

В Україні на протязі останніх 10-ти років йдеться активне зведення нових будівель [2-4]. Велику частку цих будівель становлять саме житлові будинки. Рентабельність їх зведення особливо гостро постає під час будівництва мало- чи багато- поверхових житлових комплексів. Вони являються собою цілі конгломерації житлових будинків та іноді можуть мати розміри цілих мікрорайонів.

Зазвичай обсяг виготовленої будівельної продукції для одної будівлі та житлового комплексу відрізняється в рази. Іноді в десятки разів. Тому питання пошуку найбільш ефективних рішень зведення таких комплексів є дуже важливим.

Однією з найрозповсюджених технологій зведення житлових будинків є каркасно-монолітне будівництво. Ця традиційна технологія має ряд очевидних недоліків. Наприклад, необхідність встановлення розгалужених сплетінь арматури, розбирання опалубки тощо. Тому в розділі 1.1 дисертаційної роботи розглянуто конструктивно-технологічні рішення зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки. Вони є різними за своєю сутністю, однак очевидно є більш ефективними ніж традиційні технології монолітного будівництва з використанням залізобетонних елементів. Однак, на будівельному ринку та у відкритих інформаційних джерелах наявно досить багато рішень зведення огорожувальних конструкцій будівель з використанням незнімної опалубки. В розділі 1.1. дисертаційної роботи проведено аналіз 12 найбільш розповсюджених з них. Але, як було зазначено вище, при будівництві житлових комплексів потрібно обрати найбільш ефективне рішення.

Одним з головних аспектів є пошук найбільш ефективних технологій влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів. Однак, не менш важливим є і логістичні процеси, ув'язка робіт на будівництві, трудомісткість, тривалість та вартість їх виконання. Тому, необхідно проводити оптимізацію організаційно-технологічних та економічних рішень зведення житлових комплексів. В результаті проведення оптимізації, що включає в себе накладення діючих обмежень, можливо обрати найбільш ефективну організаційно-технологічну модель зведення таких комплексів (наприклад, кращий за рентабельністю графік виконання робіт).

Для проведення оптимізації спочатку необхідно виконати побудову моделей. Тобто створити умовні, спрощені абстрактні образи виконання робіт зі зведення житлового комплексу. Це відбувається з метою отримання значень основних показників ефективності при варіюванні факторного простору. Після створення цих моделей та отриманні шуканих значень необхідно провести експериментально-статистичне моделювання – отримати аналітичні та графічні залежності основних показників ефективності при варіюванні досліджуваних факторів, що на них впливають. Потім провести накладення діючих обмежень (виконати оптимізацію), які завжди виникають в тому чи іншому вигляді на будівництві. Наприклад, це можуть бути: вимоги замовника по тривалості будівництва (директивні строки) або необхідність залучення частки кредитних коштів. Лише після проведеної оптимізації можливо віднайти найбільш ефективну модель зведення житлового комплексу. Оптимізація процесів будівельного виробництва може значно підвищити ефективність їх зведення в цілому.

Пошук ефективних конструктивно-технологічних рішень, побудову моделей, проведення чисельного моделювання, оптимізацію можливо виконувати за допомогою відомих методів та методик з залученням сучасних програмних комплексів. З метою їх встановлення було проведено аналіз відкритих інформаційних джерел в розділі 1.2. дисертаційного дослідження.

Враховуючи вищенаведене можливо констатувати, що пошук найбільш ефективних рішень при будівництві житлових комплексів з використанням незнімної опалубки є надзвичайно важливою проблемою. Тому, визначення найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки з урахуванням діючих обмежень і є метою даної дисертаційної роботи.

Робота присвячена пошуку найбільш ефективних організаційно-технологічних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

У відповідності до вищенаведеного та визначеної мети дослідження **наукова гіпотеза** полягає у наступному. Необхідно розробити нові технології зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів, провести аналіз ефективності відомих та розроблених конструктивно-технологічних рішень, організаційно-технологічне моделювання процесів будівництва та експериментально-статистичне моделювання закономірностей зміни основних показників при варіюванні факторів, що досліджувались з урахуванням діючих обмежень та використанням сучасних програмних комплексів.

На підставі обраного напрямку дисертаційного дослідження (обґрунтування вибору напрямку наведено у вступі дисертаційного дослідження) – пошуку найбільш ефективних конструктивних, організаційно-технологічних та економічних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки та сформульованої наукової гіпотези розроблено загальну методику досліджень та методи вирішення окремих задач.

2.2. Загальна методика досліджень

Будь-яке дослідження має проводитись за загальною схемою, з дотриманням певної визначеної етапності (алгоритму). Ця схема, що має назву «загальна методика досліджень», включає в себе сукупність різних

емпіричних та теоретичних методик та методів проведення дослідження. Використання загальної методики та дотримання положень окремих методів дозволяє поетапно провести наукове дослідження з великим ступенем достовірності та отримати адекватні результати. Для цього можуть застосовуватись емпіричні методи (експеримент, спостереження, порівняння тощо) та теоретичні методи (аналіз, синтез, абстрагування тощо).

Алгоритм виконання загальної методики повинен враховувати специфіку наукового дослідження. В даному випадку це прив'язка до розгляду організаційно-технологічних, економічних та конструктивних рішень зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки.

Загальну методику проведення дисертаційного дослідження зображено на рисунку 2.1 у вигляді блок-схеми.

Нижче наведено поетапний алгоритм проведення дисертаційного дослідження з пошуку найбільш ефективної моделі будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки. Алгоритм виконаний згідно розробленої блок-схеми дисертаційного дослідження (рис. 2.1).

Перший етап. Виконано аналіз відкритих інформаційних джерел, необхідний для проведення дослідження. Наведено аналіз відомих та розроблених конструктивно-технологічних рішень з застосуванням незнімної опалубки, що можуть використовуватись для зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів. З них визначено перелік (класифіковано) 12-ти найбільш розповсюджених.

Виконано аналіз методів та методик, що можуть використовуватись для пошуку найбільш ефективних рішень будівництва житлових комплексів.

Встановлено, що для виконання аналізу ефективності конструктивно-технологічних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки можливо застосувати методику багатокритеріального аналізу.

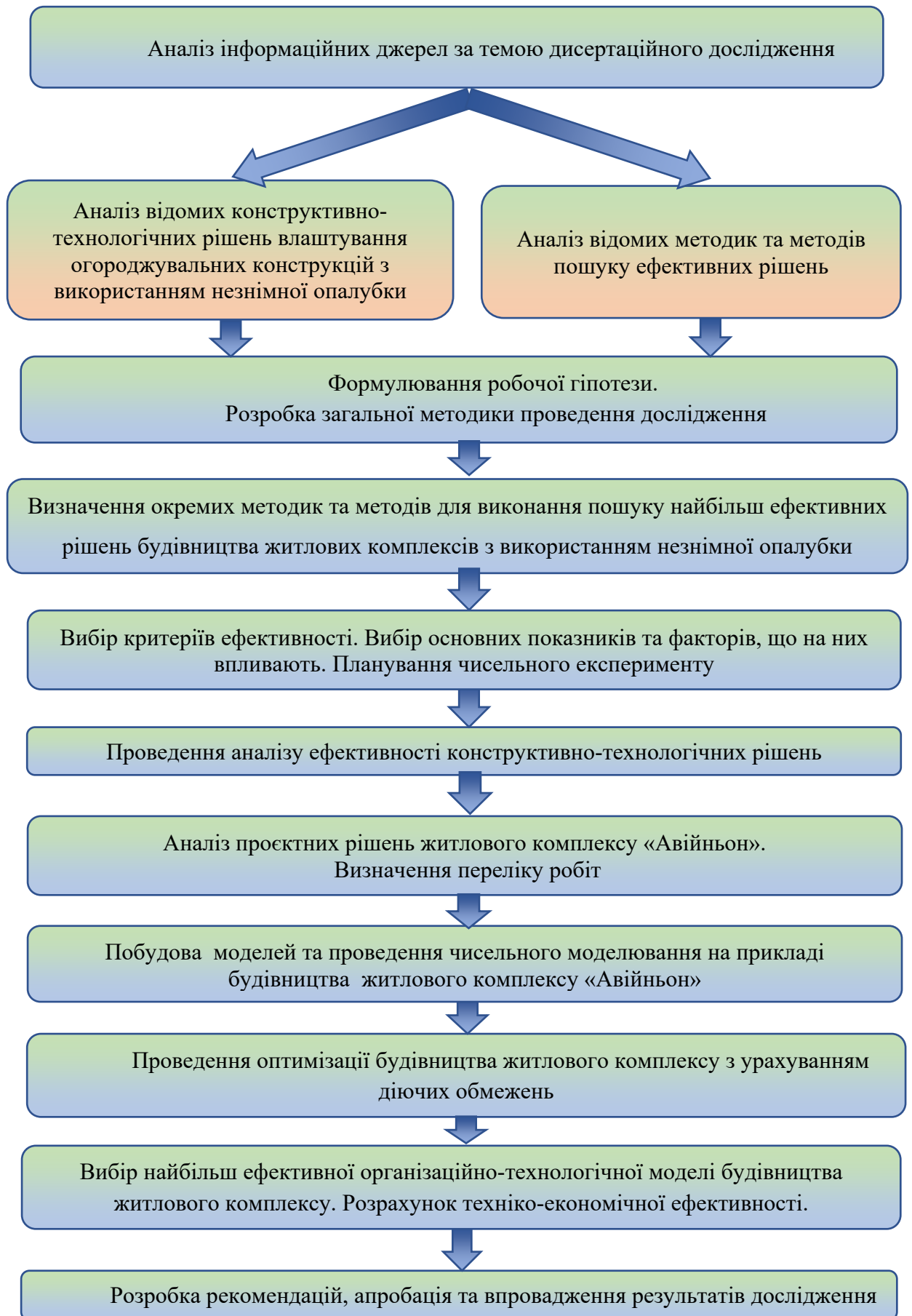


Рис. 2.1 – Блок-схема проведення дисертаційного дослідження

Визначено види моделей (економічні та організаційно-технологічні) та можливості їх створення.

Для побудови адекватних економічних моделей проведений аналіз фінансових рішень при будівництві житлових комплексів; методів, джерел та організаційних форм фінансування. Розглянуто перелік сучасних програмних комплексів, що дозволяють визначати кошторисну вартість будівництва житлових комплексів (створювати кошторисні розрахунки).

Для побудови адекватних організаційно-економічних моделей виконано аналіз відомих способів моделювання виробничих процесів в будівництві. Зокрема, розглянуто створення календарних лінійних графіків (графіків Ганта), мережевих моделей та циклограм. Проведено аналіз відомих програмних комплексів з управління проектами.

Проаналізовано теорію планування експериментів, досвід проведення експериментально-статистичного моделювання та оптимізації будівельних рішень з застосуванням сучасних програмних комплексів.

Другий етап. Відповідно до обраного напрямку дослідження сформульовано наукову гіпотезу. Для досягнення визначеної мети дослідження, базуючись на науковій гіпотезі розроблено блок-схему загальної методики проведення дослідження. На основі розробленої блок-схеми розроблено поетапний алгоритм виконання дисертаційного дослідження.

Третій етап. Визначено положення методики проведення аналізу ефективності (багатокритеріальний аналіз) конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Визначено методи побудови кошторисних розрахунків та графіків виконання робіт в сучасних програмних комплексах.

Визначено положення методики проведення чисельного (експериментально-статистичного) моделювання процесу будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки та пошуку

найбільш ефективного організаційно-технологічного рішення (графіку виконання робіт) з урахуванням діючих обмежень.

Четвертий етап. Визначено критерії та методи їх розрахунку для проведення багатокритеріального аналізу ефективності конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Визначено основні показники ефективності (показники, які є найбільш значущими для процесу будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки) та фактори, що на них впливають. Визначено рівні варіювання факторного простору (фактичні та нормалізовані значення). Фактори обрано з урахуванням їх передбачуваного впливу на досліджувані основні показники ефективності.

Обрано плани проведення чисельних експериментів. При цьому використовувались положення теорії планування експерименту. Ці плани дозволяють при мінімальній кількості точок експерименту отримати адекватні (достовірні) значення основних показників. «Точки» експерименту формувались при варіюванні поєднань значень факторів, що впливають на основні показники ефективності будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки.

П'ятий етап. Проведено аналіз ефективності 12 конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за вісьмома критеріями. За результатами якого обрано найбільш ефективне рішення. При цьому використовувалась методика багатокритеріального аналізу. В процесі проведення аналізу ефективності використовувались спеціальні функції програмного комплексу Microsoft Excel – «зведена таблиця» та «зведена діаграма».

П'ятий етап. Чисельне моделювання відбувалось на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон». Перед початком створення моделей на цьому етапі проаналізовано конструктивні особливості та проектні рішення

зведення житлового комплексу «Авіньйон». За допомогою аналізу наявної інформації визначено необхідний перелік робіт, їх технологічну послідовність (ув'язку) та обсяги.

Шостий етап. В програмному комплексі АВК-5 створено економічні моделі (кошторисні розрахунки). В програмному комплексі Microsoft Project побудовано організаційно-технологічні моделі (графіки виконання робіт). Всі моделі побудовано згідно обраних планів експериментів та переліку робіт, визначеному згідно положень пункту 5 алгоритму.

Експериментально-статистичне моделювання проведено на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки. Встановлення графічних та аналітичних залежностей (експериментально-статистичне моделювання) основних показників ефективності при варіюванні факторів, що на них впливають відбувалось в програмному комплексі COMPEX.

Сьомий етап. Проведено аналіз та обробку отриманих графічних і аналітичних залежностей чисельного моделювання основних показників ефективності. Визначено характер та ступінь впливу факторів на них.

Введено діючі обмеження у вигляді використання частки кредитних коштів. Визначено зони оптимальних значень показників будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки та відповідні значення поєднань факторного простору.

В межах встановлених зон оптимальних значень основних показників обрано найбільш ефективну організаційно-технологічну модель (графік виконання робіт). Відповідно встановлено найбільш ефективні значення основних показників та поєднання (значення) факторів, при яких вони досягаються.

Восьмий етап. Виконано оцінку ефективності результатів дослідження в порівнянні з базовим (проектним) рішенням по усіх основних показниках ефективності будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки.

Дев'ятий етап. Виконано апробацію та впровадження результатів досліджень. Зокрема, розроблено: рекомендації з пошуку найбільш ефективних рішень будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки, технологічну карту, нові конструктивно-технологічні рішення зведення огорожувальних конструкцій будівель з використанням незнімної опалубки та ін.

2.3. Методика багатокритеріального аналізу визначення ефективності конструктивно-технологічних рішень влаштування огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки

Одним з найбільш вагомих та трудомістких при будівництві каркасно-монолітних будівель є саме зведення залізобетонних елементів. Ряд недоліків традиційної технології монолітного бетонування можливо усунути, якщо користуватись конструктивно-технологічними рішеннями з незнімною опалубкою. Однак аналогічних, схожих за властивостями рішень існує досить багато (розділ 1.1. дисертаційного дослідження). Щоб обрати найбільш ефективне з них можливо скористатись методикою багатокритеріального аналізу [68-71].

Дана методика використовує методи порівняльного аналізу певної кількості рішень за допомогою визначених критеріїв ефективності [69]. Вони можуть бути як кількісними, так і якісними. Для порівняння рішень кількісні критерії ефективності, що мають чисельні значення переводяться у єдину бальну шкалу [70, 71]. Якісні критерії ефективності використовуються для групування, сортування, фільтрування рішень та/або для остаточного вибору рішення при близьких значеннях кількісних критеріїв. Перевагою цієї методики оцінки ефективності конструктивно-технологічних рішень є можливість врахування не тільки кількісних, але і якісних критеріїв. Тобто, відмінною рисою багатокритеріального аналізу є наявність декількох груп критеріїв, кожна з яких дозволяє досить докладно описати конкретне конструктивно-технологічне рішення незнімної опалубки [69-71].

За допомогою методики багатокритеріального аналізу можливо визначити ефективність використання значної кількості конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових будівель при великій кількості критеріїв ефективності [70, 71].

Дослідження за методикою багатокритеріального аналізу виконуються за наступним алгоритмом: «логічний» попередній відбір рішень та критеріїв ефективності (які характеризують обрані рішення) для порівняння; визначення значень кількісних критеріїв та переведення їх у єдину бальну шкалу; проведення порівняльного аналізу обраних конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за критеріями ефективності [69-71]. При неможливості остаточного обрання найбільш ефективного рішення необхідно застосувати вагові коефіцієнти. Для цього можливо звернутись до фахівців будівельної галузі або виконати додатковий пошук у відкритих інформаційних джерелах. Останнім етапом здійснюється однозначний, остаточний вибір найбільш ефективного зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки [69].

Для проведення досліджень за методикою багатокритеріального аналізу найбільш зручніше використовувати програмний комплекс Microsoft Excel [69, 126]. В ньому можливо працювати з електронними таблицями, масивами даних; певним чином організувати та аналізувати дані [69]. Саме тому він і був обраний в рамках цього дослідження. Ключовими інструментами Microsoft Excel для методики багатокритеріального аналізу є функції «зведена таблиця» та «зведена діаграма» [72, 73], які дозволяють візуалізувати процес та результати дослідження з вибору найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки. Крім цього, інструментарій Microsoft Excel дозволяє групувати, сортувати та фільтрувати технології за одним або декільком якісними та кількісними критеріям ефективності [69]. За допомогою інструментів Microsoft Excel можливо: сортуванням визначити

черговість рішень за критеріями ефективності; відфільтрувати (відкинути) певні рішення з розгляду; групуванням наочно скомпільовати сукупності рішень з відновлення по певних критеріях ефективності [69, 70].

За допомогою використання методики багатокритеріального аналізу в 3-му розділі дисертаційної роботи обрано найбільш ефективне конструктивно-технологічне рішення зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Для визначення найбільш ефективного рішення, що може використовуватись для зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів в незнімній опалубці необхідно визначитись, які критерії ефективності є найбільш значущими. Критерії ефективності повинні відображати технологічні, вартісні, конструктивні та інші вимоги для забезпечення раціонального порівняння конструктивно-технологічних рішень. Критерії можуть бути економічними, технічними, екологічними, соціальними або іншими [69, 71]. Якщо дивитись більш вузько за кожним напрямком, то критеріями ефективності можуть бути: технологічність, вартість, трудомісткість, тривалість будівництва тощо. Велику роль мають такі критерії, як теплотехнічні властивості, стійкість до факторів агресивного середовища (гнилі, цвіття, гризунів, сонячного випромінювання тощо), довговічність, екологічність, міцність, геометричні параметри готової будівельної продукції, фізичні параметри матеріалу (наприклад усадка бетону, звукопоглинання, пористість, щільність тощо), вага матеріалу і готової конструкції [71].

В результаті аналізу опису обраних для порівняння 12-ти конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки, відкритих інформаційних джерел [15, 46-48, 69-71, 86, 98, 110, 111], спілкування з фахівцями будівельної галузі обрано 8 найбільш значущих критеріїв ефективності:

Кількісні:

- товщина - підраховується виходячи з товщини всіх шарів готової огорожувальної конструкції, мм;
- опір теплопередачі - визначається відповідно до вимог [6, 127-132], $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;
- вага 1 м^2 - підраховується виходячи з ваги всіх шарів на 1 м^2 готової огорожувальної конструкції, кг;
- площа приміщень при зовнішніх розмірах будинку $10 \times 10 \text{ м}$ - підраховується виходячи з товщини огорожувальної конструкції, виконаного з застосуванням незнімної опалубки, м^2 ;
- вартість - визначається собівартістю зведення 1 м^2 огорожувальної конструкції житлового комплексу з використанням незнімної опалубки (за допомогою складання кошторисних розрахунків), $\text{грн}/\text{м}^2$;
- довговічність - прийнята на підставі аналізу відкритих інформаційних джерел [6, 127, 132-135] та опису кожного конструктивно-технологічного рішення (розділ 1.1. дисертаційного дослідження), роки;
- усадка матеріалу - прийнята на підставі нормативного документу [136] і відкритих інформаційних джерел [133-135], % .

Якісні:

- стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування - визначався, виходячи з опису (розділ 1.1. дисертаційного дослідження) кожного з 12-ти конструктивно-технологічних рішень, що порівнюються.

При розрахунку критерію ефективності «опір теплопередачі» ключовим є забезпечення вимоги до теплотехнічного показника (формула 2.1.) елементів теплоізоляційної оболонки будівель (приведеного опору теплопередачі):

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{\text{q min}}, \quad (2.1)$$

де $R_{\Sigma \text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [6].

Згідно додатку А нормативного документу [6] м. Одеса, Одеської області розташоване у II-й температурній зоні України. Згідно таблиці 1 нормативного документу [6] для II-ї температурної зони (де розташований житловий комплекс «Авіньйон» на прикладі якого буде відбуватись чисельне моделювання) мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожуючих стінових конструкцій становить: $R_{q \min} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою 2.2 відповідно до [127]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2.2)$$

де h_{si}, h_{se} – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; R_i – тепловий опір i -го шару конструкції; d_i – товщина i -го шару конструкції, м ; λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; l – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Додаток Б [127] встановлює розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі:

- внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С})$;
- зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С})$.

Розрахункова теплопровідність матеріалів приймається згідно з додатком А нормативного документу [127] або, за її відсутності для деяких матеріалів - з відкритих інформаційних джерел [137-139].

Товщина шару утеплення X для кожного конструктивно-технологічного рішення розраховується за формулою 2.3:

$$X = (R_{q \min} - R_{\Sigma}) \cdot \lambda_{yp}, \quad (2.3)$$

де λ_{yp} – теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К); $R_{q \min}$ - мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі стінових конструкцій, прийнято $R_{q \min} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; R_{Σ} - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції.

2.5. Методики та методи проведення чисельного моделювання будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки

2.5.1. Визначення найбільш значущих показників та факторів, що на них впливають. Планування експерименту та обробки результатів

Моделювання передбачає відтворення властивостей деякого об'єкта. Для пошуку найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки спочатку необхідно обрати основні показники ефективності та фактори, що на них впливають. Потім, згідно теорії планування експериментів, обрати план експерименту, що надасть змогу отримати адекватні результати чисельного моделювання. Далі необхідно розглянути методи створення моделей та проведення експериментально-статистичного моделювання [71, 75, 83, 84, 140]. Це можливо визначити з проаналізованої інформації у розділі 1.2. дисертаційного дослідження.

Для побудови математичних моделей необхідно визначити найбільш значущі показники ефективності будівництва житлового комплексу з використанням незнімної опалубки.

Дедукція дозволяє з відомого числа властивостей та характеристик об'єкту вибрати ті, що необхідні для проведення експерименту (показники ефективності та фактори, що впливають на них) [71, 106].

Можливо виділити такі показники ефективності:

- тривалість робіт з будівництва житлового комплексу;
- тривалість використання механічного обладнання;

- тривалість робіт, виконуваних вручну;
- загальна вартість робіт;
- поєднання будівельних процесів;
- інтенсивність фінансування будівництва;
- рентабельність;
- екологічність;
- трудомісткість;
- геометричні параметри;
- фізичні властивості огорожувальних конструкцій житлового комплексу;
- технологічність;
- пожежна безпека [71].

З цього переліку для проведення чисельного моделювання на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки обрано наступні основні показники ефективності:

- «тривалість будівництва (Y_1)», днів;
- «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)», млн. грн на місяць;
- «вартість будівництва (Y_3)» млн. грн.;
- «рентабельність (Y_4)», %.

При оцінці вартості робіт враховувались всі статті витрат на виконання будівельних робіт:

- вартість праці робітників;
- вартість матеріалів, конструкцій;
- вартість вивезення будівельного сміття;
- вартість закупленого обладнання;
- витрати на різноманітні розхідні матеріали.

Показник ефективності «вартість будівництва (Y_3)» є одним з основоположних на будь-якому будівництві. Він визначався згідно

кошторисних розрахунків на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки.

Інтенсивність фінансування проєкту є значущим показником, оскільки визначає, яка сума необхідна для проведення робіт щомісяця. Це значно пов'язано з сумою кредитування або лізингу, яка залежить від щомісячних платежів. Цей показник допомагає визначити щомісячні витрати на будівництво та порівняти їх з можливостями інвестора, кредитованої компанії тощо. Інтенсивність фінансування та вартість залежать, крім іншого, від умовно-постійних витрат. Умовно-постійні витрати - це витрати непродуктивного призначення, які не змінюються протягом усього процесу будівництва житлового комплексу.

Тривалість будівництва має велике значення, оскільки вона пов'язана з рентабельністю будівництва. Особливо якщо необхідно повертати та обслуговувати частку кредитних коштів. Показник «тривалість будівництва (Y_1)» визначається за критичним шляхом складеного календарного графіка виконання робіт. Чим швидше житловий комплекс буде введений в експлуатацію, тим швидше буде можливість отримувати прибуток. Відповідно можливо виплачувати кредит або лізингові платежі, що зменшить загальну вартість та підвищить рентабельність будівництва. Це пов'язано з тим, що при виплаті кредиту або лізингових платежів необхідно виплачувати щомісячну суму за процентною ставкою.

Показник «рентабельність (Y_4)» розраховувався за формулою: (Дохід - Витрати) / Витрати.

Далі, для проведення досліджень необхідно визначити найбільш значущі фактори, що впливають на показники ефективності. Такими факторами можуть бути:

- кількість робочих днів на тиждень;
- кількість змін на добу;
- кількість робочих годин у зміну;
- коефіцієнт суміщення робіт;

- кількість робітників, задіяних при будівництві;
- кількість задіяної техніки;
- кількість годин робіт, виконуваних вручну;
- кількість робочих бригад;
- варіації технологічних рішень;
- середній розряд робітників і механізаторів;
- варіанти фінансування;
- умовно-постійні витрати, як фактор, що змінює загальну вартість;
- форми організації процесів будівництва;
- фізичні властивості матеріалів;
- технологічна ув'язка робіт (перерви, послідовність тощо);
- ступінь залучення засобів механізації процесів відновлення [71].

Як найбільш значущі були обрані такі фактори:

- «суміщеність робіт (X_1)», %.
- «кількість робочих годин на тиждень (X_2)», год.

Як один з факторів прийнята «суміщеність робіт (X_1)». Цей фактор є відношенням сумарної довжини періодів зміщення між парами попередніх і наступних робіт до сумарної тривалості всіх процесів на всіх захватках.

«Суміщеність робіт (X_1)» розраховується за формулою 2.4 [71, 106]:

$$K = \frac{\sum t_{\text{совм.}}}{\sum t_{\text{прод.}}} * 100\% = \frac{\sum t_{\text{прод.}} - t_{\text{оконч.}}}{\sum t_{\text{прод.}}} * 100\%, \quad (2.4)$$

де $\sum t_{\text{совм.}}$ - сумарний резерв часу, що вивільняється, в результаті суміщення робіт у часі;

$\sum t_{\text{прод.}}$ - сумарна тривалість всіх процесів на всіх захватках;

$t_{\text{оконч.}}$ - тривалість комплексу будівельних робіт, отримана в результаті зсуву робіт між собою.

«Суміщеність робіт (X_1)», по суті, характеризує, наскільки скоротилася загальна тривалість комплексу будівельних робіт в порівнянні з випадком, коли всі процеси на всіх захватках пов'язані послідовно. Рівні варіювання цього коефіцієнта визначаються після складання базових моделей проведення

робіт з будівництва [71, 106]. Складаються три базові моделі будівництва, у яких:

- всі процеси усім захватках пов'язані послідовно;
- процеси в суворій технологічній послідовності, з максимально можливим їх поєднанням та паралельним виконанням;
- середнє значення поєднання робіт, враховуючи перелічені вище пункти.

Фактор «кількість робочих годин на тиждень (X_2)». Реально застосовний час проведення робіт з будівництвом прийнято 40 годин на тиждень. Це 5 робочих днів по 8 годин робочого часу на добу. Як найбільший час роботи прийнято 12-годинний робочий день протягом 5 днів на тиждень, тобто 80 годин на тиждень. У середньому – 60 годин на тиждень, тобто, наприклад, час проведення робіт становить 10 годин на добу, 6 днів на тиждень.

Чинником, що впливає на ефективність проведення будівництва житлових комплексів є методи фінансування робіт. Можуть розглядатися такі методи фінансування інвестиційних проєктів:

- самофінансування - здійснення інвестування лише за рахунок власних коштів;
- кредитне фінансування - інвестиційні кредити банків, випуск облігацій;
- змішане фінансування - з урахуванням різних комбінацій розглянутих способів [98, 111, 115].

При проведенні дослідження як методи фінансування проєкту будівництва житлового комплексу розглядається самофінансування та кредитне фінансування [98]. При цьому частка кредитного фінансування буде розглядатись як накладення діючого обмеження. Це відбувається коли забудовник не може самостійно забезпечити повне самофінансування [108].

Після обрання основних показників ефективності та факторів, що на них впливають необхідно скористатись теорією планування експерименту [75, 83, 84]. А саме, обрати план експерименту, що дозволить отримати адекватні

значення в результаті проведення експериментально-статистичного моделювання.

Рівні варіювання всіх факторів (табл. 2.1), що впливають на основні показники ефективності будівництва житлового комплексу були прийняті відповідно до теорії планування експерименту. Вона яка передбачає, що фактори, які варіюються, повинні знаходитися в діапазоні нормалізованих значень -1; 0; + 1. При цьому фактор X_i , який має нормалізоване значення -1 відповідає мінімальним натурним значенням факторів. Відповідно X_i , що має значення + 1 – максимальному значенню, а $X_i = 0$ – середнє натурне значення обох факторів [71, 84, 106].

Перехід від натурних до нормалізованих значень факторів виконувався за типовою формулою 2.5:

$$x_i = \frac{X_i - \frac{X_{i.max} + X_{i.min}}{2}}{\frac{X_{i.max} - X_{i.min}}{2}}, \quad (2.5)$$

де:

x_i – нормалізоване значення рівня і-того фактора;

X_i – натурне значення рівня і-того фактора;

$X_{i.max}$ – натурне значення максимального рівня і-того фактора;

$X_{i.min}$ – натурне значення мінімального рівня і-того фактора [83, 140].

Показники ефективності (Y) змінюються внаслідок варіювання факторів (X_i), що на них впливають, тобто це – функції. Встановлення аналітичних залежностей зміни основних показників від факторів, що на них впливають відбувається після введення отриманих даних з чисельних моделей в програмний комплекс COMPEX [75, 84].

Експериментально- статистичне моделювання необхідне для виявлення закономірностей та зв'язків між величинами, що виражають кінцевий результат (основні показники ефективності), та факторами, які вводяться в математичну модель [110].

Очікувані закономірності та зв'язки у дослідженні є нелінійними, де причини та наслідки неможливо виміряти, і описуються за допомогою

диференціальних рівнянь. Найточніші результати можна отримати за допомогою комп'ютерних програм. Одна з таких програм - програма COMPEX, розроблена в Одеській державній академії будівництва та архітектури на кафедрі процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів під керівництвом професора В.А. Вознесенського [75, 83, 84, 110].

Таблиця 2.1 – Фактори та рівні їх варіювання для проведення чисельного моделювання показників $Y_1, Y_{2,1}, Y_{2,2}, Y_3$ та Y_4

Натурні		Нормалізовані	
X_1	X_2	X_1	X_2
Суміщеність робіт, %	Кількість робочих годин на тиждень, год.	Суміщеність робіт	Кількість робочих годин на тиждень
1	2	3	4
74,61%	40	-1	-1
79,91%	60	0	0
85,21%	80	1	1

Використання теорії планування скороченого експерименту дозволяє проведення достатньої кількості експериментів для якісної та кількісної оцінки впливу основних досліджуваних факторів та їх сукупності на досліджувані показники. Згідно неї для проведення експериментально-статистичного моделювання всіх основних показників ефективності обрано 9-ти точковий оптимальний план експерименту (табл. 2.2.). Він дає змогу при мінімальній кількості «точок» експерименту отримати адекватні та достовірні результати [75, 83, 84, 110, 140].

Проведення експериментально-статистичного моделювання базується на теоретичних знаннях про об'єкт дослідження та виявлених його особливостях; вже відомих методів моделювання процесів; існуючих способів фінансування проєктів будівництва; меті та завданні досліджень [84, 140].

Залежність між показниками «тривалість будівництва (Y_1)», «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)», «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)», «вартість будівництва (Y_3)», «рентабельність (Y_4)» та факторами, що впливають на них можливо представити у вигляді формули 2.6 [71, 84, 140]:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_{11}X_1^2 + b_{12}X_1X_2 + b_2X_2 + b_{22}X_2^2 \quad (2.6)$$

Таблиця 2.2 – План проведення експерименту показників «тривалість будівництва (Y_1)», «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)», «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)», «вартість будівництва (Y_3)», «рентабельність (Y_4)».

Номер за планом	Значення факторів		Значення факторів	
	Натурні		Нормалізовані	
	X_1 – Суміщеність робіт, %	X_2 – Кількість робочих годин на тиждень, год.	X_1 – Суміщеність робіт	X_2 – Кількість робочих годин на тиждень
1	2	3	4	5
1	74,61	40	-1	-1
2	79,91	40	0	-1
3	85,21	40	1	-1
4	74,61	60	-1	0
5	79,91	60	0	0
6	85,21	60	1	0
7	74,61	80	-1	1
8	79,91	80	0	1
9	85,21	80	1	1

При розрахунку експериментально-статистичних моделей приймається помилка експерименту в 6% від максимального значення або менше. Двосторонній ризик задавався на рівні 10% ($\alpha=0.1$). Після розрахунку в програмі COMPEX моделі перевіряються на адекватність за критерієм Фішера. Якщо даний критерій менший за критичний для заданого ризику з урахуванням отриманої кількості ступенів свободи, тобто $F_a < F_{кр}(\alpha, f_{на}, f_э)$, то модель приймалась для інженерних рішень та аналізу [71, 84, 106].

Графічне відображення експериментально-статистичних моделей наводиться у вигляді однофакторних та двофакторних діаграм. По отриманим діаграмам та аналітичним залежностям робляться висновки про характер впливу факторів на основні показники ефективності та рівень їхнього впливу.

Після цього на діаграми наноситься обмеження у вигляді застосування кредитних коштів та виконується оптимізація. Для роботи з графічними залежностями (зокрема, накладення діючих обмежень, редагування рисунків), виконання креслень тощо в дослідженні використовувались програмні комплекси CorelDraw x6 та AutoCAD [141, 142].

2.5.2. Методи створення моделей

Для проведення чисельного моделювання необхідно створювати 2 типи моделей: економічні - у вигляді кошторисних розрахунків в програмному комплексі АВК-5 [143] та організаційно-технологічні - у вигляді графіків виконання робіт в програмному комплексі Microsoft Project [144].

Етапність методу створення чисельних моделей в програмних комплексах наступна:

- складання остаточного переліку робіт, визначення їх обсягів;
- складання кошторисів витрат у програмному комплексі АВК-5 з урахуванням варіювання факторів;
- перенесення інформації та фіксація базового плану у програмі Microsoft Project, встановлення взаємозв'язків між роботами та побудування критичного шляху;

- після складання базової моделі виконуються усі організаційно-технологічні моделі будівництва житлового комплексу з урахуванням варіювання факторів.

Перш за все спочатку створено перелік робіт будівництва житлового комплексу з дотриманням технологічної ув'язки та підрахуванням їх обсягів. Для складання базових моделей проєкту: вивчено креслення об'єкта, конструктивні та об'ємно-планувальні рішення. Далі в програмному комплексі АВК-5 послідовно виконано локальні кошторисні розрахунки при різних поєднаннях значень факторного простору, що впливають на основні показники ефективності. Розрахунок кошторисної вартості в АВК-5 здійснювався відповідно до вимог нормативних документів з визначення вартості будівництва [145]. Створення кошторисних розрахунків в програмному комплексі АВК-5 дозволило визначити показник вартості будівництва житлового комплексу при варіюванні факторів, що на нього впливають. Згідно плану експерименту в АВК 5 створюється 9 кошторисів.

Отримані дані в програмному комплексі АВК-5 переносяться в Microsoft Project. На основі кошторисних розрахунків в програмному комплексі Microsoft Project побудовано 9 графіків виконання робіт (організаційно-технологічних моделей). В програмному комплексі Microsoft Project складено організаційно-технологічні моделі будівництва житлового комплексу, де представлені всі проводимі процеси. Дані моделі складаються з метою прогнозування поведінки показників ефективності при зміні факторів, що на них впливають.

Графік виконання робіт створюється у вигляді діаграми Ганта.

Для створення календарного плану в програмному комплексі Microsoft Project необхідно виконано такі кроки.

1. Створено новий проєкт та задано дату початку та дату закінчення проєкту.
2. Визначено список завдань, необхідних виконання проєкту.

3. Визначено залежності між завданнями, тобто визначено, які завдання мають бути завершені на початок інших завдань.

4. Оцінено тривалість кожного завдання у робочих днях чи годинах.

5. Визначено ресурси, необхідні для виконання кожного завдання, такі як люди, обладнання та матеріали.

6. Задано календар для кожного ресурсу, який буде використовуватися в проєкті.

7. Створено графік виконання завдань, який покаже послідовність та тривалість виконання кожного завдання.

При створенні календарних планів у програмному комплексі Microsoft Project з урахуванням зміни кількості робочого часу на тиждень та суміщеності робіт, виконано такі дії.

1. Встановлено глобальний календар. Створено календар, який буде використовуватися для всіх завдань проєкту. У календарі можна визначити кількість робочих днів на тиждень та годин на день, а також вихідні дні.

2. Змінено календар для певних завдань. У випадку, якщо для деяких завдань необхідно використовувати календар відмінний від глобального календаря, можна змінити календар для кожного окремого завдання.

3. Встановлено тривалість роботи на кожному завданні. У Microsoft Project можна встановити тривалість роботи в днях, годинах або хвилинах. В дослідженні встановлено в днях.

4. Визначено суміщеність робіт. Якщо деякі процеси можуть виконуватися одночасно, необхідно встановити залежності між завданнями, щоб Microsoft Project міг автоматично обчислювати їх послідовність.

В результаті використання даних методів створення чисельних моделей в дисертаційній роботі отримано кошторисні розрахунки та графіки виконання робіт згідно обраних планів експерименту. Дані з яких використані для проведення експериментально-статистичного моделювання та оптимізації.

Висновки за розділом 2

1. На основі сформульованої наукової гіпотези розроблено загальну методiku проведення дисертаційного дослідження та методи вирішення окремих задач:
 - методiku багатокритеріального аналізу визначення ефективності контруктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки (за допомогою спеціалізованого функціоналу програмного комплексу Microsoft Excel);
 - методи створення економічних та організаційно-технологічних моделей зведення житлових комплексів в програмних комплексах АВК-5 та Microsoft Project, що використовувались для проведення моделювання будівництва житлового комплексу згідно обраного плану експерименту;
 - методiku проведення експериментально-статистичного моделювання комплексного процесу зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки в програмному комплексі COMPEX, що дозволила виявити закономірності основних показників ефективності.
2. За допомогою аналізу відкритих інформаційних джерел обрано 8 критеріїв ефективності («товщина», «опір теплопередачі», «вага 1 м²», «площа приміщень при зовнішніх розмірах будівель 10x10 м», «вартість», «довговічність», «усадка матеріалу», «стійкість до цвілі гниття і руйнування») для порівняння 12-ти контруктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за методикою багатокритеріального аналізу.
3. За допомогою аналізу відкритих інформаційних джерел визначено найбільш значущі показники чисельного моделювання зведення житлового комплексу: «тривалість будівництва (Y₁)», «середня інтенсивність фінансування (Y_{2,1})», «максимальна інтенсивність фінансування (Y_{2,2})», «вартість будівництва (Y₃)», «рентабельність (Y₄)» та основні фактори, що

на них впливають: «суміщеність робіт X_1 », «кількість робочих годин на тиждень X_2 »;

4. За допомогою використання теорії планування експериментів та положень методики експериментально-статистичного моделювання обрано оптимальний 9-ти точковий план експерименту, що дозволяє отримати адекватні результати чисельного моделювання при варіюванні факторного простору.
5. Основні результати цього розділу викладені в роботах [146-148].

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ

Згідно розробленої загальної методики дисертаційне дослідження передбачає проведення чисельного моделювання комплексного процесу зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки. Для складання переліку робіт та створення чисельних моделей спочатку необхідно визначити: яке конструктивно-технологічне рішення зведення огороджувальних конструкцій житлового комплексу з використанням є найбільш ефективним. В розділі 1.1. дисертаційного дослідження виконано пошук відомих конструктивно-технологічних рішень, що можуть використовуватись для зведення огороджувальних конструкцій житлових комплексів в незнімній опалубці.

Для порівняння за методикою багатокритеріального аналізу відібрано 12 конструктивно-технологічних рішень, що мають найбільшу сферу використання. Перелік їх наступний.

1. Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків.
2. Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін.
3. Незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків
4. Незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу.
5. Незнімна опалубка з бетонних блоків.
6. Незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей.
7. Незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей.
8. Незнімна опалубка з цементно-стружкових плит.

9. Незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям.

10. Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами.

11. Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами.

12. Патент UA № 149402 «Стіна будівлі».

В рамках цього розділу аналіз ефективності конструктивно-технологічних рішень відбувався поетапно за методикою багатокритеріального аналізу за вісьмома обраними критеріями ефективності. Положення методики проведення багатокритеріального аналізу наведено в розділах 1.2. та 2.3. дисертаційного дослідження. Опис та методи розрахунку кожного з критеріїв ефективності наведено в розділі 2.3. дисертаційного дослідження.

Метою виконання багатокритеріального аналізу є порівняння відомих конструктивно-технологічних рішень з розробленим та запатентованим новим рішенням зведення огорожувальних конструкцій будівель в незнімній опалубці та визначити найбільш ефективне з них.

В галузі теплового захисту будівель за останні десятиліття відбулися принципові зміни. З оновленням нормативних документів щодо теплоізоляції будівель карта температурних зон України змінилася – кількість цих зон зменшена з 4 до 2. Збільшились показники мінімально допустимого значення опору теплопередачі ($R_{q \min} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$). Тому, виникла необхідність у дослідженні нових економних конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій будівель в незнімній опалубці з високими теплотехнічними показниками.

Згідно формули 2.2 розділу 2.3. дисертаційного дослідження розраховано значення приведенного опору теплопередачі для кожного з 12-ти конструктивно-технологічних рішень.

1. Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків $R_{\Sigma} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

2. Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін $R_{\Sigma} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

3. Незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків $R_{\Sigma} = 3,1 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

4. Незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу $R_{\Sigma} = 3,1 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

5. Незнімна опалубка з бетонних блоків $R_{\Sigma} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

6. Незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей $R_{\Sigma} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

7. Незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей $R_{\Sigma} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

8. Незнімна опалубка з цементно-стружкових плит $R_{\Sigma} = 3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

9. Незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям $R_{\Sigma} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

10. Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами $R_{\Sigma} = 3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

11. Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами $R_{\Sigma} = 3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

12. Патент UA № 149402 «Стіна будівлі» $R_{\Sigma} = 3,1 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

Приведений опір теплопередачі всіх 12-ти конструктивно-технологічних рішень не відповідає мінімально допустимому значенню опору теплопередачі ($R_{q \text{ min}} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$). Тому потрібно додати шар утеплювача. Для проведення раціонального порівняння технологій за бальними оцінками прийнято рішення прийняти шар утеплювача для усіх рішень однаковим. Для цього обираємо рішення з мінімальним значенням приведенного опору теплопередачі: «незнімна опалубка з бетонних блоків» $R_{\Sigma} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

За формулою 2.3 розділу 2.3. дисертаційного дослідження розрахуємо необхідну товщину шару утеплення. При цьому приймемо шар утеплювача з мінеральної вати ($\lambda_p = 0,041 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$).

$$X = (R_{q \min} - R_{\Sigma}) \cdot \lambda_{yp} = (3,5 - 2,8) \cdot 0,041 = 0,03 \text{ м}$$

Прийmemo шар утеплення товщиною 30 мм з мінеральної вати для усіх конструктивно-технологічних рішень. Опір теплопередачі цього шару буде складати:

$$R_{ут} = \frac{0,03}{0,041} = 0,73 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$$

Додаємо значення $R_{ут}$ до значень приведенного опору теплопередачі кожного конструктивно технологічного рішення зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

1. Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків $R_{\Sigma} = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
2. Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін $R_{\Sigma} = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
3. Незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків $R_{\Sigma} = 3,83 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
4. Незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу $R_{\Sigma} = 3,83 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
5. Незнімна опалубка з бетонних блоків $R_{\Sigma} = 3,53 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
6. Незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей $R_{\Sigma} = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
7. Незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей $R_{\Sigma} = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
8. Незнімна опалубка з цементно-стружкових плит $R_{\Sigma} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
9. Незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям $R_{\Sigma} = 4,03 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
10. Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами $R_{\Sigma} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
11. Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами $R_{\Sigma} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.
12. Патент UA № 149402 «Стіна будівлі» $R_{\Sigma} = 3,83 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

Всі нові значення приведеного опору теплопередачі відповідають вимогам формули 2.1 розділу 2.3. дисертаційного дослідження.

На підставі виконаного аналізу інформаційних джерел (розділ 1.1. дисертаційного дослідження), розрахунків критеріїв ефективності (згідно методів, визначених в розділі 2.3. дисертаційного дослідження), кошторисних розрахунків (вартості 1 м² готової огорожувальної конструкції) – складена таблиця аналізу ефективності 12-ти конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки по 8-ми обраним критеріям ефективності.

Кількісні оцінки критеріїв приведені з натурних вимірників в єдину бальну шкалу. Оцінка технологій за кількісними критеріями проводиться за десятибальною шкалою, де мінімальним і максимальним значенням присвоєні бали 1 і 10 відповідно. Решта балів підраховані за допомогою лінійної інтерполяції.

Конструктивно-технологічні рішення, критерії та присвоєні їм бали представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Аналіз ефективності 12-ти констуктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за вісьмома критеріями ефективності

№ п/п	Критерії оцінки Технології зведення	Товщина, мм/ в балах	Опір теплопередачі, (м ² ·К)/В т/в балах	Вага 1 м ² , кг/в балах	Площа приміщень при зовнішніх розмірах будинку 10х10 м, м ² / в балах	Вартість, грн / м ² / в балах	Довговічність, роки / в балах	Усадка матеріалу, % / мм / м	Стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків	340/7	3,93/10	386/5	86,9/9	2 725/9	100/8	1/9	Стійка
2	Незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін	345/7	3,93/10	395/5	86,8/9	2 760/9	100/8	1/9	Стійка
3	Незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків	500/9	3,83/9	400/5	81/9	2 422/10	100/8	2/8	Стійка
4	Незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу	520/9	3,83/9	420/5	80,5/9	2 380/10	100/8	2/8	Стійка
5	Незнімна опалубка з бетонних блоків	400/8	3,53/8	420/4	84,6/9	3 230/9	100/8	1/9	Стійка
6	Незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей	320/6	3,93/10	390/5	87,6/9	2 814/9	100/8	1/9	Стійка

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей	550/9	3,93/10	300/6	80,2/9	3 553/9	100/8	1/9	Стійка
8	Незнімна опалубка з цементно-стружкових плит	640/10	3,73/9	560/2	76/8	3 085/7	100/8	2/8	Стійка
9	Незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям	350/7	4,03 /10	465/4	86,5/9	3 738/8	80/6	1/9	Разова обробка
10	Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами	540/9	3,73/9	580/2	76/8	4 627/7	100/8	2/8	Стійка
11	Каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами	540/9	3,73/9	580/2	76/8	4 730/7	100/8	2/8	Стійка
12	Патент UA № 149402 «Стіна будівлі»	330/6	3,83/9	390/5	87,1/9	2 445/10	100/8	1/9	Стійка

Критеріями вибору найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки є ті, які найбільш повно і об'єктивно оцінюють його основні характеристики.

Критерії вибору мають багаторівневий підхід, який передбачає вирішення численних завдань: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

Спочатку розглянемо критерій ефективності «опір теплопередачі». З таблиці 3.1 видно, що найменший приведений опір теплопередачі ($R_{\Sigma} = 3,53 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{С}}{\text{Вт}}$) має рішення «незнімна опалубка з бетонних блоків». У зв'язку з цим виключимо це рішення з подальшого розгляду. Інші конструктивно-технологічні рішення мають цей показник порівняно високим (9-10 балів). Тому, надалі розглянемо інші сім критеріїв ефективності. Вони є важливими при виборі технології та використовуються для подальшого порівняння рішень.

Згідно методики багатокритеріального аналізу (розділ 2.3. дисертаційного дослідження) для обробки оцінок кожного конструктивно-технологічного рішення використовувались спеціалізовані функції «зведена діаграма» та «зведена таблиця» в програмному комплексі Microsoft Excel. За допомогою них є можливість підсумувати, аналізувати, вивчати і узагальнювати дані зовнішніх інформаційних джерел.

Для початку, наведемо загальну «зведену діаграму», яка згрупує значення кількісних критеріїв за технологіями, що порівнюються по 7-ми критеріям ефективності (рис. 3.1).

Один з основних критеріїв – це маса матеріалів, який впливає на вартість їхньої доставки та потреби в використанні додаткової техніки для розвантаження на будівельному майданчику. Також такі конструктивно-технологічні рішення у незнімній опалубці мають додаткове навантаження на фундамент.

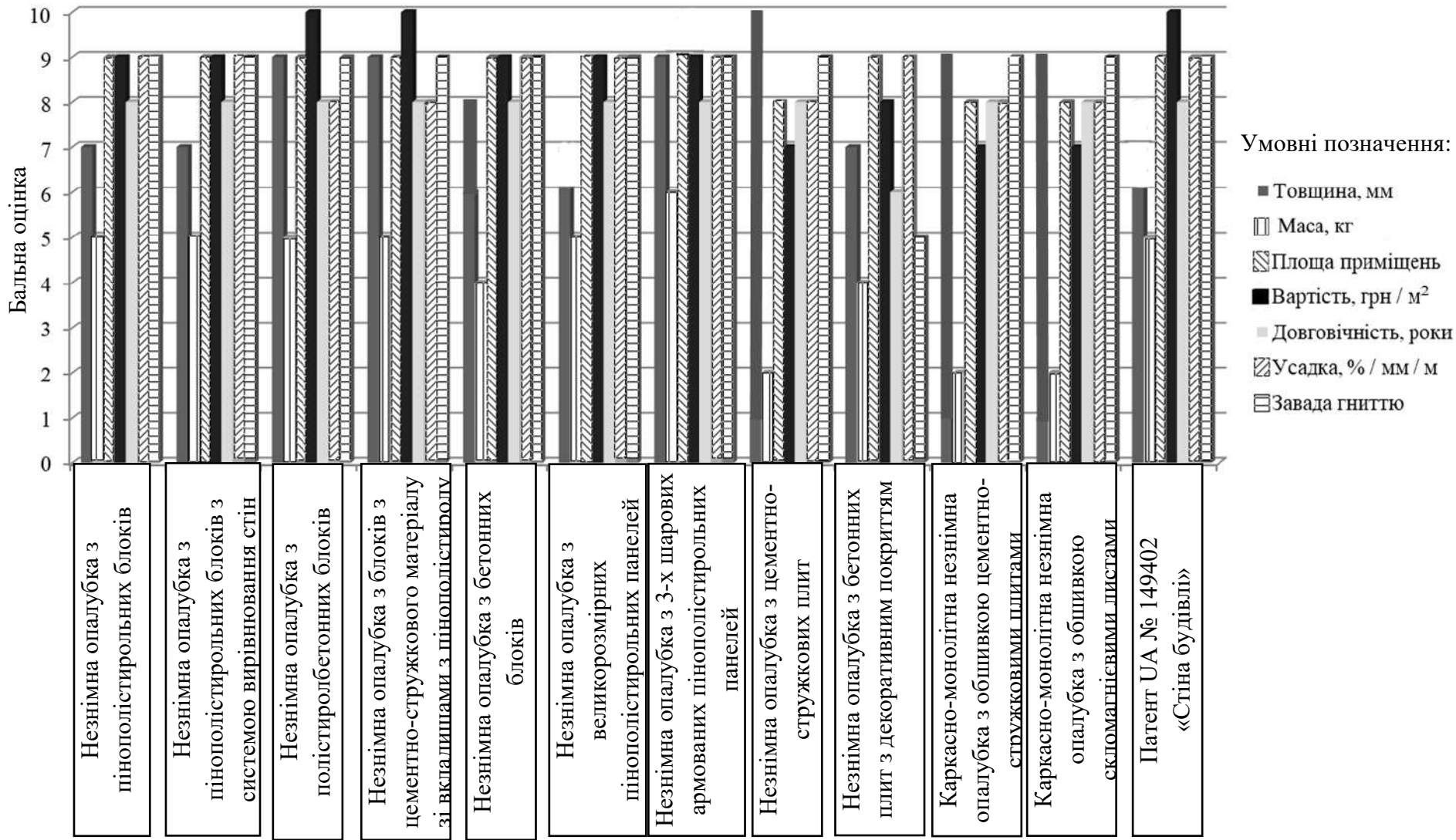


Рис. 3.1 – «Зведена діаграма» аналізу конструктивно-технологічних рішень за критеріями ефективності, вираженими в балах

Розглядаючи обрані конструктивно-технологічні рішення в «зведеній таблиці» (табл. 3.1) та «зведеній діаграмі» (рис. 3.1) можна сказати, що самим неефективним рішенням є «незнімна опалубка з цементно-стружкових плит» з товщиною стіни в 640 мм і масою 560 кг/м². Важливою перевагою сучасних будинків є значне збільшення корисної площі будинку за рахунок відчутного зниження товщини огорожувальних конструкцій. Дана перевага особливо відчутна при будівництві житлових будинків, коли вартість земельної ділянки досить висока. За цим критерієм рішення «незнімна опалубка з цементно-стружкових плит» також найгірший варіант. Тому, відкидаємо його з подальшого розгляду. Решта конструктивно-технологічних рішень у незнімній опалубці приймаємо для подальшого аналізу за допомогою «зведених діаграм».

Критерій «довговічність» є провідним параметром конструктивно-технологічних рішень, який позначається на якості огорожувальних конструкцій будівель. Протягом всього терміну експлуатації будівлі вони підлягають технічному обслуговуванню та ремонту. Періодичність даних робіт залежить від довговічності матеріалів, з яких виготовляються конструкції будівель, впливу навколишнього середовища та інших факторів.

Згруповані конструктивно-технологічні рішення за якісним критерієм «стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування» і кількісним критерієм «довговічність» наведені на рисунку 3.2.

З рисунку 3.2. видно, що рішення «незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям» має найнижчі експлуатаційні якості. В цьому рішенні використовується в якості одного з внутрішніх шарів вологостійка фанера, яка потребує разової обробки матеріалу спеціальними сумішами (через свої фізичні властивості). Це знижує термін її експлуатації. Крім того, вартість зведення 1 м² огорожувальної конструкції житлового комплексу за таким рішенням складає 3 738 грн. Вона в порівнянні з іншими варіантами є дуже високою. Тому, конструктивне рішення «незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям» виключимо з подальшого розгляду.

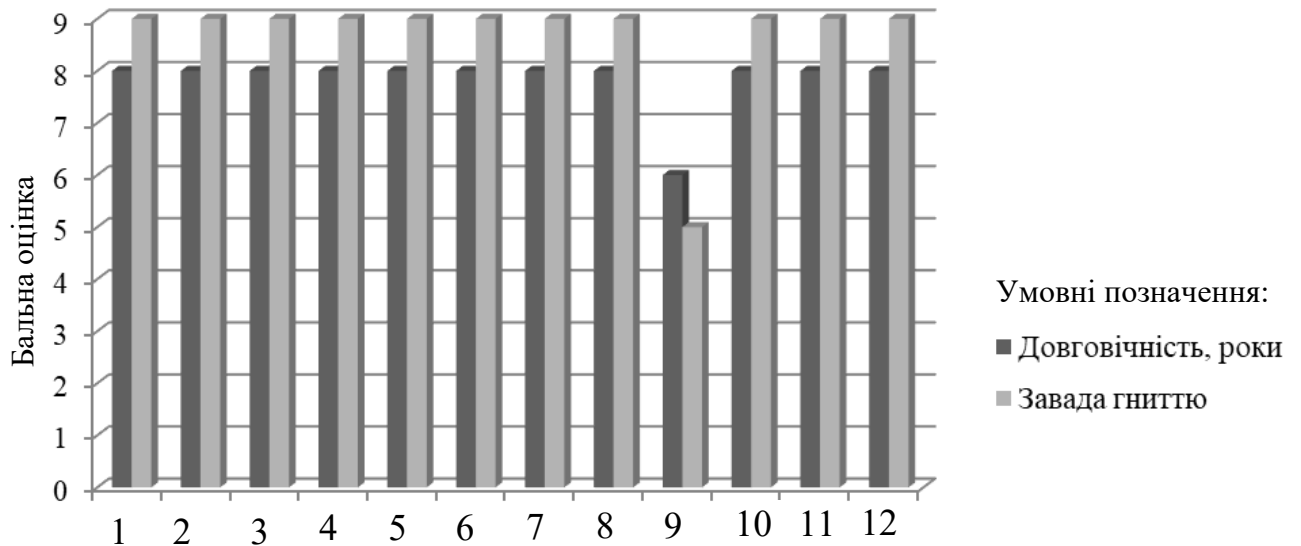


Рис. 3.2 – Діаграма порівняння конструктивно-технологічних рішень за кількісним критерієм «довговічності», згрупована за якісним критерієм «стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування» зліва-направо: 1 - «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків»; 2 - «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін»; 3 - «незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків»; 4 - «незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу»; 5 - «незнімна опалубка з бетонних блоків»; 6 - «незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей»; 7 - «незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей»; 8 - «незнімна опалубка з цементно-стружкових плит»; 9 - «незнімна опалубка з бетонних плит з декоративним покриттям»; 10 - «каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами»; 11 - «каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами»; 12 - «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Решту конструктивно-технологічних рішень згруповано за критеріями «товщина» та «вага 1 м²» (рис. 3.3). Ці критерії впливають на вибір фундаментів та витрати з їх зведення.

З рисунку 3.3 видно, що рішення «незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків», «незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу», «незнімна опалубка з 3-х шарових армованих

пінополістирольних панелей», «каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами» та «каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами» мають значну товщину готовоїгороджувальної конструкції. У зв'язку з цим виключаємо ці рішення з подальшого розгляду.

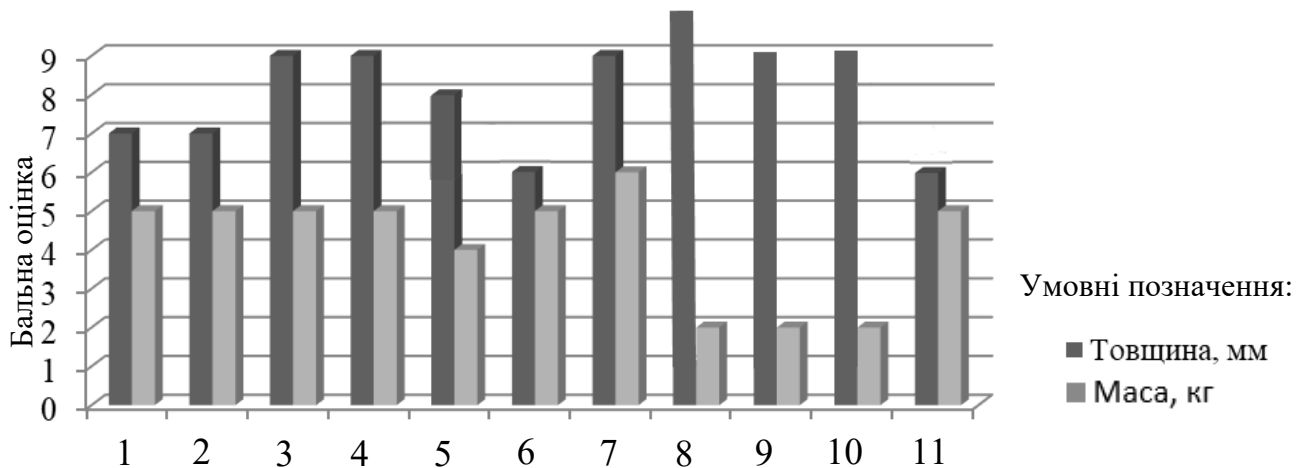


Рис. 3.3 – Діаграма порівняння конструктивно-технологічних рішень за критеріями ефективності «товщина» та «вага 1 м²» зліва направо: 1 - «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків»; 2 - «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін»; 3 - «незнімна опалубка з полістиролбетонних блоків»; 4 - «незнімна опалубка з блоків з цементно-стружкового матеріалу зі вкладишами з пінополістиролу»; 5 - «незнімна опалубка з бетонних блоків»; 6 - «незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей»; 7 - «незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей»; 8 - «незнімна опалубка з цементно-стружкових плит»; 9 - «каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою цементно-стружковими плитами»; 10 - «каркасно-монолітна незнімна опалубка з обшивкою скломагнієвими листами»; 11 - «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Основним з обраних критеріїв є «вартість» зведення 1 м² огорожувальної конструкції з використанням незнімної опалубки. Тому, для здійснення прикінцевого вибору порівнюємо решту рішень за цим критерієм (рис. 3.4).

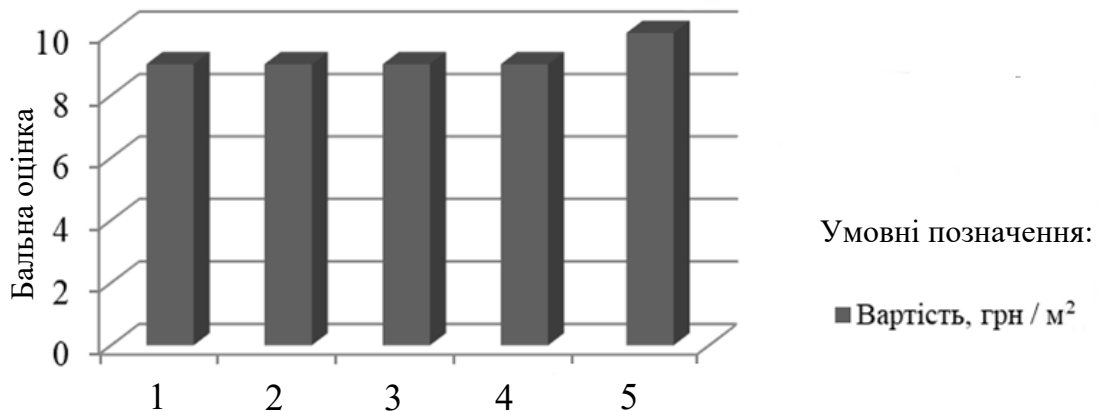


Рис. 3.4 – Діаграма порівняння конструктивно-технологічних рішень за критерієм ефективності «вартість» зліва направо: 1 - «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків»; 2 - «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін»; 3 - «незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей»; 4 - «незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей»; 5 - «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

З рисунку 3.4 видно, що найдорожчими рішеннями є: «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків», «незнімна опалубка з пінополістирольних блоків з системою вирівнювання стін», «незнімна опалубка з великорозмірних пінополістирольних панелей» та «незнімна опалубка з 3-х шарових армованих пінополістирольних панелей». Їх бальні оцінки складають - 8 та 9 балів (2 725 грн/м² та вище). Тому, прикінцево оберемо рішення, що має за критерієм вартість 10 балів (2 445 грн/м²) - «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»». В подальшому воно буде використовуватись для чисельного моделювання у складі комплексу робіт зі зведення житлового комплексу.

Висновки за розділом 3

1. Для порівняння за методикою багатокритеріального обрано 12 конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки, що мають найбільшу сферу використання.
2. Використання спеціалізованих інструментів програмного комплексу Microsoft Excel «зведена таблиця» та «зведена діаграма» дозволило визначити ефективність застосування кожного з обраних для порівняння конструктивно-технологічних рішень.
3. Проведений багатокритеріальний аналіз 12-ти конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за 8 критеріями дозволив обрати найбільш ефективне рішення – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».
4. Основні результати цього розділу викладені в роботах [14, 122-125].

РОЗДІЛ 4

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ

Для пошуку найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі зведення житлового комплексу необхідно побудувати різні моделі його зведення при варіюванні факторного простору. Після цього виконати експериментально-статистичне моделювання та оптимізацію отриманих залежностей шляхом накладення діючих обмежень.

Згідно даних Державної служби статистики України, що наведені у вступі дисертаційного дослідження, одним з найбільш динамічно розвинутих та перспективних напрямків є будівництво житлових приміщень. Пошук найбільш ефективних рішень більш доцільно виконувати не для окремого будинку, а для їх комплексу. Тому, дослідження основних показників ефективності в цьому розділі проводилось на прикладі житлового комплексу «Авіньйон» в м. Одеса. Передбачається, що проведення чисельного моделювання та оптимізації дозволить значно скоротити витрати, зменшити тривалість та підвищити рентабельність його зведення.

Житловий комплекс «Авіньйон» у м. Одеса має два корпуси у формі кільця (А, Б), кожен з яких складається з шести секцій – двох прямокутних і чотирьох кутових (рис. 4.1).

Житловий комплекс розташований поблизу берегової лінії моря. Він включає в себе 46,24 тис. м² житлової площі. Фрагмент генерального плану та схему секцій житлового комплексу «Авіньйон» представлений на рисунках 4.2 та 4.3.

Житловий комплекс «Авіньйон» виконано за каркасно-монолітною технологією з ядром жорсткості і пілонами (рис. 4.4 та 4.5). В корпусі А є сьома триповерхова секція із суцільним структурним склінням фасаду.



Рис. 4.1 – Загальний вигляд житлового комплексу «Авіньйон» в м. Одеса

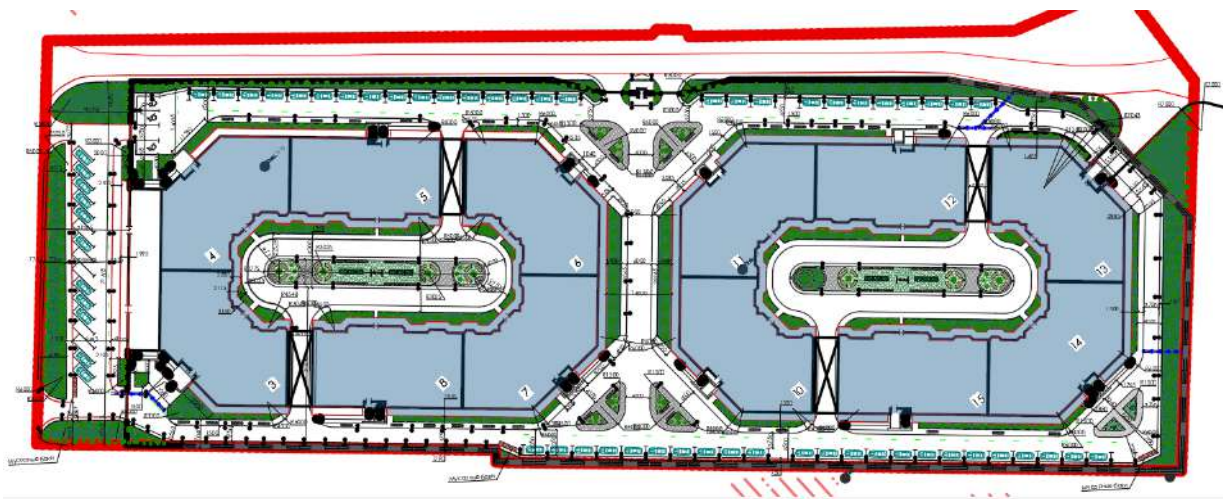


Рис. 4.2 – Фрагмент генерального плану з розміщення секцій А та Б житлового комплексу «Авіньйон»

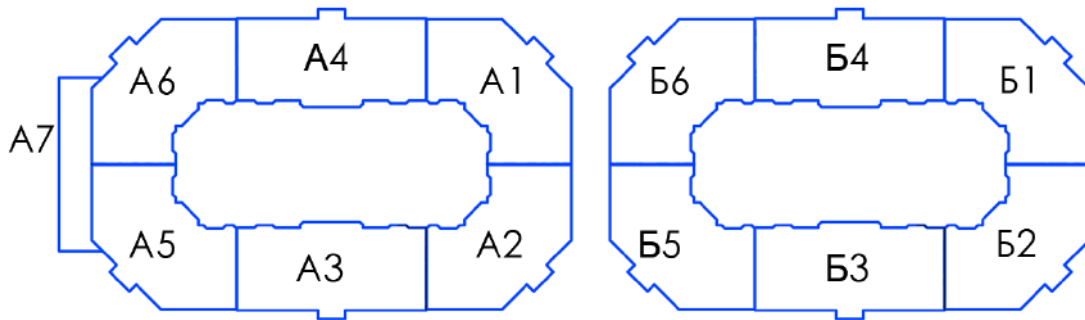


Рис. 4.3 – Схема розбивки секцій житлового комплексу «Авіньйон»

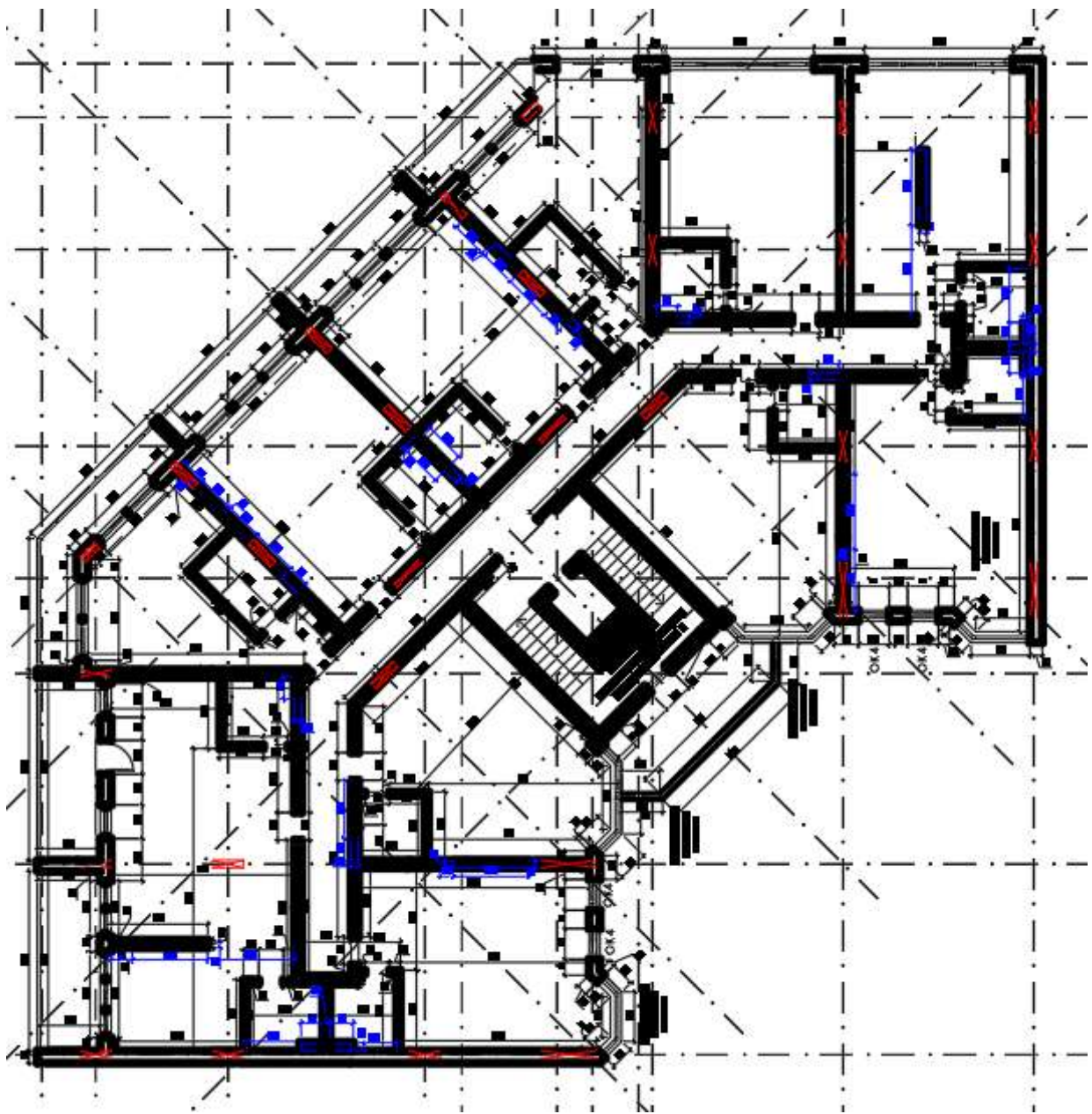


Рис. 4.4 – План розташування залізобетонних елементів та огорожувальних конструкцій кутової секції житлового комплексу «Авіньйон»

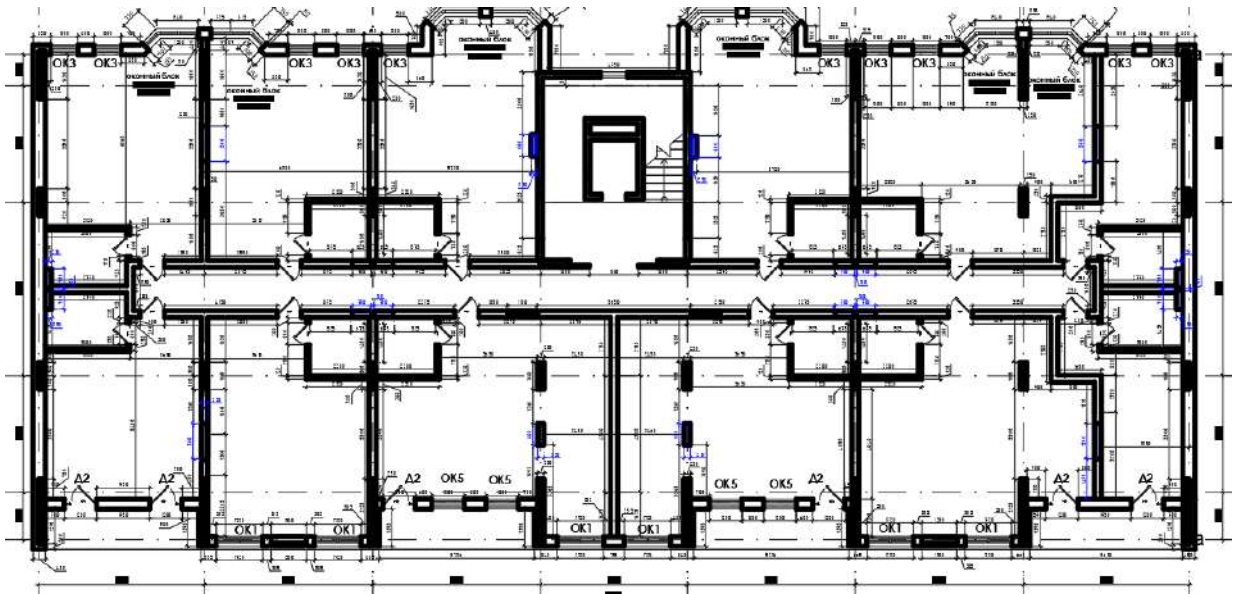


Рис. 4.5 – План розташування залізобетонних елементів та огорожувальних конструкцій прямої секції житлового комплексу «Авіньйон»

Схему одного з фасадів типових секцій житлового комплексу «Авіньйон» наведено на рисунку 4.6. Фундамент - пальовий. У кожній секції (крім А7) є два рівні підземного паркінгу.

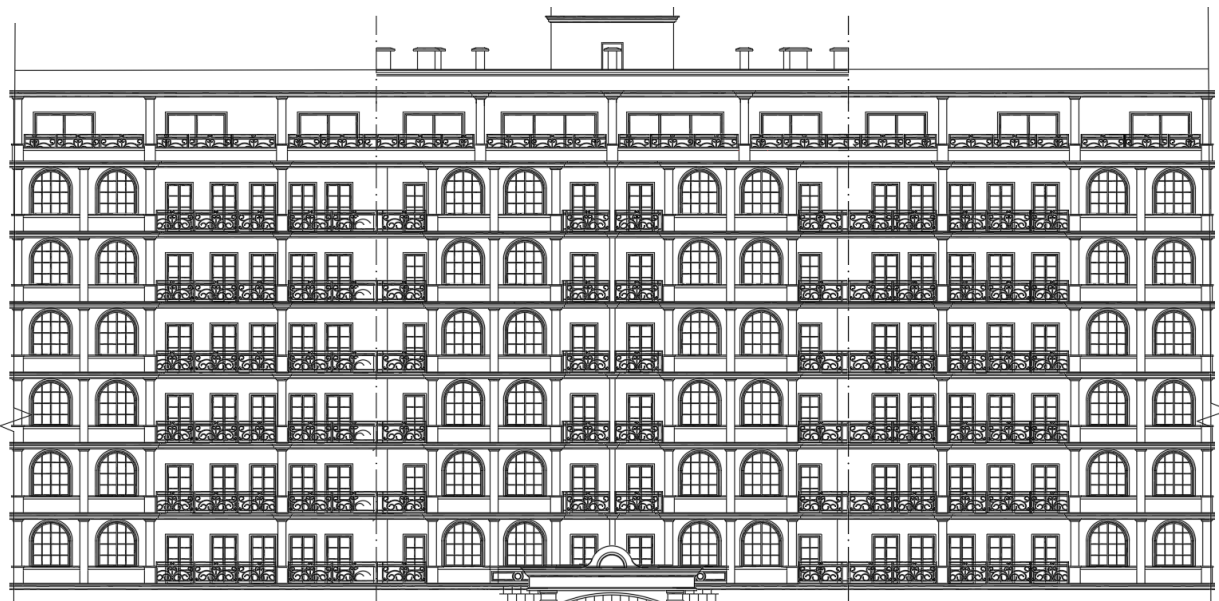


Рис. 4.6 – Схема зовнішнього фасаду прямої секції житлового комплексу «Авіньйон»

Конструктивні елементи житлового комплексу «Авіньйон» виконано з застосуванням обраного найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення - «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Застосування рішення «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»» в умовах реального будівництва відображає його інноваційність та практичну значущість.

Внутрішні огорожувальні конструкції з використанням рішення «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»» виконані з покриттям вологостійкого гіпсокартону. Зовнішні огорожувальні конструкції з використанням рішення «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»» виконані з деревостружкових плит.

На основі аналізу проєктних рішень зведення житлового комплексу «Авіньйон» було складено перелік робіт з його будівництва в технологічній послідовності в програмних комплексах АВК-5 та Microsoft Project.

4.1. Дослідження впливу факторів на тривалість будівництва житлового комплексу

Згідно положень загальної методики та окремих методів проведення дисертаційного дослідження, викладених у розділах 2.2. та 2.5. – виконано чисельне моделювання одного з основних показників ефективності - «тривалість будівництва (Y_1)». Моделювання проводилось на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення, обраного в розділі 3 дисертаційного дослідження – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Згідно обраного в розділі 2.5.1. дисертаційного дослідження плану експерименту в програмному комплексі Microsoft Project побудовано 9 організаційно-технологічних моделей (графіків виконання робіт).

В результаті побудови 9-ти моделей отримано значення показнику ефективності «тривалість будівництва (Y_1)» (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Матриця розрахунку показника «тривалість будівництва (Y₁)»

Номер за планом	Значення факторів		Значення факторів		Y ₁ – Тривалість будівництва, днів
	Натурні		Нормалізовані		
	X ₁ – Суміщеність робіт, %	X ₂ – Кількість робочих годин на тиждень, год.	X ₁ – Суміщеність робіт	X ₂ – Кількість робочих годин на тиждень	
1	2	3	4	5	6
1	74,61	40	-1	-1	958
2	79,91	40	0	-1	760
3	85,21	40	1	-1	558
4	74,61	60	-1	0	767
5	79,91	60	0	0	607
6	85,21	60	1	0	447
7	74,61	80	-1	1	479
8	79,91	80	0	1	380
9	85,21	80	1	1	272

Базове (проектне) рішення (рис. 4.7) побудовано при значенні факторів «суміщеність робіт (X₁)» X₁ = 74,61 % та «кількість робочих годин на тиждень (X₂)» X₂ = 40 год. При цьому значення показника ефективності «тривалість будівництва (Y₁)» складає Y₁ = 958 днів. Після створення базового (проектного) рішення були побудовано решту організаційно-технологічних моделей.

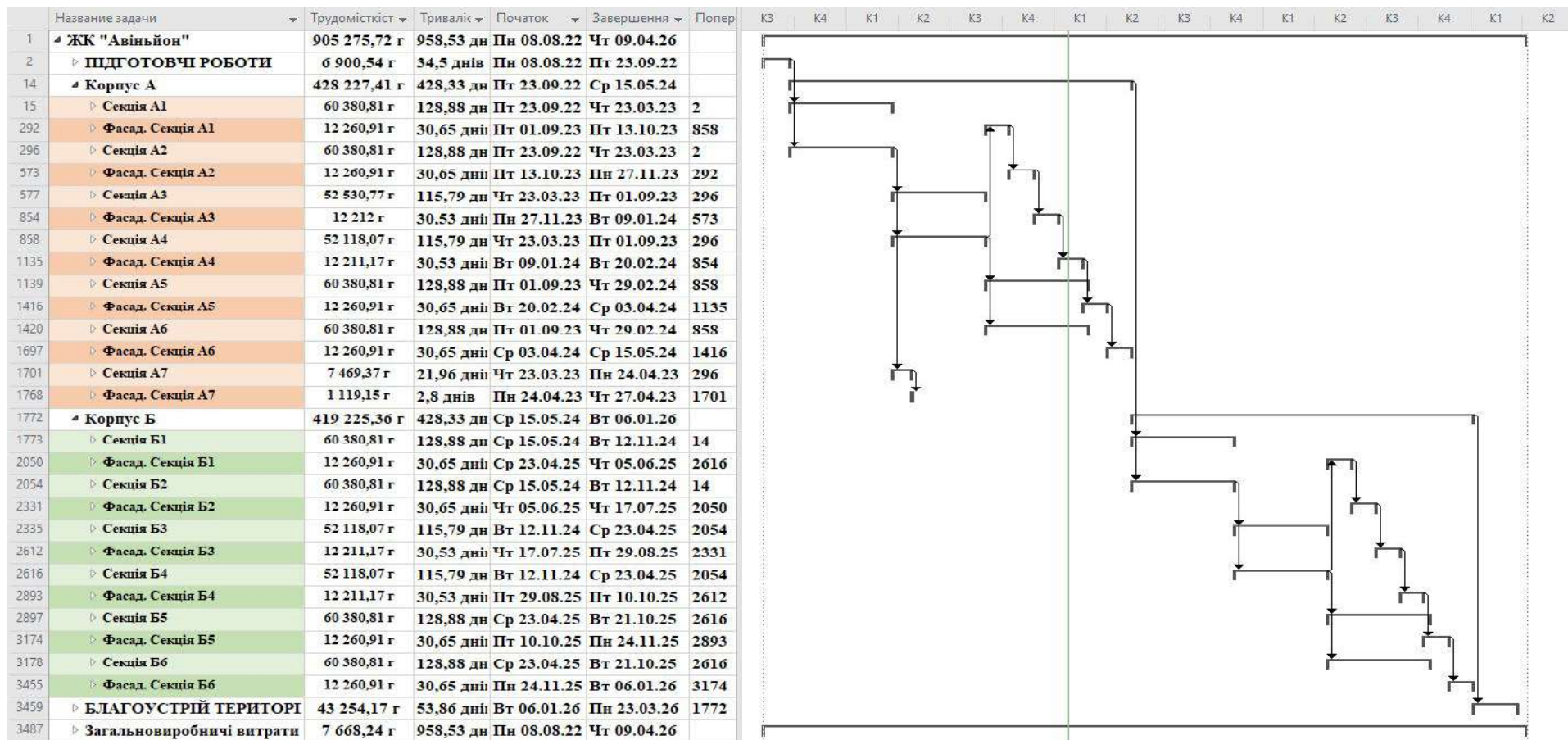


Рис. 4.7 – Базова (проектна) організаційно-технологічна укрупнена? модель зведення житлового комплексу «Авіньйон», побудована при значення факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61\%$ та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год

* – повну розгорнуту модель можливо побачити в електронній версії дисертації. Для цього на комп'ютері повинен бути встановлений програмний комплекс MS Project

Після побудови всіх 9-ти організаційно-технологічних моделей за таблицею 4.1 було виконано експериментально-статистичне моделювання з метою встановлення аналітичних закономірностей зміни показника ефективності «тривалість будівництва (Y_1)» при варіюванні факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)».

В результаті проведеного моделювання на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон» визначено, що при варіюванні досліджуваних факторів значення показника ефективності «тривалість будівництва (Y_1)» знаходиться в межах $Y_1 = 272 \dots 958$ днів. Відповідно екстремуми показника «тривалість будівництва (Y_1)» складають:

- мінімальний $Y_{1min.} = 272$ дні при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 85,21$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 80$ год.;
- максимальний $Y_{1max.} = 958$ днів при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год.

За результатами проведеного експериментально-статистичного моделювання визначено ступінь впливу кожного з факторів на показник ефективності «тривалість будівництва (Y_1)». Ранжування факторів за ступенем впливу на досліджуваний показник ефективності в зоні мінімуму та максимуму показника показано «тривалість будівництва (Y_1)» відповідно на рисунках 4.8 та 4.9.

Розглянемо надалі вплив факторів за рисунком 4.8, тому що в рамках дослідження розглядати потрібно саме мінімальні значення даного показника ефективності. Аналіз впливу факторів у зонах мінімуму та максимуму показників є інформативним методом оцінки їх впливу на показник ефективності «тривалість будівництва (Y_1)».

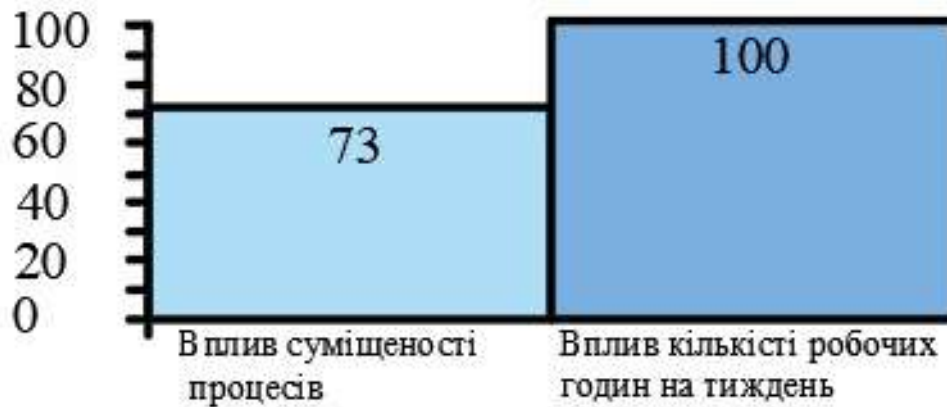


Рис. 4.8 – Ранжування факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за ступенем впливу в зоні мінімуму показника ефективності «тривалість будівництва (Y_1)»

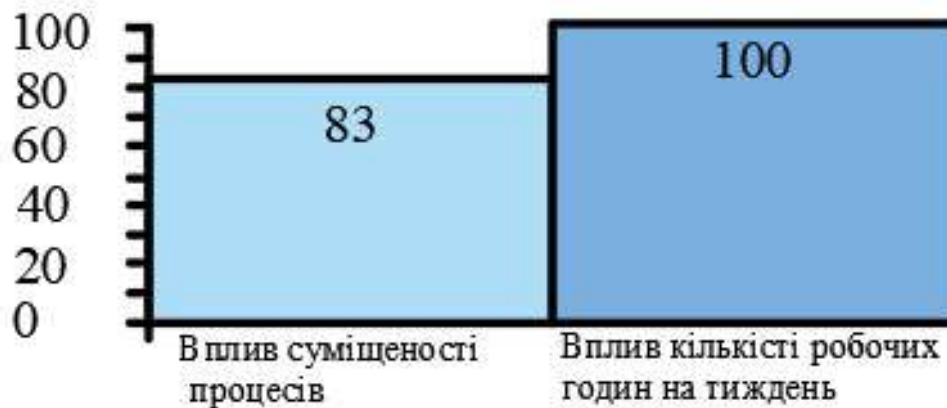


Рис. 4.9 – Ранжування факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за ступенем впливу в зоні максимуму показника ефективності «тривалість будівництва (Y_1)»

Найбільший вплив на показник «тривалість будівництва (Y_1)» має фактор «кількість робочих годин на тиждень (X_2)». Ступінь його впливу на цей показник досягає 100 %. Менший, однак дуже суттєвий вплив на показник «тривалість будівництва (Y_1)» має фактор «суміщеність робіт (X_1)» – 73 %. Враховуючи це в подальших дослідженнях потрібно мати на увазі вплив обох факторів, тому що він є суттєвим. Однак, при проектуванні будівництва

житлових комплексів більше слід враховувати вплив фактору «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за даним показником ефективності.

На рисунку 4.10 показано однофакторні діаграми графічного відображення аналітичних закономірностей впливу варіювання досліджуваних факторів на показник ефективності «тривалість будівництва (Y_1) в зоні мінімумів та максимумів.

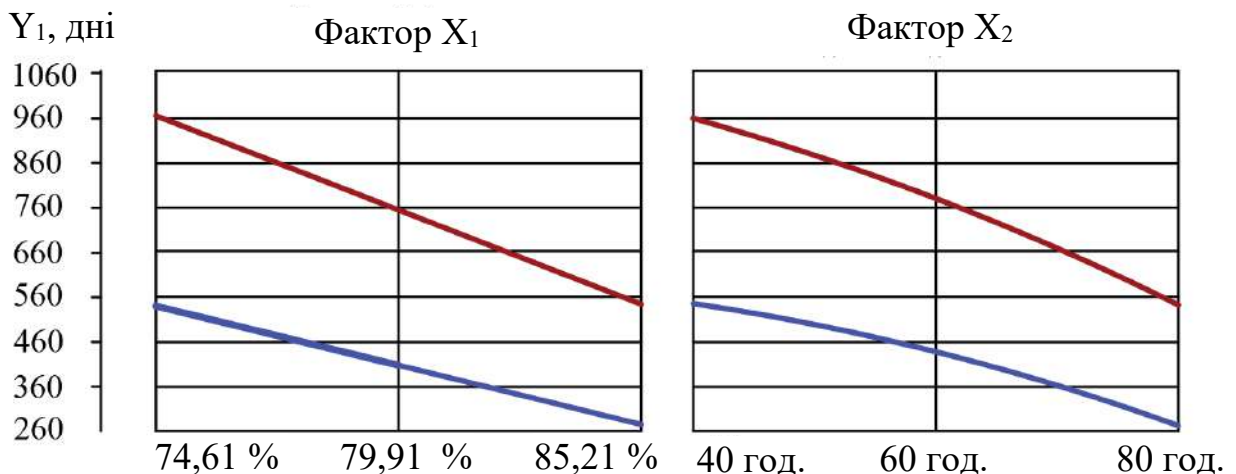


Рис. 4.10 – Однофакторні діаграми впливу факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» в зоні мінімумів (блакитна лінія) та в зоні максимумів (червона лінія) значень на показник «тривалість будівництва (Y_1)»

Розглянемо характер впливу факторів на показник «тривалість будівництва (Y_1)». З рисунку 4.10 видно, що фактори «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» впливають на показник «тривалість будівництва (Y_1)» за обернено пропорційною прямолінійною залежністю. Тобто, при збільшенні значень факторів – зменшується значення показника ефективності.

На рисунку 4.11 зображено двохфакторну діаграму ізоліній значень показника ефективності «тривалість будівництва (Y_1)». Діаграма побудована при одночасній дії обох досліджуваних факторів на показник. З цієї діаграми простежуються зазначені раніше спостереження: при збільшенні натурних

значень факторів – значення показника ефективності зменшуються. Кут нахилу ліній на рисунках 4.10 та 4.11 відображає суттєвий вплив обох факторів на досліджуваний показник ефективності.

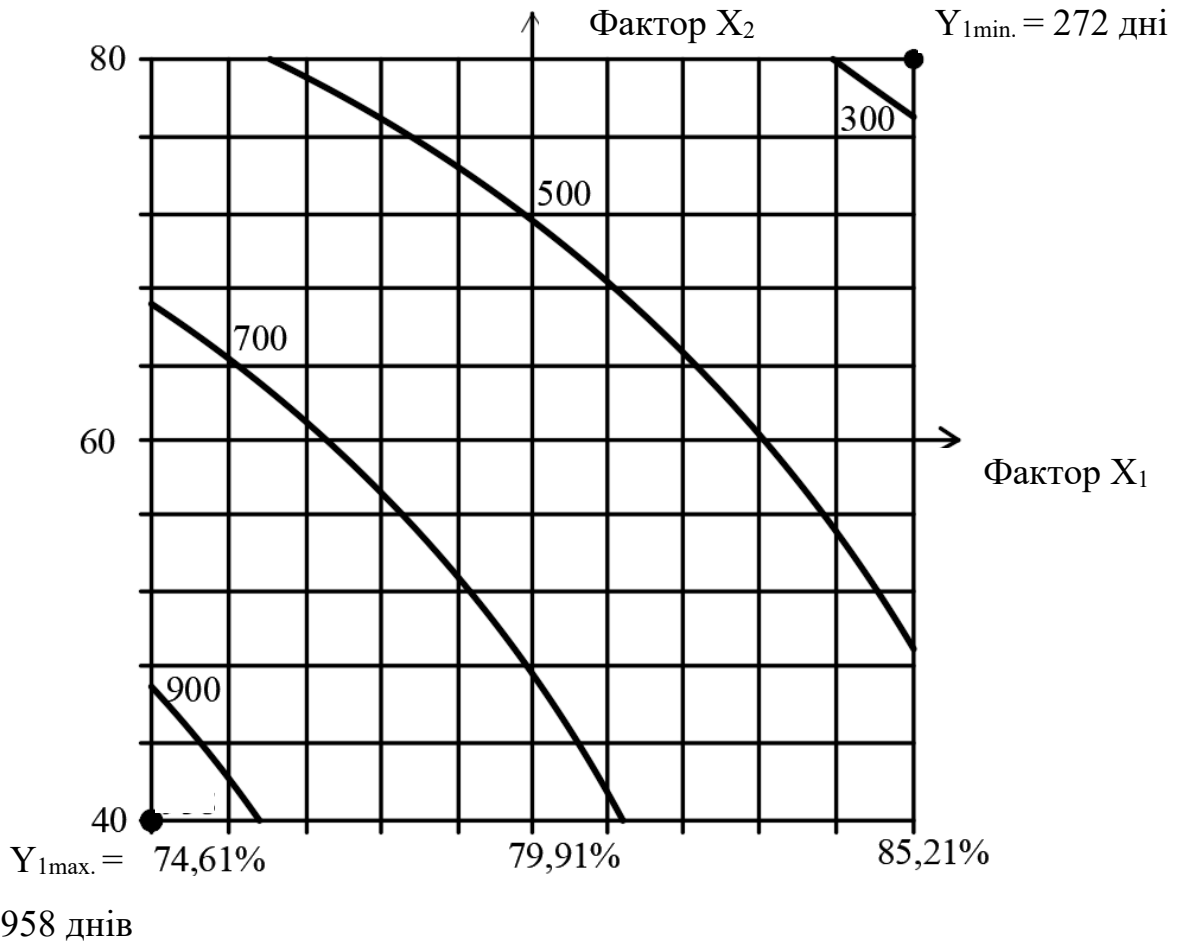


Рис. 4.11 – Ізолінії значень показника «тривалість будівництва (Y_1)» при одночасному варіюванні обох факторів, що на нього впливають: «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)»

На основі аналізу отриманих залежностей в подальшому виконана оптимізація та вибір найбільш ефективною організаційно-технологічної моделі на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон».

4.2. Дослідження впливу факторів на середню та максимальну інтенсивність фінансування будівництва житлового комплексу

Згідно положень загальної методики та окремих методів проведення дисертаційного дослідження, викладених у розділах 2.2. та 2.5. – виконано чисельне моделювання основних показників ефективності - «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)». Моделювання проводилось на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення, обраного в розділі 3 дисертаційного дослідження – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Для моделювання показників ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» використовувались 9 організаційно-технологічних моделей, побудованих в розділі 4.1. дисертаційного дослідження. В програмному комплексі Microsoft Project було додано графу «витрати» (рис. 4.12). Значення для неї взяті з побудованих в програмному комплексі АВК-5 кошторисних розрахунків зведення житлового комплексу «Авіньйон». Крім цього введено параметр «загальновиробничі витрати» («умовно-постійні витрати»). Їх вплив збільшується зі збільшенням тривалості будівництва, тому що ці витрати є постійними та вимірюються млн. грн. на місяць. Прийнято, що умовно-постійні витрати у відсотковому співвідношенні до загальної вартості будівництва складають 10%.

В результаті проведених операцій з організаційно-технологічними моделями зведення житлового комплексу «Авіньйон» отримано значення показників ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» при варіюванні факторного простору (табл. 4.2).

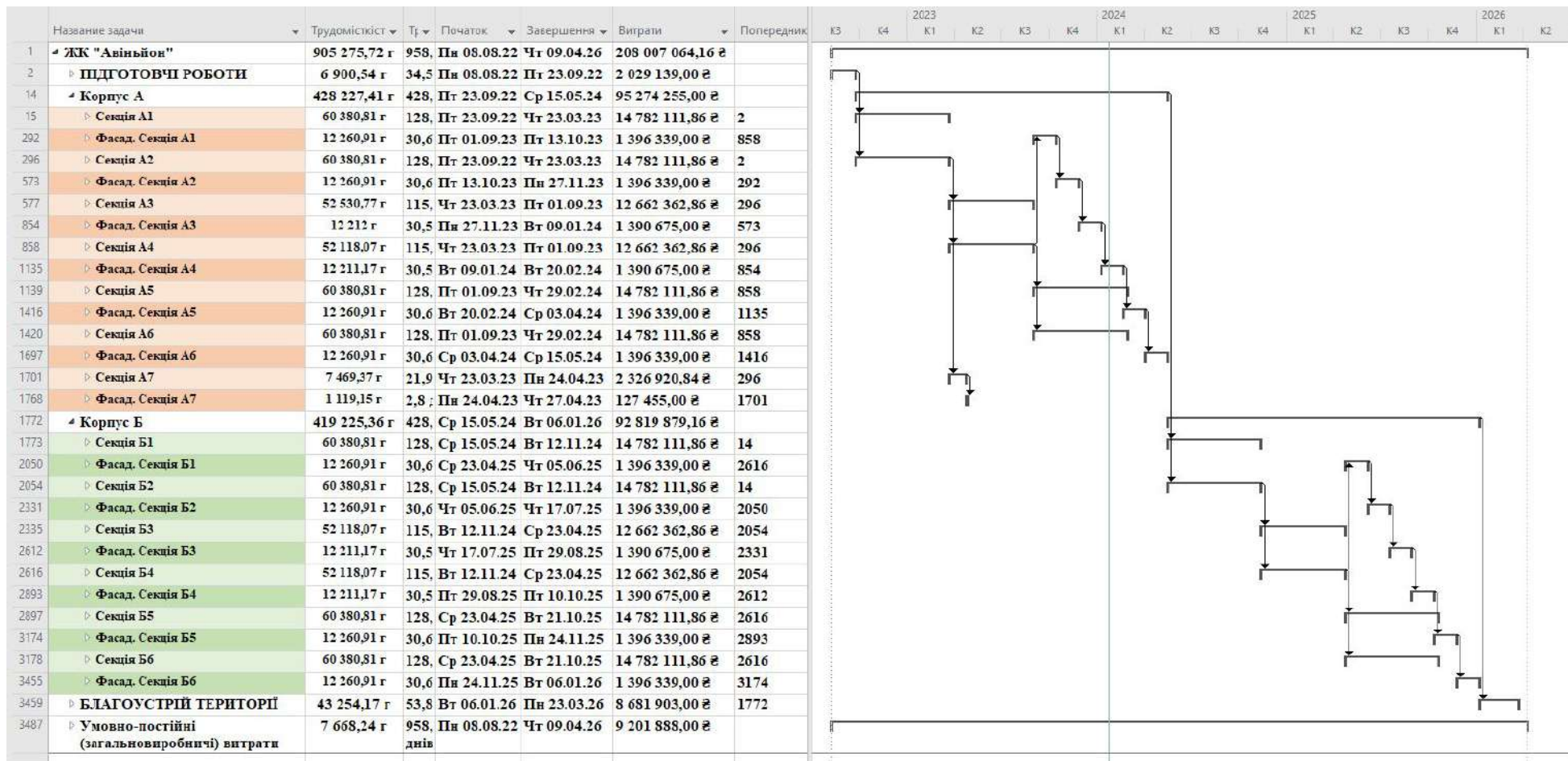


Рис. 4.12 – Прилад введення графі «умовно-постійних витрат» та графі «витрати» на організаційно-технологічній моделі зведення житлового комплексу «Авіньйон», побудованій при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61\%$ та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год

Таблиця 4.2 – Матриця розрахунку показників «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)»

Номер за планом	Значення		Значення факторів		$Y_{2,1}$ – Середня інтенсивність фінансування, млн. грн/міс.	$Y_{2,2}$ – Максимальна інтенсивність фінансування, млн. грн/міс.
	Натурні		Нормалізовані			
	X_1 – Суміщеність робіт, %	X_2 – Кількість робочих годин на тиждень, год.	X_1 – Суміщеність робіт	X_2 – Кількість робочих годин на тиждень		
1	2	3	4	5	6	7
1	74,61	40	-1	-1	16,316	17,327
2	79,91	40	0	-1	20,490	21,998
3	85,21	40	1	-1	27,804	32,803
4	74,61	60	-1	0	20,306	23,382
5	79,91	60	0	0	25,583	29,271
6	85,21	60	1	0	34,637	42,896
7	74,61	80	-1	1	32,343	33,194
8	79,91	80	0	1	40,693	43,627
9	85,21	80	1	1	56,744	61,173

Після побудови всіх 9-ти організаційно-технологічних моделей за таблицею 4.2 було виконано експериментально-статистичне моделювання з метою встановлення аналітичних закономірностей зміни показників ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» при варіюванні факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)».

В результаті проведеного моделювання на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон» визначено, що при варіюванні досліджуваних факторів показники ефективності «середня інтенсивність

фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» відповідно змінювались в таких межах: $Y_{2,1} = 16,316 \dots 56,744$ млн. грн./міс. та $Y_{2,2} = 17,327 \dots 61,173$ млн. грн./міс.

Екстремуми показника «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» складають:

- мінімальний $Y_{2,1min.} = 16,316$ млн. грн./міс. при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год;
- максимальний $Y_{2,1max.} = 56,744$ млн. грн./міс. при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 85,21$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 80$ год.

Екстремуми показника «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» складають:

- мінімальний $Y_{2,2min.} = 17,327$ млн. грн./міс. при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год;
- максимальний $Y_{2,2max.} = 61,173$ млн. грн./міс. при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 85,21$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 80$ год.

За результатами проведеного експериментально-статистичного моделювання визначено ступінь впливу кожного з факторів на показники ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)». Ранжування факторів за ступенем впливу на досліджувані показники ефективності в зоні мінімумів та максимумів наведено на рисунках 4.13-4.16.

За рисунками 4.13 та 4. 14 розглянемо вплив факторів у зонах мінімуму та максимуму на показник «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)».

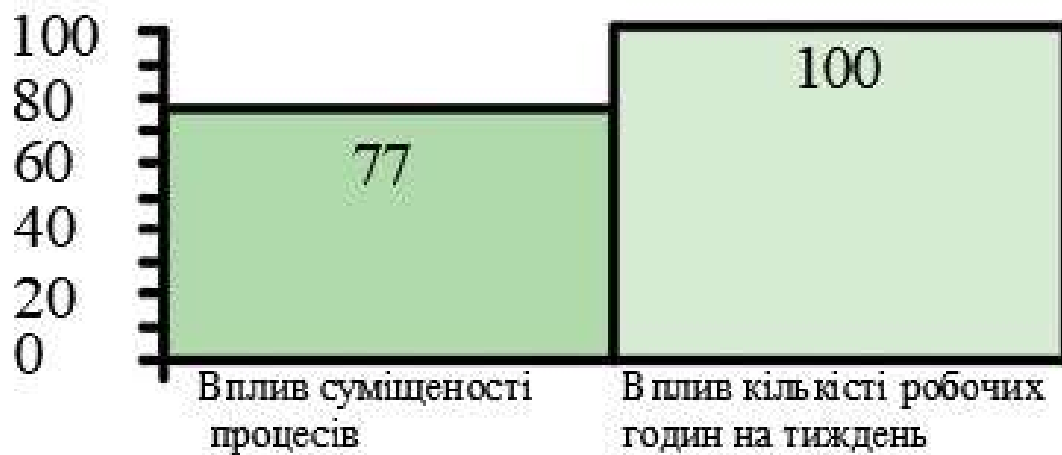


Рис. 4.13 – Ранжування факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за ступенем впливу в зоні мінімуму показника ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)»

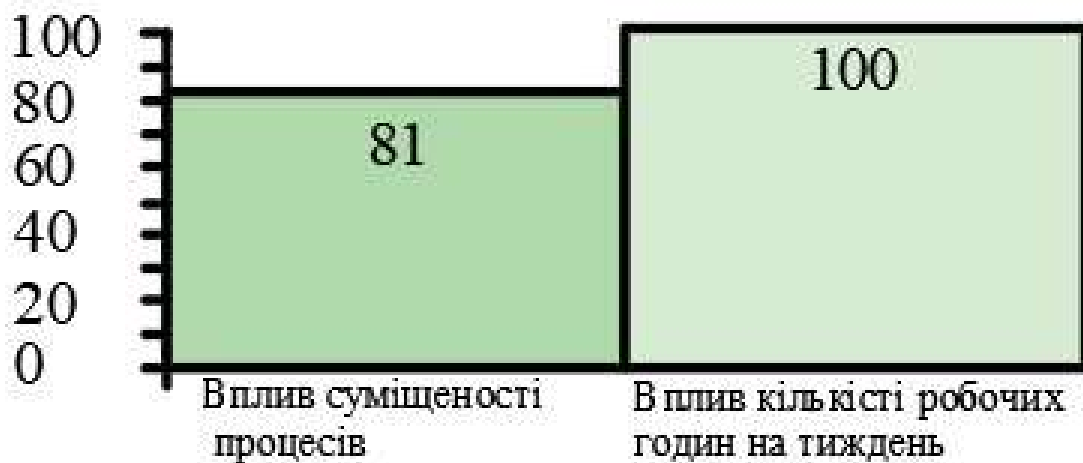


Рис. 4.14 – Ранжування факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за ступенем впливу в зоні максимуму показника ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)»

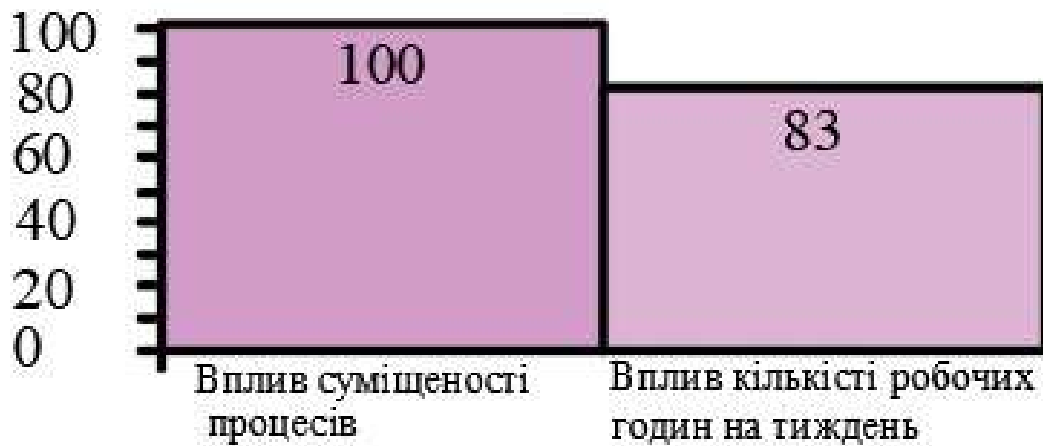


Рис. 4.15 – Ранжування факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за ступенем впливу в зоні мінімуму показника ефективності «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)»

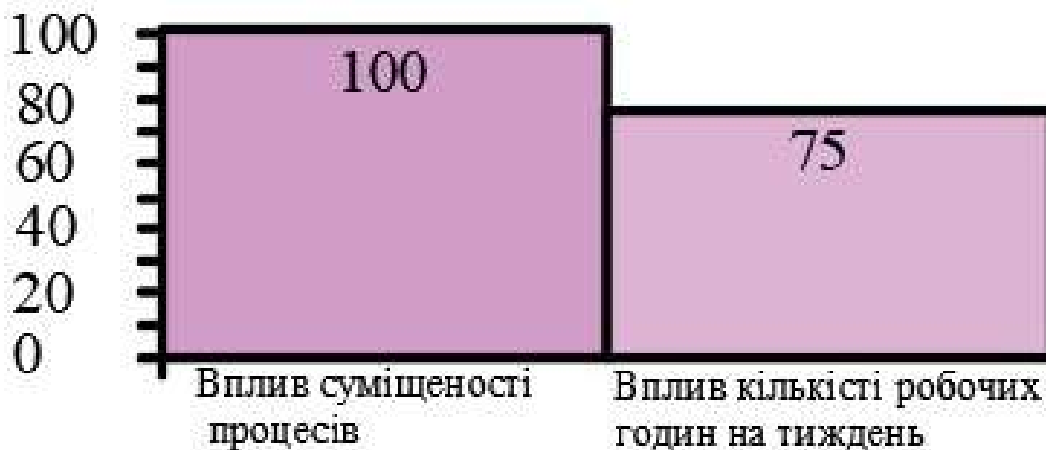


Рис. 4.16 – Ранжування факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за ступенем впливу в зоні максимуму показника ефективності «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)»

Найбільший вплив на показник «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» має фактор «кількість робочих годин на тиждень (X_2)». Ступінь його впливу на цей показник досягає 100 %. Менший, однак дуже суттєвий вплив на показник «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» має фактор «суміщеність робіт (X_1)» – 77 та 81 % (рис. 4.13 та 4.14). Враховуючи це в подальших дослідженнях необхідно мати на увазі вплив обох факторів, тому

що він є суттєвим. Однак, при проектуванні будівництва житлових комплексів більше слід враховувати вплив фактору «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» за даним показником.

За рисунків 4.15 та 4.16 розглянемо вплив обох факторів у зонах мінімуму та максимуму на показник «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)». Бачимо зворотню картину. Найбільший вплив на показник «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» має фактор «суміщеність робіт (X_1)». Ступінь його впливу на цей показник досягає 100 %. Менший, однак дуже суттєвий вплив на показник «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» має фактор «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» – 75 та 83 %. В подальших дослідженнях необхідно враховувати вплив обох факторів, тому що він є суттєвим. Показник ефективності «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» є більш значущим під час управління коштами, що виділяються на будівництво житлового комплексу. Тому, в подальшому необхідно приділяти більшу увагу фактору «суміщеність робіт (X_1)», який на цей показник впливає більш суттєво.

На рисунках 4.17 та 4.18 показано однофакторні діаграми графічного відображення аналітичних закономірностей впливу варіювання досліджуваних факторів на показники ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» в зоні мінімумів та максимумів.

Розглянемо характер впливу факторів на обидва показники ефективності. З рисунків 4.17 та 4.18 видно, що фактори «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» впливають на показники ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» за криволінійними залежностями, котрі є близькими до прямо пропорційних. Тобто, при збільшенні значень факторів – збільшуються й значення показників ефективності.

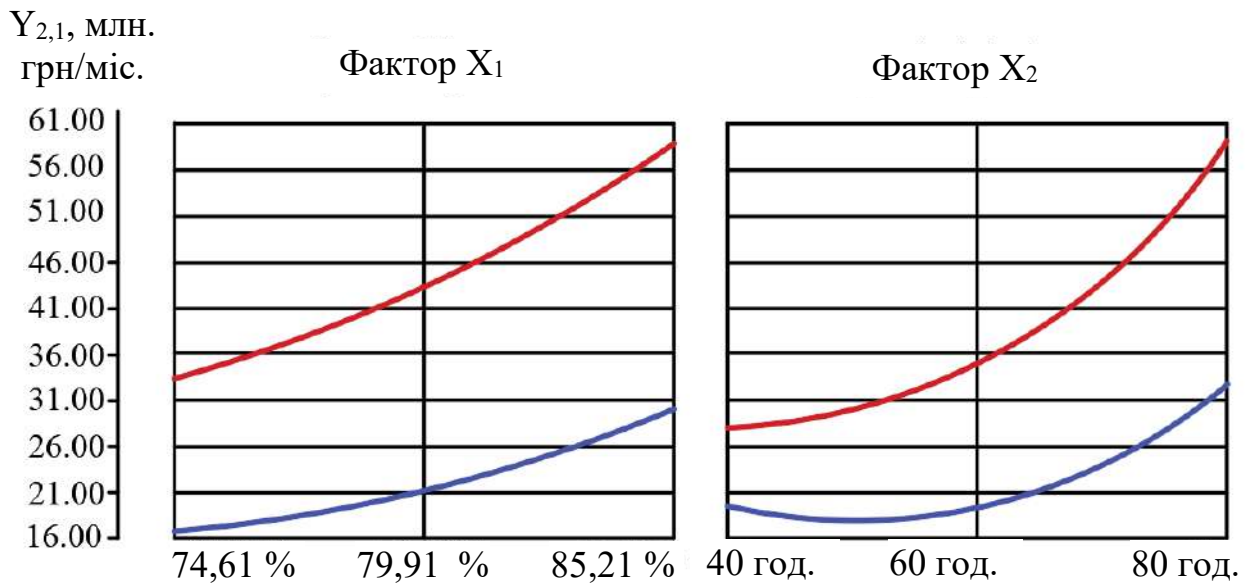


Рис. 4.17 – Однофакторні діаграми впливу факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» в зоні мінімумів (блакитна лінія) та в зоні максимумів (червона лінія) значень на показник «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)»

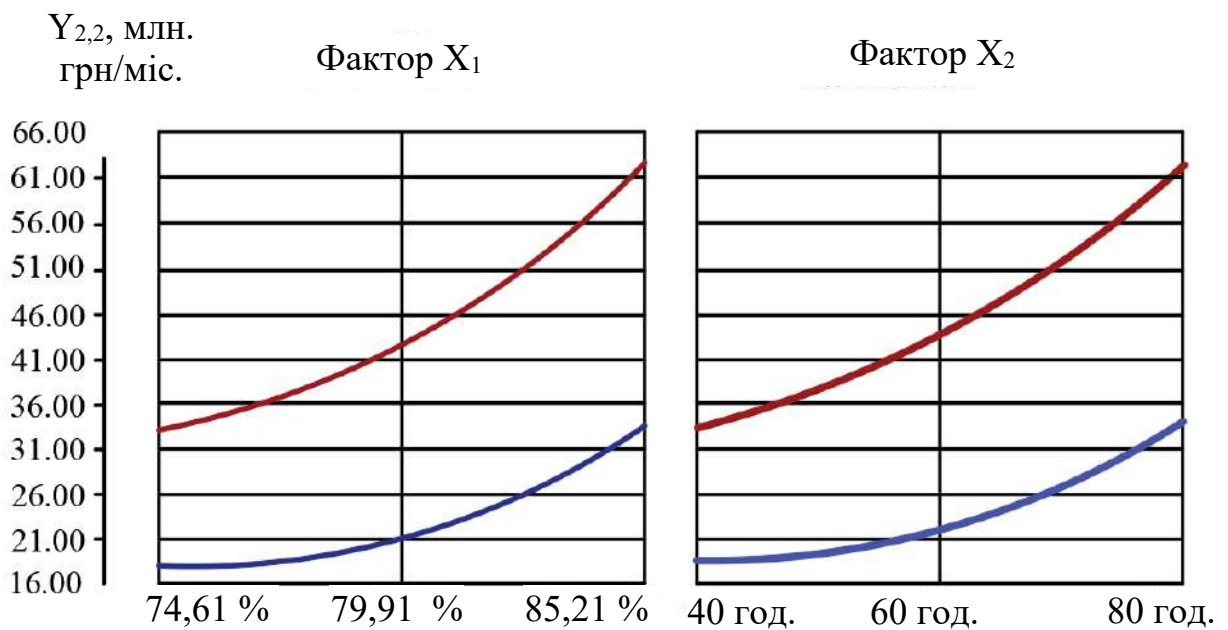


Рис. 4.18 – Однофакторні діаграми впливу факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» в зоні мінімумів (блакитна лінія) та в зоні максимумів (червона лінія) значень на показник «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)»

При цьому, дивлячись на кут нахилу ліній, можливо зробити висновок: при варіюванні факторного простору в межах їх нормалізованих значень від 0 до +1 показники ефективності зростають більш швидко, ніж в проміжку $-1 \dots 0$.

На рисунках 4.19 та 4.20 зображено двофакторні діаграми ізоліній значень показників ефективності «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)». Діаграми побудовані при одночасній дії обох досліджуваних факторів на показники ефективності. З цих діаграм простежуються зазначені раніше спостереження: при збільшенні натурних значень факторів – значення показників ефективності збільшуються. Кут нахилу ліній на рисунках 4.17-4.20 відображає суттєвий вплив обох факторів на досліджувані показники ефективності.

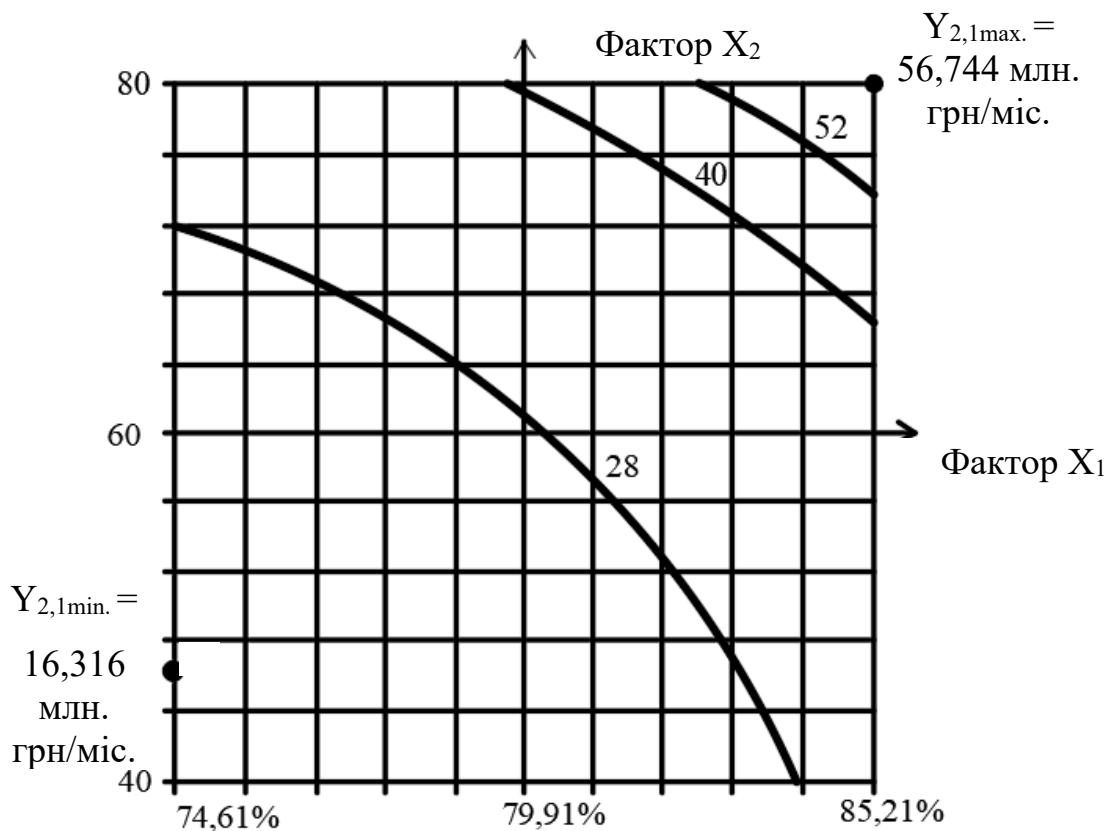


Рис. 4.19 – Ізолінії значень показника «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» при одночасному варіюванні обох факторів, що на нього впливають: «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)»

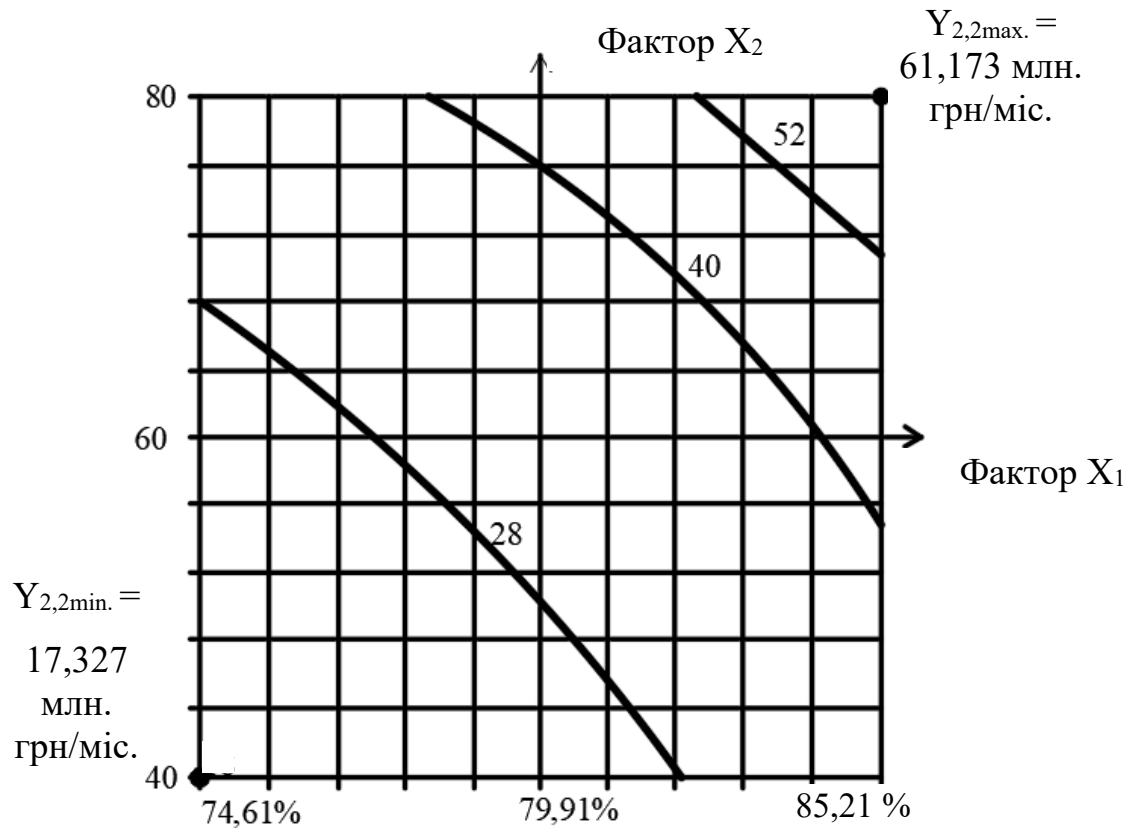


Рис. 4.20 – Ізолінії значень показника «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» при одночасному варіюванні обох факторів, що на нього впливають: «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)»

Планування середньої та максимальної інтенсивності будівництва дозволяє визначити оптимальний баланс між швидкістю та якістю виконання робіт, а також максимізувати ефективність використання ресурсів. Це дозволяє виконати проєкт будівництва житлового комплексу у строк та з мінімальними витратами, забезпечуючи при цьому безпеку та якість робіт.

Різниця між середньою та максимальною інтенсивністю фінансування є принципово важливим показником. Ці дані будуть використовуватись при програмуванні потоків коштів з різних джерел (власні кошти компанії, гроші від продажу квартир на стадії котловану, кредитні кошти, кошти залучених інвесторів). Надалі значення інтенсивності фінансування будівництва будуть

застосовані для управління планом фінансування об'єкта та планом кредитних позик (діючого обмеження), а також управління особистими коштами компанії.

4.3. Дослідження впливу факторів на вартість будівництва житлового комплексу. Проведення оптимізації шляхом введення діючих обмежень

Для побудови організаційно-технологічних моделей в розділі 4.1. дисертаційного дослідження спочатку було побудовано кошторисні розрахунки в програмному комплексі АВК-5. Після дослідження показників тривалості та інтенсивності фінансування слід розглянути й показник ефективності «вартість будівництва (Y_3)». Цей показник складається з кошторисної вартості та загальновиробничих (умовно-постійних) витрат. Результати його розрахунку наведені в графі 7 таблиці 4.3.

З таблиці 4.3 видно, що фактори «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» впливають на показник «вартість будівництва (Y_3)» тільки опосередковано. Для розуміння цього в графу 6 таблиці 4.3 було додано значення показника «тривалість будівництва (Y_1)». З графі 7 таблиці 4.3 видно, що показник «вартість будівництва (Y_3)» змінюється в межах математичної похибки. Це пов'язано з тим, що досліджувані фактори напряду, суттєво, впливають на зміну показника «тривалість будівництва (Y_1)». Зі зміною тривалості будівництва, змінюється й загальна вартість умовно-постійних витрат. Ці значення й змінюють загальну вартість.

Враховуючи несуттєвий вплив факторів надалі закономірності зміни показнику «вартість будівництва (Y_3)» сенсу розглядати не має.

Бюджет будівництва житлового комплексу може включати задіяння коштів із різних джерел. Власні кошти підприємства – кошти одержувані з інших проєктів, пасивні доходи, які закладено у програму щомісячного бюджетування на весь термін будівництва. Такі кошти покривають щомісячний середній рівень витрат на будівництво і відповідають реальному необхідному графіку руху коштів. За допомогою використання частки

кредитних коштів у бюджетуванні – зростає загальна вартість будівництва. За рахунок високої інтенсивності фінансування – кредитних коштів потрібно більше, отже загальні витрати на зведення житлового комплексу зростають.

Таблиця 4.3 – Матриця розрахунку показника «вартість будівництва (Y₃)»

Номер за планом	Значення		Значення факторів		Y ₁ – Тривалість будівництва, днів	Y ₃ – Вартість будівництва, млн. грн.
	Натурні		Нормалізовані			
	X ₁ – Суміщеність робіт, %	X ₂ – Кількість робочих годин на тиждень, год.	X ₁ – Суміщеність робіт	X ₂ – Кількість робочих годин на тиждень		
1	2	3	4	5	6	7
1	74,61	40	-1	-1	958	521,007
2	79,91	40	0	-1	760	519,091
3	85,21	40	1	-1	558	517,160
4	74,61	60	-1	0	767	519,167
5	79,91	60	0	0	607	517,634
6	85,21	60	1	0	447	516,089
7	74,61	80	-1	1	479	516,406
8	79,91	80	0	1	380	515,448
9	85,21	80	1	1	272	514,483

Для планування фінансування будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» було введено діюче обмеження. Сутнісне наповнення обмеження визначено за результатами спілкування з фахівцями будівельної галузі та аналізу відкритих інформаційних джерел [71, 94, 98, 106, 107, 112, 115]. Сутність введеного діючого обмеження – в необхідності

використання частки кредитних коштів під час фінансування будівництва. Прийнято, що фінансування будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки після введення діючого обмеження складається з наступних елементів:

- власні кошти компанії у розмірі 10 % від вартості зведення житлового комплексу;
- залучені кредитні кошти у розмірі 90% від вартості зведення житлового комплексу. Кредитний відсоток прийнятий зі ставкою 10 % річних та 1% комісії банку за щомісячне внесення кредитних рахунків.

З урахування введеного обмеження було розраховано показник ефективності «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» (табл. 4.4).

З таблиці 4.4. видно, що при введенні діючого обмеження фактори «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» впливають на показник ефективності «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» набагато більше суттєво, ніж на показник «вартість будівництва (Y_3)». Це пов'язано з тим, що крім умовно-постійних витрат більшою мірою впливає необхідність обслуговування кредитних коштів. Якщо порівняти графи 6 та 7 таблиці видно, що при збільшенні тривалості будівництва за допомогою опосередкованого впливу досліджуваних факторів суттєво збільшується й показник «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)». При чому при збільшенні значень обох факторів – зменшуються значення показників «тривалість будівництва (Y_1)» та «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)».

З аналізу таблиць 4.3 та 4.4 видно, що при варіюванні факторного простору «умовно-постійні витрати» змінюють показник вартості максимум на 6,524 млн. грн. А при урахуванні ще й діючого обмеження у вигляді застосування частки кредитних коштів – на 172,783 млн. грн. Тому, можливо зробити висновок, що залучення кредитних коштів в обсязі 90% від загальної

суми фінансування впливає значно вище на загальну вартість будівництва житлового комплексу ніж «умовно-постійні випатрати» при варіюванні факторного простору.

Таблиця 4.4 – Матриця розрахунку показника «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)»

Номер за планом	Значення		Значення факторів		Y_1 – Тривалість будівництва, днів	$Y_{3к}$ – Вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів, млн. грн.
	Натурні		Нормалізовані			
	X_1 – Суміщеність робіт, %	X_2 – Кількість робочих годин на тиждень, год.	X_1 – Суміщеність робіт	X_2 – Кількість робочих годин на тиждень		
1	2	3	4	5	6	7
1	74,61	40	-1	-1	958	805,268
2	79,91	40	0	-1	760	750,449
3	85,21	40	1	-1	558	701,229
4	74,61	60	-1	0	767	724,794
5	79,91	60	0	0	607	695,582
6	85,21	60	1	0	447	653,944
7	74,61	80	-1	1	479	690,900
8	79,91	80	0	1	380	656,324
9	85,21	80	1	1	272	632,485

Для наочності в програмному комплексі Microsoft Excel було побудовано рисунки 4.21 та 4.22.

На рисунку 4.21 зображено графік руху коштів на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон».

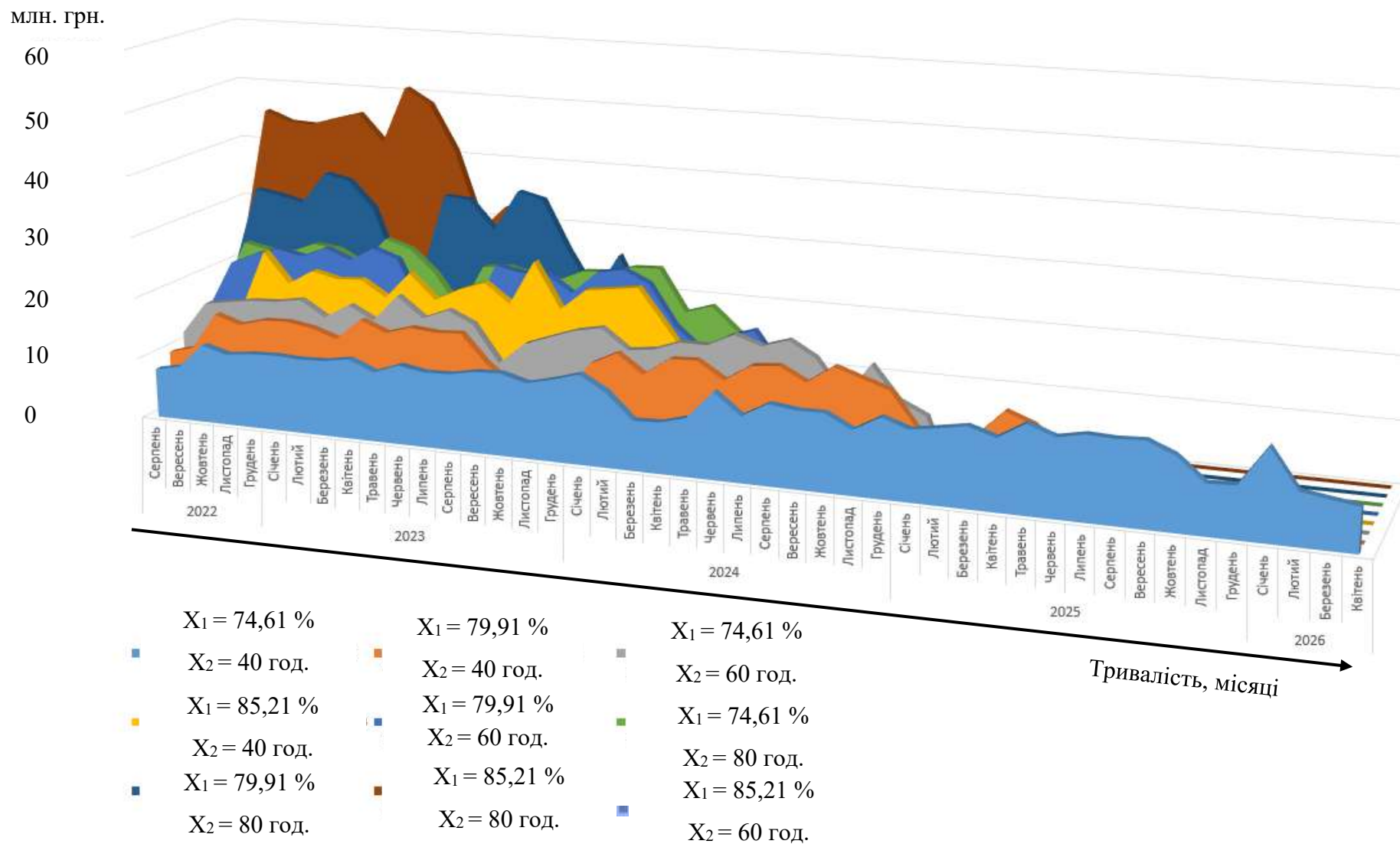


Рис. 4.21 – Графік руху коштів по місяцях на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон» при варіюванні факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)»

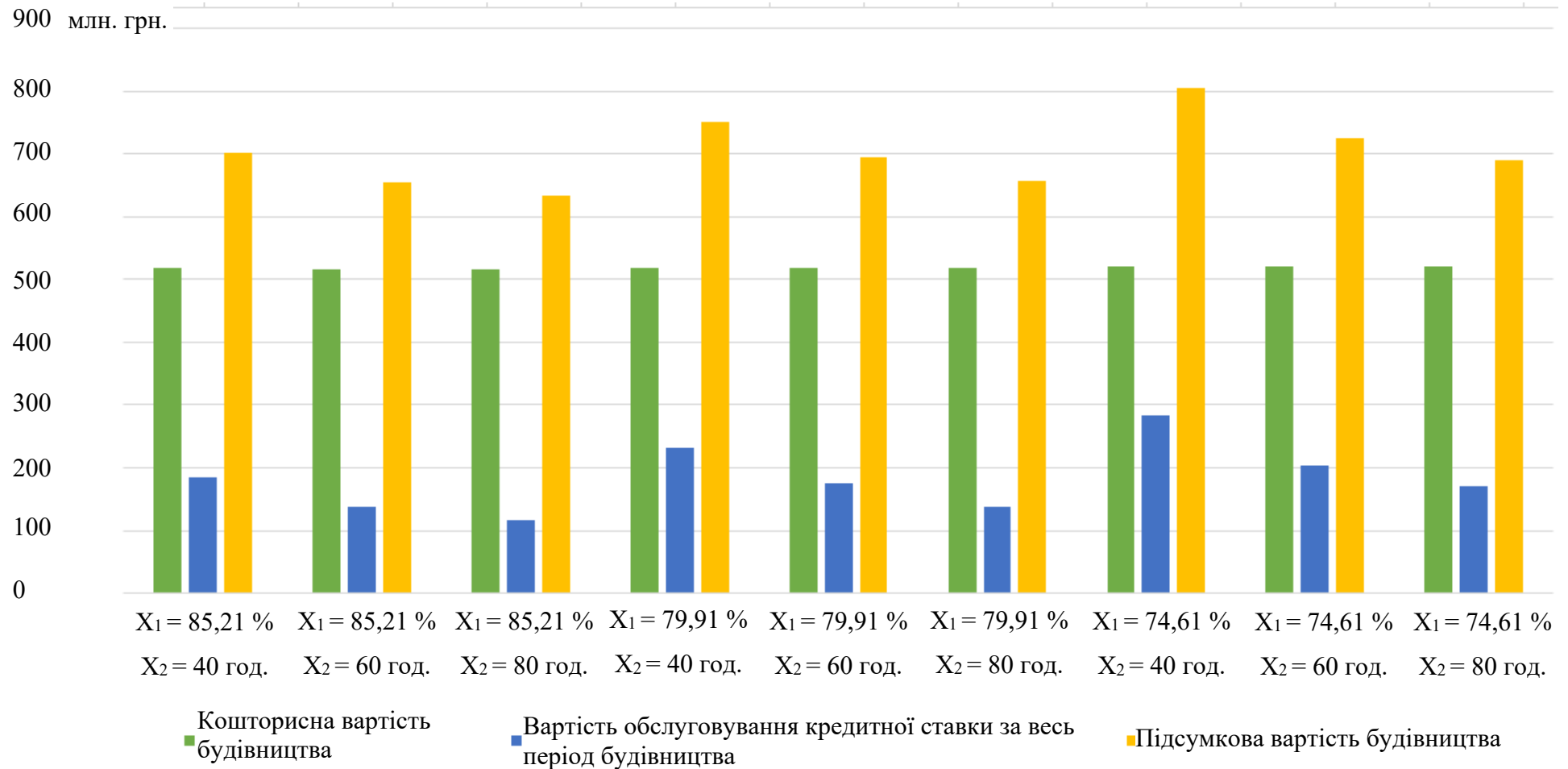


Рис. 4.22 – Діаграма вартості будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» при варіюванні факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» та введенні діючого обмеження (у вигляді застосування частки фінансування вартості будівництва за допомогою залучення кредитних коштів в розмірі 90% від загальної кошторисної вартості)

На ньому відображено залежність суми необхідних коштів на місяць протягом усього будівництва від поєднань обраних факторів.

Якщо, наприклад, подивитись на його блакитну частину то видно, що при значенні факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61\%$ та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год. графік є найбільш пологим (довгим). При цьому тривалість будівництва максимальна і відповідно інтенсивність фінансування по місяцях мінімальна. Але загальна вартість зведення житлового комплексу – максимальна.

Зворотня ситуація на рисунку 4.21 спостерігається при максимальних значеннях обох факторів.

На рисунку 4.22 зображено діаграми вартості будівництва при варіюванні факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)»:

- зеленим кольором зображено кошторисну вартість з урахуванням умовно-постійних (загальновиробничих) витрат;
- синім кольором позначено додаткову вартість, яка виникає внаслідок введення діючого обмеження (у вигляді застосування частки фінансування вартості будівництва за допомогою залучення кредитних коштів в розмірі 90% від загальної кошторисної вартості будівництва). Тобто – це кредитний відсоток від залучених кредитних коштів, який необхідно сплачувати за ставкою 10 % річних та 1% комісії банку за щомісячне внесення кредитних рахунків;
- жовтим кольором зображено загальну (підсумкову) вартість зведення житлового комплексу з урахуванням діючого обмеження та умовно-постійних витрат.

Якщо подивитись на жовтий стовпчик то видно, що найменше значення підсумкової вартості зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки спостерігається при значеннях факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 85,21\%$ та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 80$ год.

4.4. Дослідження рентабельності будівництва житлового комплексу з урахуванням використання кредитних коштів. Оцінка техніко-економічної ефективності результатів дослідження

Розрахунок рентабельності будівництва житлового комплексу є важливим завданням для інвесторів, які планують вкладати свої кошти. Оцінка рентабельності допоможе інвесторам прийняти рішення про те, чи є інвестиція в будівництво житлового комплексу вигідною.

Показник ефективності «рентабельність (Y_4)» розраховується згідно методів, наведених в розділі 2.5.1. дисертаційного дослідження.

Житловий комплекс «Авіньйон» включає 46,24 тис. м² житлової площі, яку планується віддати на продаж.

За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України станом на 2023 рік опосередкована вартість 1 м² житлових приміщень в Одеській області становить 19 409 грн з урахуванням ПДВ [149]. Помножимо це значення на житлову площу житлового комплексу «Авіньйон»: 19 409 грн/м² * 46 240 м² = 897 млн грн. Прийmemo це за значення доходу та розрахуємо рентабельність будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» за усіма значеннями витрат на його зведення з урахуванням діючих обмежень (табл. 4.4). За результатами розрахунку показника ефективності «рентабельність (Y_4)» в програмному комплексі Microsoft Excel побудовано діаграму, зображену на рисунку 4.23.

Аналіз побудованих в процесі чисельного моделювання закономірностей дозволяє визначити найбільш ефективну організаційно-технологічну модель зведення будівництва житлового комплексу. Вона обирається виходячи з умов інвестування, макроекономічної ситуації, значень основних показників ефективності та факторного простору з урахуванням діючих обмежень.

Головним чинником при визначенні найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі є рентабельність будівництва.

Рентабельність, %

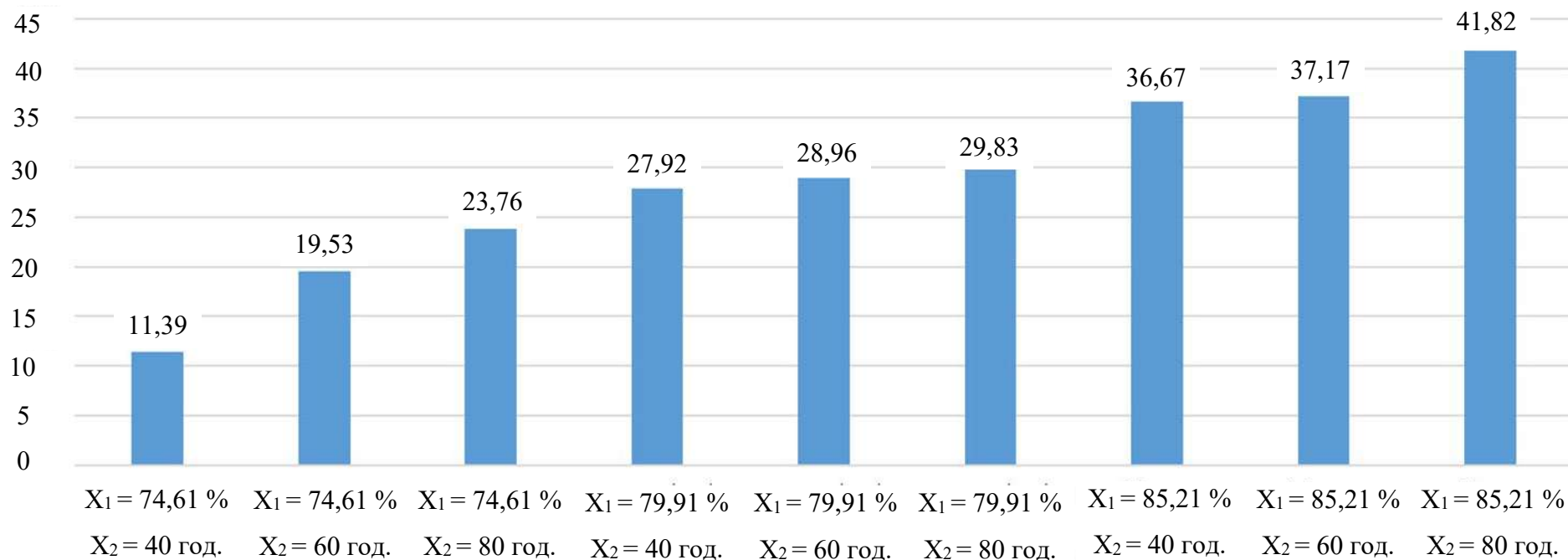


Рис. 4.23 – Діаграма рентабельності будівництва на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» при варіюванні факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» та введенні діючого обмеження (у вигляді застосування частки фінансування вартості будівництва за допомогою залучення кредитних коштів в розмірі 90% від загальної кошторисної вартості)

Найвищий показник «рентабельність (Y_4)» будівництва на прикладі житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки складає $Y_4 = 41,82\%$ (рис. 4.23). Відповідно, значення факторів «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» складають $X_1 = 85,21\%$ та $X_2 = 80$ год. Перевіримо доцільність обраної найбільш ефективної організаційно технологічної моделі за іншими основними показниками ефективності. При цих значеннях факторів вони складають:

- «тривалість будівництва (Y_1)» $Y_1 = 272$ дні (мінімальне значення. Є найбільш ефективним);
- «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» відповідно $Y_{2,1} = 56,744$ млн. грн./міс. та $Y_{2,2} = 61,173$ млн. грн./міс. (найменш ефективні значення у разі відсутності відразу більшої частки коштів. Однак з урахуванням наявності «умовно-постійних витрат» та діючого обмеження ці значення є більш раціональними, тому що дозволяють швидше звести будівлю та отримати прибуток від продажу житлових приміщень);
- «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» $Y_{3к} = 632,485$ млн. грн. (мінімальне значення. Є найбільш ефективним).

Враховуючи те, що усі досліджувані основні показники ефективності зведення житлового комплексу при поєднанні факторного простору «суміщеність робіт (X_1)» та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» відповідно $X_1 = 85,21\%$ та $X_2 = 80$ год. є найбільш ефективними то остаточно приймаємо організаційно-технологічну модель, зображену на рисунку 4.24.

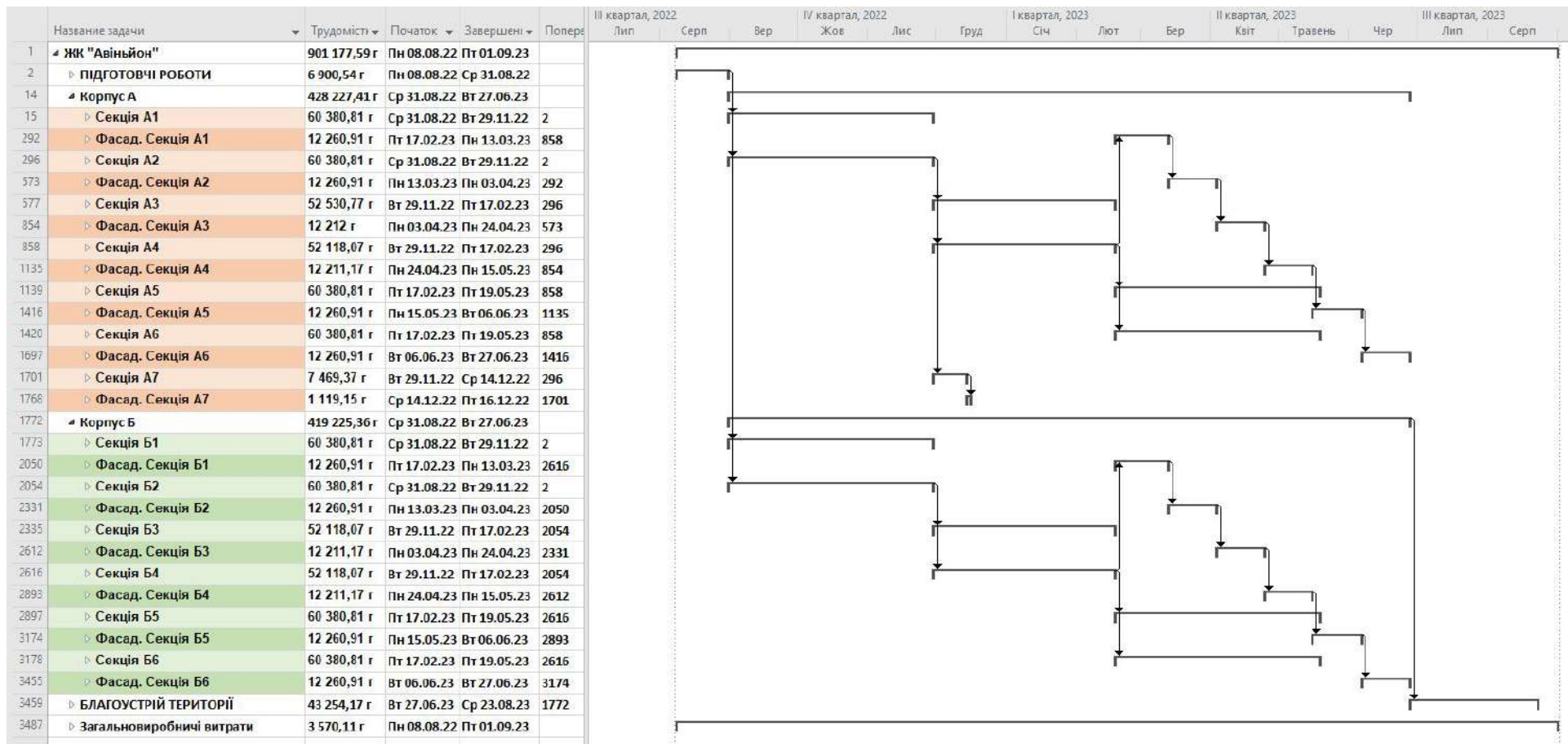


Рис. 4.24 – Найбільш ефективна організаційно-технологічна модель зведення житлового комплексу з використанням незмінної опалубки, отримана з урахуванням діючих обмежень при значеннях факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 85,21\%$ та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 80$ год.

Розрахунок техніко-економічної ефективності. З метою визначення техніко-економічної ефективності результатів проведеного дослідження порівняємо базові (проектні) значення показників ефективності (при значеннях факторів «суміщеність робіт (X_1)» $X_1 = 74,61$ % та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» $X_2 = 40$ год. зі значеннями показників обраної найбільш ефективної організаційно-технологічної моделі (рис. 4.24):

- тривалість будівництва житлового комплексу (табл. 4.1) знижено на 71,6 %;
- середня та максимальна інтенсивність фінансування (табл. 4.2) підвищена відповідно на 71,2 % та 71,7 %. Однак вона не впливає в цілому на ефективність будівництва, тому що залежить лише від наявності більшого обсягу фінансування у стислий період;
- загальну вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів (табл. 4.4) знижено на 21,5 %;
- рентабельність будівництва (рис. 4.23) підвищено з 11,39 % до 41,82 %.

Висновки за розділом 4

1. Використання програмних комплексів АВК-5 та Microsoft Project дозволило побудувати адекватні чисельні моделі процесу зведення будівлі на прикладі будівництва житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки.
2. Експериментально-статистичне моделювання, на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки, дозволило виявити, що при варіюванні факторного простору (значень факторів «суміщеність робіт X_1 » $X_1 = 74,61 \dots 85,21$ % та «кількість робочих годин на тиждень X_2 » $X_2 = 40 \dots 80$ годин) згідно з обраним планом експерименту основні показники ефективності змінюються наступним чином:
 - «тривалість будівництва (Y_1)» з 272 до 958 днів;
 - «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» з 16,316 млн. грн. до 56,744 млн. грн. на місяць;
 - «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» з 17,327 млн. грн. до 61,173 млн. грн. на місяць;
 - «вартість будівництва (Y_3)» 514,483 млн. грн. до 521,007 млн. грн.;
 - «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» 632,485 млн. грн. до 805,268 млн. грн.;
 - «рентабельність Y_4 » від 11,39 % до 41,82 %.
3. Аналіз отриманих за допомогою експериментально-статистичного моделювання аналітичних закономірностей (їх відображення у вигляді графіків та діаграм) дозволив провести якісну оцінку та визначити характер залежності показників ефективності від факторів, що на них впливають.
4. За результатами аналізу отриманих закономірностей та проведеної оптимізації (шляхом введення діючих обмежень) визначено найбільш ефективну організаційно-технологічну модель (графік виконання робіт)

зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки. Вона отримана при поєднанні факторів: суміщеність робіт (X_1) та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» відповідно на значеннях $X_1 = 85,21$ % та $X_2 = 80$ год. При цьому значення показників ефективності складають:

- «тривалість будівництва (Y_1)» $Y_1 = 272$ дні;
- «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» відповідно $Y_{2,1} = 56,744$ млн. грн./міс. та $Y_{2,2} = 61,173$ млн. грн./міс.;
- «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» $Y_{3к} = 632,485$ млн. грн.;
- «рентабельність (Y_4)» будівництва $Y_4 = 41,82$ %.

5. За результатами розрахунку техніко-економічної ефективності проведеного чисельного моделювання та оптимізації визначено, що у порівнянні з базовим (проектним) рішенням: тривалість будівництва житлового комплексу знижено на 71,6 %; середню та максимальну інтенсивність фінансування підвищено відповідно на 71,2 % та 71,7 %; загальну вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів знижено на 21,5 %; рентабельність будівництва підвищено з 11,39 % до 41,82 %.

6. Основні результати цього розділу викладені в роботах [123, 146-148].

РОЗДІЛ 5

АПРОБАЦІЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами дисертаційного дослідження визначено найбільш ефективні рішення зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалуби. Це найбільш ефективні: конструктивно-технологічне рішення зведення огорожувальних конструкцій будівлі - «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»» (розділ 3 дисертаційного дослідження) та організаційно-технологічна модель (графік виконання робіт) зведення житлового комплексу в цілому (розділ 4 дисертаційного дослідження).

За результатами проведеного аналізу техніко-економічної ефективності досліджень (розділ 4.4. дисертаційного дослідження) прийнято рішення стосовно необхідності їх впровадження та апробації.

5.1. Впровадження результатів досліджень в освітній процес та наукову роботу, їх апробація

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в освітній процес Одеської державної академії будівництва та архітектури при розробці навчально-методичного забезпечення. А саме дидактичних та демонстраційних матеріалів до навчальних занять:

- при оновленні мультимедійних презентацій з освітньої компоненти «Інновації в зведенні та реконструкції будівель та споруд» для здобувачів Центру післядипломної освіти, що навчаються за спеціальністю 192 будівництво та цивільна інженерія;
- при оновленні мультимедійних презентацій з освітньої компоненти «Технологія будівельного виробництва» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, що навчаються за спеціальністю 192 будівництво та цивільна інженерія.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у наукову роботу Одеської державної академії будівництва та архітектури, а саме:

- при виконанні договору № 4538а від 5 червня 2020 р. «Висновок про можливість зведення будівель за розробленою конструктивно-технологічною схемою» / Керівник - Менеїлюк О.І., відповідальний виконавець Бочевар К.І. Одеса: Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2021. 233 с.;
- використовувались для підготовки заявки на виконання проєкту прикладного дослідження за рахунок видатків загального фонду державного бюджету України. Назва проєкту: «Відновлення будівель та споруд, пошкоджених в результаті воєнних дій, з підвищенням їхньої енергоефективності». Заявку подано на «конкурсний відбір фундаментальних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень, науково-технічних (експериментальних) розробок, виконавцями яких є заклади вищої освіти та наукові установи, що належать до сфери управління МОН у 2022 році»;
- використовувались для подачі заявки на конкурс Національного фонду досліджень України "Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди". Назва проєкту заявки: «Відновлення будівель та споруд, пошкоджених в результаті воєнних дій, з підвищенням їхньої енергоефективності».

Опис розроблених у співавторстві патентних рішень наведений у розділах 5.1.1. та 5.1.2. дисертаційної роботи.

Основні результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію та були представлені на конференціях та наукових статтях:

1. 1 стаття у наукометричній базі даних Scopus (яке є одночасно і фаховим виданням України, зареєстрованим в бюлетені ВАК України та індексується у наукометричній базі даних Index Copernicus);

2. 3 статті у фахових виданнях України, зареєстрованими в бюлетені ВАК України (дві з яких індексуються у наукометричній базі даних Index Copernicus).
3. 3 виступи на конференціях з публікацією тез доповідей;
4. 4 додаткові публікації (2 патенти на корисну модель, 1 посібник та 1 монографія).

5.1.1. Розробка патенту на корисну модель «Стіна будівлі» (UA 149402)

В цьому підрозділі наведено деталізований опис розробленого та отриманого у співавторстві патенту на корисну модель «Стіна будівлі» (UA 149402).

У відповідності до цього рішення огорожувальні конструкції влаштовуються з використанням незнімної опалубки на сталевому каркасі з гнутого оцинкованого профіля та заповнюються пінополістиролбетоном.

Для незнімної опалубки на сталевому каркасі використані різні матеріали. У внутрішніх приміщеннях застосовується вологостійкий гіпсокартон, який забезпечує високу міцність та довговічність конструкції, а також стійкість до дії вологи. У зовнішніх огорожувальних конструкціях застосовуються деревостружкові плити, які мають високу стійкість до механічних впливів і зберігають свої якісні характеристики в широкому діапазоні температур. З боку фасаду використовуються пінополістирольні плити, що відрізняються високою теплоізоляцією та легкістю монтажу та невисокої вартістю.

Реферат корисної моделі. Стіна будівлі містить внутрішній і зовнішній огорожуючі шари та основний масив стіни, що виконаний із пінополістиролбетону, який розташований між внутрішнім і зовнішнім огорожуючими шарами із цементно-стружкових плит, які приєднано за допомогою саморізів до несучого каркасу із металевого профілю,

що поставляється із готових до збірки укрупнених деталей з набором кріплення.

Опис корисної моделі. Пропонована корисна модель належить до галузі будівництва, а точніше до конструкцій стін та перегородок з теплоізолюючими властивостями, які можуть бути використані при зведенні малоповерхових будівель та споруд, що формуються безпосередньо на будівельному майданчику.

Відома багатошарова панель (Патент України на корисну модель № 24051 U, МПК (2006), E04C 2/10, E0C 2/26, публ. 2007) що складається з внутрішнього та зовнішніх шарів, які являють собою плити з плоскої деревної стружки, між якими розміщений внутрішній утеплювальний шар з пінополістиролу або пінополіуретану, плити та утеплювальний шар склеєні між собою клеєм, панель на торцях містить жолоб для встановлення несучих конструктивних елементів.

Недоліком конструкції є низька паропроникність матеріалу панелі та витрати на виготовлення панелей в умовах підприємств. Тобто, кожен елемент майбутнього будинку вимагає виготовлення під певний розмір і проклейки, що тягне за собою підвищеної вартості, включаючи витрати на транспортування на будмайданчик. Необхідний також досить потужний прес, при будь-яких відхиленнях від технології, структура пінополістиролу втрачає міцність.

Найбільш близькою до запропонованої корисної моделі є стіна будівлі (Патент України на корисну модель № 38504 U, МПК (2006), E04B 2/00, E04B 2/84 публ. 2009), що містить внутрішній і зовнішній огороджуючі шари, основний масив стіни, що виконаний із полістиролбетону і розташований між внутрішнім і зовнішнім огороджуючими шарами. Внутрішній і зовнішні огорожувальні шари виконані в вигляді магнезитових плит. В верхній і нижній частинах магнезитових плит виконані заглиблення, в яких на примикаючих магнезитових плитах встановлені площинні фіксатори, причому протилежні площинні фіксатори на протилежних магнезитових

плитах попарно з'єднані між собою. В конструкції стіни використані магнезитові плити з міцністю при згинанні 5,5-7,0 МПа і теплопровідністю 0,2-0,3 Вт/м² °К.

Проте слід зазначити головний недолік – це відсутність каркасу в конструкції, через що, недостатньо забезпечується стійкість та несуча здатність стіни. В площині магнезитових плит встановлені лише закладні деталі, які з'єднуються попарно на протилежних плитах П-подібними фіксуючими скобами, як поперечними фіксаторами. Зазначені елементи не являються елементами арматури, а виконують тільки функцію фіксаторів в проектне положення незнімної опалубки із магнезитових плит. Відсутність каркасу не забезпечує належну стійкість та жорсткість конструкції в сейсмічних зонах та при динамічних навантаженнях. Другий недолік - вартість магнезитових плит у порівнянні з аналогами. Вона залежить від різновиду продукції і її лінійних параметрів.

В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача створення стіни будівлі, в якій, за рахунок конструктивних особливостей і використаних матеріалів, забезпечується можливість спрощення конструкції, підвищення технологічності її зведення, стійкості та несучої здатності при збереженні експлуатаційних характеристик.

Поставлена задача вирішується тим, що в стіні будівлі, основний масив якої виконаний із полістиролбетону, розташований каркас із ЛСТК, а внутрішній і зовнішній огорожувальні шари виконані у вигляді незнімної опалубки із цементно-стружкових плит.

Головне завдання корисної моделі полягає в удосконаленні внутрішнього шару із пінополістиролбетону, шляхом улаштування каркасу із профілю ЛСТК, для підвищення стійкості, жорсткості та несучої здатності всієї конструкції, а також виключення додаткових шарів у вигляді арматурних стрижнів та звичайної знімної опалубки, які ведуть до збільшення трудомісткості робіт. Завдяки каркасу із ЛСТК забезпечується висока

стійкість не тільки під час заливки пінополістиролбетону, а й у подальшій роботі.

Особливість даного винаходу полягає в монтажі, який здійснюється легко та швидко, дозволяючи скоротити строки будівництва, виключивши використання спеціальної техніки та обладнання, яке дозволяє скоротити і вартість будівництва. Також знижується собівартість транспортування елементів каркасу завдяки легкості конструкцій і лінійної формі деталей ЛСТК у порівнянні із традиційною арматурою, що дає можливість компактної упаковки. З цієї причини, конструкції стін з каркасом із ЛСТК завоювали надзвичайну популярність при будівництві швидкокомтованих будівель, як закордоном, так і у наших умовах.

Основна перевага запропонованої корисної моделі полягає в тому, що внутрішній шар стінової конструкції має просторовий каркас із ЛСТК, який служить несучим елементом незнімної опалубки, а крім того, разом із пінополістиролбетоном буде нести та приймати основні експлуатаційні навантаження, завдяки цьому можна уникнути додаткових армованих шарів з традиційною арматурою, що призводить до збільшення часу на виконання процесу армування стін. Каркасна технологія дозволяє звести будинок в прискорені терміни з використанням мінімальної кількості робочих. Металевий каркас збирається з тонкостінних гнучких сталевих профілів. Для корозійної стійкості профілі покриті шаром цинку і поставляються до місця будівництва в готових розмірах і з виконаними отворами для монтажу. Під таку будову закладається мілкозаглиблений фундамент, адже вага будівлі буде невелика, тому немає необхідності споруджувати великий глибокий фундамент. В якості ефективного теплоізолюючого матеріалу виступає полістиролбетон. Це полегшений варіант традиційного класичного цементного розчину, в якому важкий наповнювач пісок замінений легким полімером, в результаті чого не тільки істотно полегшено вагу бетоноконструкцій, але і створено прекрасний теплоізоляційний матеріал. Він

має високі тепло- (в залежності від марки суміші λ складає від 0,052 до 0,1 Вт/Мк) та звукоізоляційні (при 500 Гц та товщині 5 см складає 13дБ) властивості та достатню паропроникність (μ 8,5). Теплоізоляція пінополістиролбетоном в умовах нинішньої енергетичної кризи - це видатне досягнення в області енергозберігаючих технологій і будівництва. Незнімна опалубка являється альтернативним способом будівництва, що не передбачає наявності відходів від розбирання опалубки. Вона має безліч переваг, так як не потрібно витратити час на демонтаж. Крім того, форми створюють єдину конструкцію з монолітом, надаючи йому додаткову міцність, зменшуючи тепловтрати і забезпечуючи захист від вологи. Простота і швидкість виконання робіт забезпечує скорочення термінів і трудомісткості будівництва, а також відсутність необхідності в підйомних механізмах. Цементно стружкові плити (ЦСП) - успішно використовується як матеріал для незнімної опалубки тому, що дає ряд переваг. Цемент в складі дає можливість зберігати форму, і забезпечує жорсткість на стиск, а дерев'яні стружки не дозволяють плиті згинатися. ЦСП мають здатність зберігати твердість, що забезпечує ідеальне збереження форми навіть при значному тиску бетонного розчину. Матеріал стійкий до перепадів температур, займання, він не є живильним середовищем для грибків і комах. ЦСП можуть бути піддані будь-якій обробці, їх можна обштукатурити і пофарбувати або облицьовувати будь-яким матеріалом. Завдяки використовуваним матеріалам та конструктивно технологічним рішенням, що пропонується (рис. 5.2) виключаються зони підвищеного витоку тепла в «містках холоду». Як відомо, вони утворюються в елементах з високою теплопровідністю, що проходять по всьому поперечному перерізу стіни, і таким чином значно знижують ефективність теплозахисту будівлі, а також промерзання внутрішньої поверхні стіни і утворення конденсату, згубно впливаючи на огорожувальні конструкції, фасадні матеріали.

У результаті використання корисної моделі, у вигляді стіни із пінополістиролбетону, підвищується технологічність і темпи зведення

несучих монолітних залізобетонних стін з енергоефективними властивостями. При цьому досягається зменшення трудомісткості, строків зведення та матеріалоємності завдяки використанню каркасу із металевих профілів, які залишаються в тілі конструкції без подальшого їх демонтажу, та забезпечують жорсткість і несучу здатність завдяки надійному об'єднанні пінополістиролбетону у внутрішньому шарі стінової конструкції, з металевим просторовим каркасом із ЛСТК. За рахунок цього досягається монолітність і висока стійкість конструкції при монтажі та виконанні спеціальних робіт, що призводить до підвищення експлуатаційної надійності, теплозберігаючих властивостей конструкції, збільшенню терміну служби та забезпеченню економічності.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями:

На рисунку 5.1 – зображено зовнішній вигляд каркасу із металевого профіля;

На рисунку 5.2 – зображено загальний вигляд стіни включаючи всі шари згідно технології улаштування;

На рисунку 5.3 – зображено поперечний (горизонтальний) розріз стіни згідно технології улаштування.

Стіна містить металевий каркас із профілю ЛСТК 1, який складається з готових до збірки укрупнених деталей з набором кріплення, внутрішній шар із пінополістиролбетону 2 та незнімну опалубку із цементно-стружкових плит 3, які приєднані за допомогою саморізів до каркасу 1 за допомогою спеціальних елементів U-образного профілю.

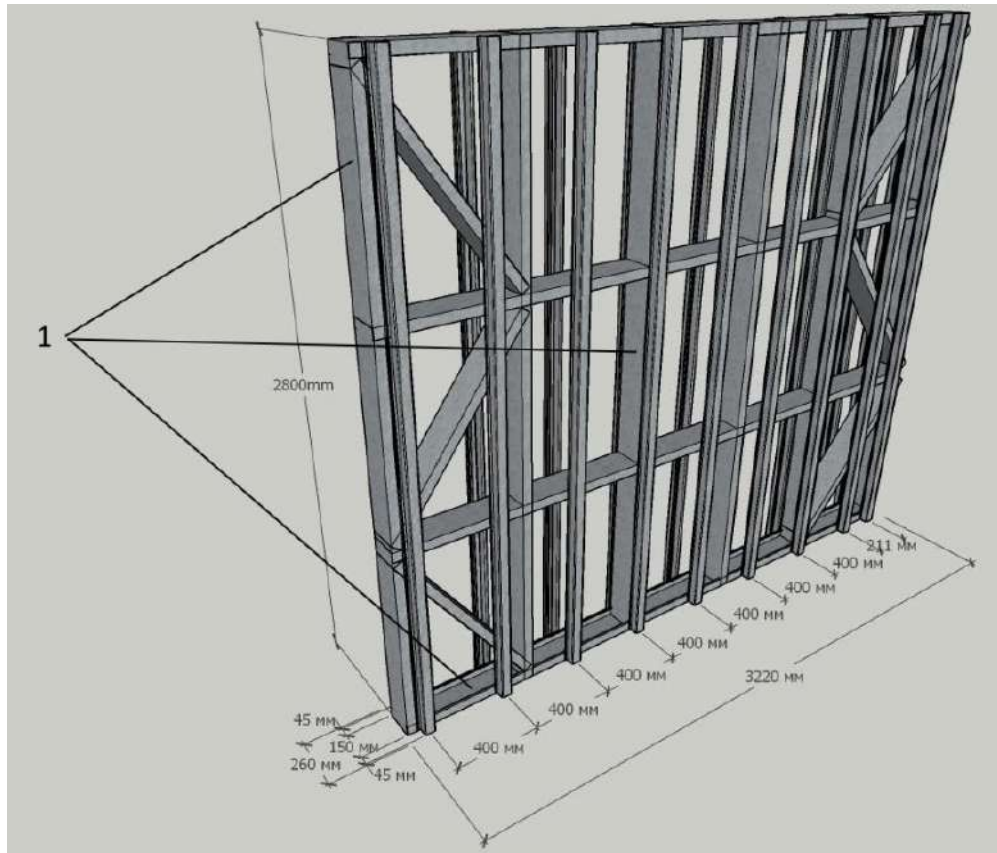


Рис. 5.1 – Каркас із металевого профілю: 1 - профілі ЛСТК

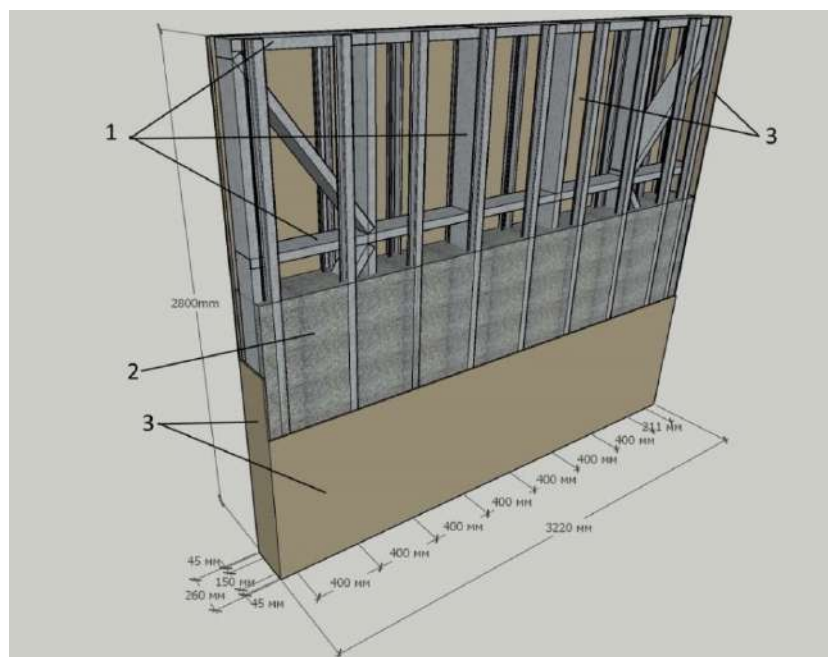


Рис. 5.2 – Загальний вигляд стіни включаючи всі шари згідно технології улаштування: 1 - профілі ЛСТК; 2 - шар полістиролбетону; 3 - елементи незнімної опалубки

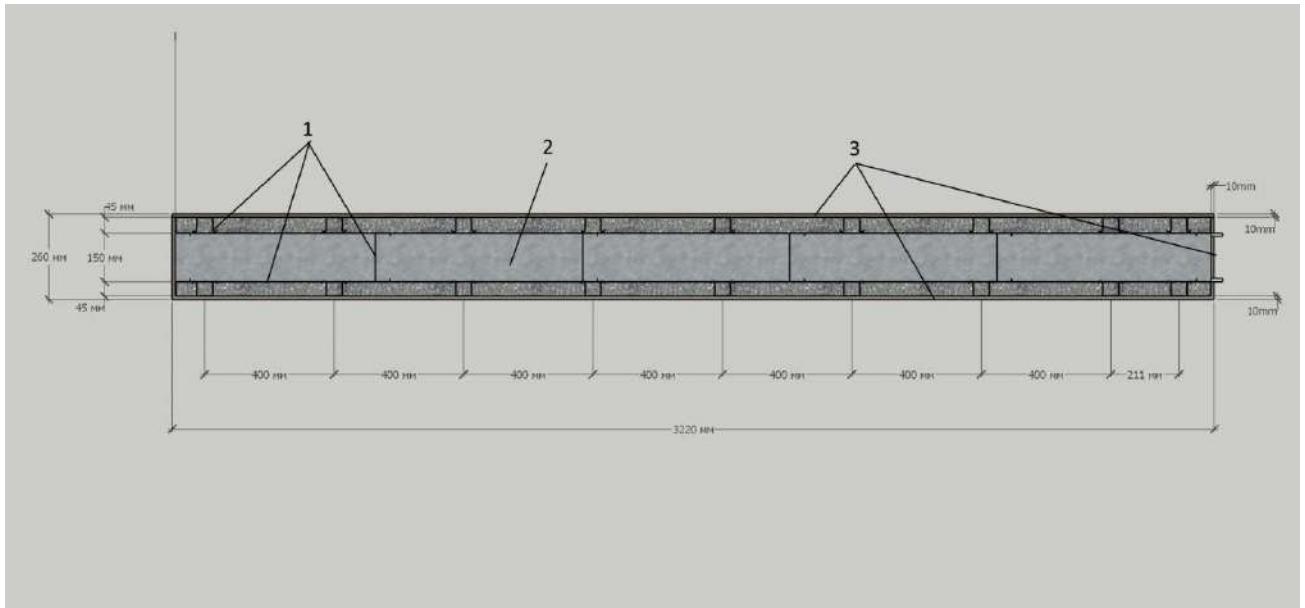


Рис. 5.3 – Поперечний (горизонтальний) розріз стіни згідно технології улаштування: 1 - профілі ЛСТК; 2 - шар полістіролбетону; 3 - елементи незнімної опалубки

Спосіб улаштування пропонованої стіни здійснюється наступним чином.

Зведення стіни починається із збирання каркасу із алюмінієвого профілю 1, складання конструкцій каркасу 1 виконується за допомогою болтів, саморізів і шурупів, при чому окремі складові конструкційні частини збираються безпосередньо на заводі виробника та доставляється на будівельний майданчик із укрупнених деталей. При невеликій висоті будівлі можна зібрати каркас 1 навіть без кранової техніки. Монтаж виконується за технічними схемами на огорожувальні конструкції з інструкцією по монтажу і схемами розкладки. Далі, монтується незнімна опалубка із цементно-стружкових плит 3, шляхом закріплення саморізами із зовнішньої і внутрішньої сторони до каркасу 1 за допомогою спеціальних елементів U-образного профілю. Коли повністю встановлені всі елементи незнімної опалубки 3, зроблені з'єднання з каркасом 1, то утворений внутрішній простір готовий для подальшого улаштування несучого шару із полістіролбетону 2.

Завдяки спеціально підбраному складу та фізичним властивостям пінополістиролбетонної суміші 2, а саме пластичності, можливо бетонувати конструкцію стіни на увесь поверх за один раз, без додаткових технологічних операцій по ущільненню бетонної суміші, а каркас із профілів ЛСТК 1 запобігає розпору незнімної опалубки із цементно-стружкових плит 3. Така стінова конструкція має можливість застосування різних видів та способів оздоблення, від штукатурки до навісного фасаду.

Формула корисної моделі.

1. Стіна будівлі, яка містить внутрішній і зовнішній огорожуючі шари та основний масив стіни, що виконаний із пінополістиролбетону, який розташований між внутрішнім і зовнішнім огорожуючими шарами *відрізняється* тим, що має каркас із профілю, що складається з ЛСТК.

2. Стіна будівлі за п.1., яка *відрізняється* тим, що каркас із профілю ЛСТК являється несучим елементом конструкції стіни.

3. Стіна будівлі за п.2., яка *відрізняється* тим, що каркас складається з готових до збірки укрупнених деталей з набором кріплення.

4. Стіна будівлі за п.1., яка *відрізняється* тим, що внутрішній і зовнішній огорожуючі шари виконано із цементно-стружкових плит, або інших елементів незнімної опалубки, які кріпляться до каркасу за допомогою спеціальних U-образних профілів, виключаючи утворення «містків холоду».

5. Стіна будівлі за п.1., яка *відрізняється* тим, що основний масив стіни виконаний із пінополістиролбетону щільністю від 258 до 375 кг/м³ і теплопровідністю від 0,052 до 0,1 Вт/м² °К.

5.1.2. Розробка патенту на корисну модель «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847)

В цьому підрозділі наведено деталізований опис розробленого та отриманого у співавторстві патенту на корисну модель «Стіна будівлі» (UA 154847).

Реферат. Система каркасної незнімної опалубки містить зовнішні елементи з теплоізоляційних плит та внутрішні – з листів дисперсно-армованого гіпсокартону, які кріпляться саморізами за допомогою U-подібних профілів до основного каркасу з спеціального металевого термопрофілю.

Опис корисної моделі. Пропонована корисна модель відноситься до будівництва, а точніше до незнімних опалубок стінових конструкцій, які можуть бути використані при зведенні будівель та споруд.

Найбільш поширені системи незнімної опалубки стінових конструкцій є опалубка з пінополістирольних блоків (див., наприклад: Ковров А.В., Менеїлюк А.І., Дубельт Т.М., Петровський А.Ф. Інновації в будівництві та реконструкції.– ВД «Гольветика», 2022.– 650 с).

Найбільш близька до корисної моделі, що пропонується, є каркасна незнімна опалубка (Патент України на корисну модель UA 149402 U, МПК (2021.01) E04C 2/00 E04C 2/292 (2006.01)), основою якої є спеціальний металевий термопрофіль. Внутрішня та зовнішня частина опалубки обшивається стружково-цементними плитами (СЦП). Плити кріпляться до металевого каркасу саморізами.

Однак теплоізоляційні властивості зазначеного рішення є недостатніми і вимагають додаткової зовнішньої теплоізоляції. Додаткова теплоізоляція збільшує вартість та тривалість будівництва.

Суть корисної моделі, що пропонується.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено завдання удосконалення існуючого рішення та створення системи каркасної незнімної опалубки, яка забезпечуватиме необхідну теплоізоляцію без влаштування додаткової зовнішньої теплоізоляції, зменшує вартість та тривалість будівництва.

Поставлене завдання виконується завдяки використанню в ролі зовнішнього шару незнімної опалубки теплоізоляційних плит (з пінополістиролу, екструдованого пінополістиролу або мінераловатних плит

щільністю більш ніж 120 кг/м^3). Крім цього в системі, що пропонується, внутрішні елементи незнімної опалубки – з листів дисперсно-армованого вологостійкого гіпсокартону. Саме ці листи є не тільки внутрішніми елементами незнімної опалубки, але й також – шаром оздоблення.

Основна перевага корисної моделі, що пропонується полягає в тому, що система каркасної незнімної опалубки має достатні теплоізоляційні властивості без додаткового фасадного утеплення. Крім цього, запропонована корисна модель, у порівнянні з прототипом, значно скорочує вартість та терміни будівництва за рахунок відсутності етапу влаштування додаткової теплоізоляції фасаду та внутрішнього оздоблення.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями:

На рисунку 5.4 - зображено зовнішній вигляд каркасу із металевого профілю;

На рисунку 5.5 - зображено загальний вигляд стіни, включаючи всі шари;

На рисунку 5.6 - зображено поперечний (горизонтальний) розріз стіни.

Взаємне розташування елементів запропонованої системи каркасної незнімної опалубки.

Основою системи є каркас з термопрофіль 1, кріплення конструкцій якого виконується за допомогою болтів або/і саморізів, причому окремі складові конструкційні частини зібрані на заводі, як укрупнені деталі. Зовнішні елементи опалубки з теплоізоляційних плит 2 та внутрішні з вологостійкого гіпсокартону 3, закріплюються саморізами до каркасу 1 за допомогою спеціальних елементів – U-подібних термопрофільів 4.

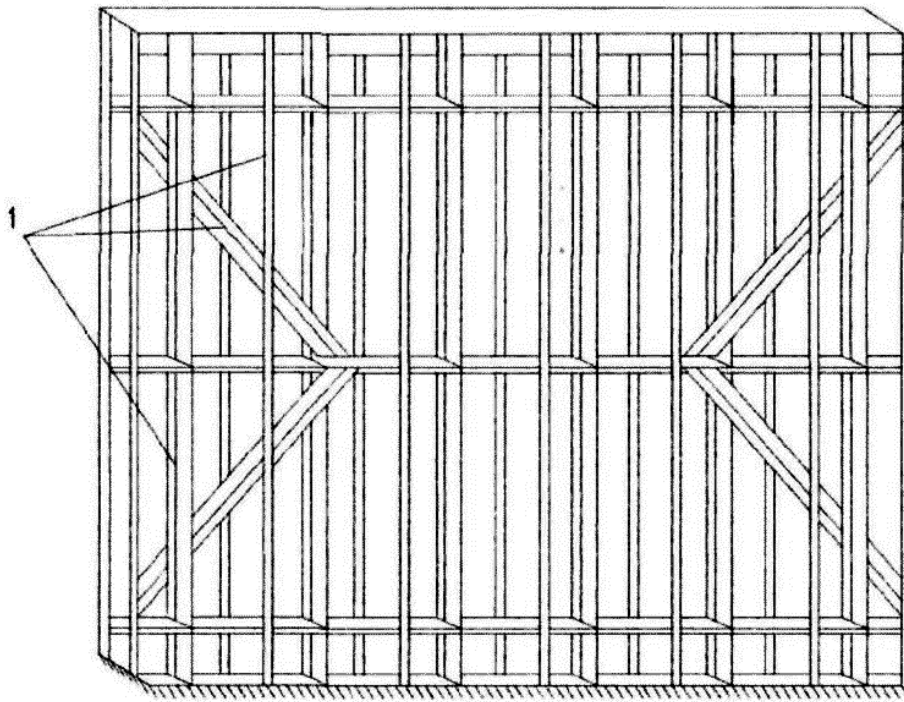


Рис. 5.4 – Каркас із металевого профілю: 1 - термопрофіль

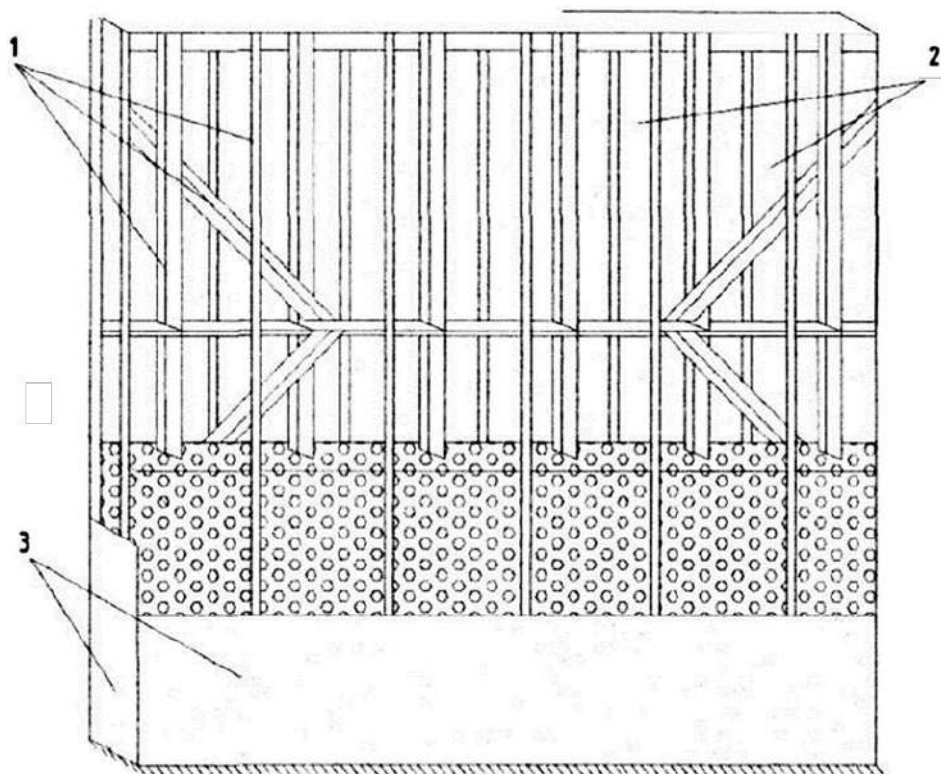


Рис. 5.5 – Загальний вигляд стіни включаючи всі шари згідно технології улаштування: 1 - термопрофіль; 2 - опалубка з теплоізоляційних плит; 3 - вологостійкий гіпсокартон

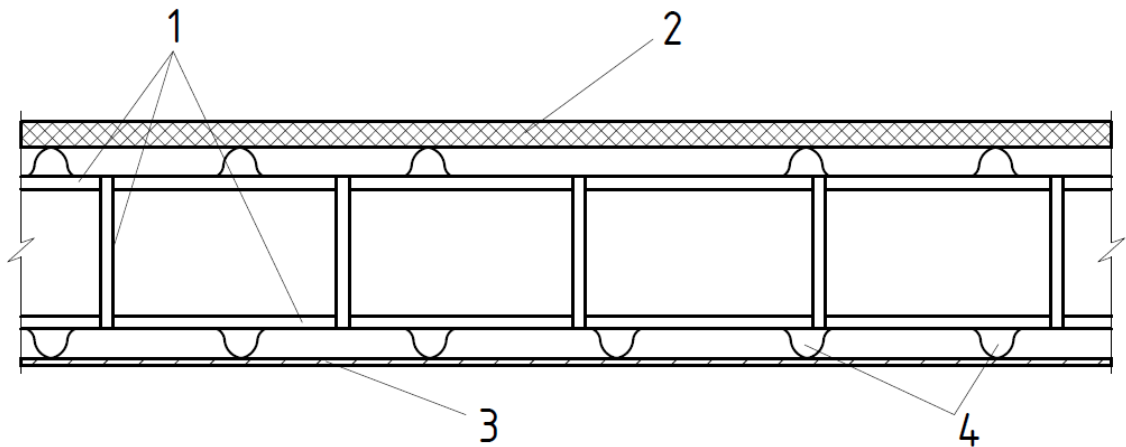


Рис. 5.6 – Поперечний (горизонтальний) розріз стіни згідно технології улаштування: 1 - термопрофіль; 2 - опалубка з теплоізоляційних плит; 3 - вологостійкий гіпсокартон; 4 - U-подібні термопрофілі

Формула винаходу.

1. Система каркасної незнімної опалубки, яка включає до себе каркас з термопрофілю, як основу конструкції, та зовнішній і внутрішній елементи опалубки, які кріпляться до каркасу за допомогою спеціальних металевих U-подібних термопрофілів саморізами, яка відрізняється тим, що в якості зовнішніх елементів незнімної опалубки використовуються теплоізоляційні плити.

2. Система каркасної незнімної опалубки за п.1, яка відрізняється тим, що в якості зовнішніх елементів незнімної опалубки використовуються плити з пінополістиролу.

3. Система каркасної незнімної опалубки за п.1, яка відрізняється тим, що в якості зовнішніх елементів незнімної опалубки використовуються плити з екструдованого пінополістиролу.

4. Система каркасної незнімної опалубки за п.1, яка відрізняється тим, що в якості зовнішніх елементів незнімної опалубки використовуються мінераловатні плити щільністю більше ніж 120 кг/м³

5. Система каркасної незнімної опалубки за п.1, яка відрізняється тим, що в якості внутрішніх елементів незнімної опалубки використовуються листи з дисперсно-армованого вологостійкого гіпсокартону.

5.2. Розробка рекомендацій для використання результатів дисертаційного дослідження

Згідно загальної методики дисертаційного дослідження в роботі визначено найбільш ефективні організаційно-технологічні рішення зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки. За результатами проведених досліджень розроблено рекомендації з їх використання .

Галузь застосування. Розроблені рекомендації можливо використовувати для пошуку найбільш ефективних рішень зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Основні етапи алгоритму пошуку ефективних рішень зображено на рисунку 5.7.

Розшифруємо кожний пункт, наведеного на рисунку 5.7 алгоритму:

1. На цьому етапі відбувається аналіз існуючої (або створення за необхідності) проектно-кошторисної документації будівництва житлового комплексу. Досліджуються прийняті архітектурно-планувальні та конструктивні рішення.

2. На цьому етапі необхідно встановити перелік відомих рішень, які можливо використовувати при влаштуванні огорожувальних конструкцій житлових комплексів. При цьому для кожного елементу будинків потрібно розглядати декілька можливих рішень-аналогів. За можливістю виконати розробку нових або вдосконалити існуючі конструктивно-технологічні рішення.

3. Іноді вибір застосування того чи іншого конструктивно-технологічного рішення досить складно зробити. Це пов'язано з великою кількістю відомих рішень-аналогів. До прикладу, в рамках даного

дисертаційного дослідження для зведення огорожувальних конструкцій житлового комплексу з використанням незнімної опалубки порівнювалось 12 найбільш розповсюджених рішень.



Рис. 5.7 – Алгоритм пошуку найбільш ефективних рішень зведення житлових комплексів

Для вибору найбільш ефективного рішення з порівнюваних та визначення ступеню ефективності кожного з них слід скористатись

методикою багатокритеріального аналізу [68-71] або аналогічною методикою (наприклад, методом аналізу ієрархічних структур).

4. Проводиться відбір основних показників ефективності зведення житлових комплексів та факторів, що на них впливають.

Визначаються показники, які можуть суттєво скоротити фінансові та матеріально-технічні ресурси, витрати праці, тривалість будівництва тощо зведення житлових комплексів. При цьому потрібно враховувати й показник рентабельності будівництва.

Після обрання основних показників ефективності слід визначити перелік факторів, що на них впливають. При цьому слід враховувати їх передбачуваний вплив на показники ефективності. Надалі, згідно теорії планування експерименту обирається план його проведення. При цьому кількість експериментів (точок експерименту) повинна бути такою, яка надає можливість отримати адекватні (достовірні) результати.

5. На даному етапі за допомогою програмних комплексів АВК 5 та Microsoft Project (чи аналогічних програмних комплексів в залежності від обраних основних показників ефективності) створюються моделі зведення житлового комплексу при варіюванні обраних факторів. Вони можуть бути представлені кошторисними розрахунками та організаційно-технологічними моделями (графіками виконання робіт) чи іншими видами моделей.

6. За допомогою методики експериментально-статистичного моделювання [75, 83, 84, 110] в програмному комплексі COMPEX (або в аналогічних програмах, наприклад MATLAB чи Design-Expert) виконується побудова аналітичних залежностей основних показників ефективності зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки від впливу обраних факторів. Проводиться аналіз отриманих залежностей: визначаються екстремуми показників та характер впливу кожного з факторів окремо та одночасно на показники ефективності.

7. За результатами аналізу відкритих інформаційних джерел та спілкування з фахівцями будівельної галузі вводяться діючі обмеження показників чи факторного простору з урахування специфіки зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

Після накладення діючих обмежень (оптимізації) визначаються найбільш ефективні значення показників ефективності та відповідні поєднання факторів. Відповідно до цих значень обирається найбільш ефективна організаційно-технологічна модель зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки.

5.3. Технологічна карта на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням найбільш ефективного конструкторно-технологічного рішення - патент UA 149402 «Стіна будівлі»

Технологічна карта розроблена відповідно до вимог чинних нормативних документів України для забезпечення будівництва раціональними рішеннями щодо організації, технології та механізації будівельних робіт. Ця технологічна карта є основним виробничим документом на зведення огорожувальних конструкцій таунхаусів (стін та перекриттів) по обраному найбільш ефективному рішенню - патент UA 149402 «Стіна будівлі».

Область застосування. Технологічна карта розроблена на влаштування огорожувальних конструкцій з застосуванням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» для 3-х поверхових житлових таунхаусів, загальною площею 1821 м². Загальні розміри комплексу таунхаусів в осях - 7 x 76 м. Висота поверху – 3 м. Товщина стін – 330 мм (включає в себе профіль С-300 - 300 мм та 2 шари обшивки ЦСП (цементно-стружковими плитами) - 30 мм).

Технологія та організація виконання робіт. До початку робіт з влаштування огорожувальних конструкцій будівлі за рішенням патент UA

149402 «Стіна будівлі» на будмайданчику повинні бути виконані підготовчі роботи:

- закінчено нульовий цикл робіт;
- проведено необхідні силові та освітлювальні електромережі;
- перенесені в натуру та закріплені проектні осі та позначки конструкцій;
- підготовлені та випробувані машини, обладнання та пристрої;
- підготовлений комплект необхідної опалубки та профілі з ЛСТК (легких сталевих тонкостінних конструкцій);
- підготовлено інфраструктуру для виготовлення та транспортування пінополістиролбетонної суміші;
- закінчено роботи з влаштування дренажу, бетонної підготовки та гідроізоляції під примикання зовнішніх стін до фундаментних.

Виготовлення каркасу з ЛСТК будь-якого призначення починається з розробки проекту, на підставі якого завод-виробник виготовляє профілі за вказаними розмірами. Всі елементи упаковуються і маркуються після виготовлення.

Комплекти складальних креслень і монтажних схем відправляються на будівельний майданчик разом з матеріалами. Профілі з'єднуються в конструкції спеціальними саморізами і болтами (рис. 5.8 - 5.10).

Монтаж огорожувальних конструкцій з застосуванням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» проводиться в такій технологічній послідовності:

- підготовчі роботи;
- основні роботи.

Графічна частина технологічної карти зі схемами виконання окремих видів робіт наведена в додатку А дисертаційного дослідження.



Рис. 5.8 – Приклад з'єднання профілів

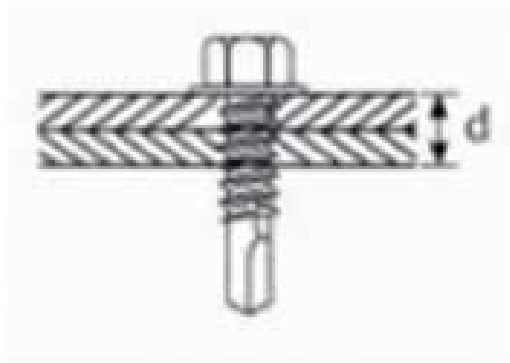


Рис. 5.9 – Самонарізний гвинт із свердловим кінцем та шестигранною головкою з прес-шайбою (тип 1)

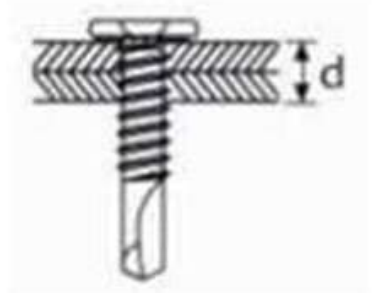
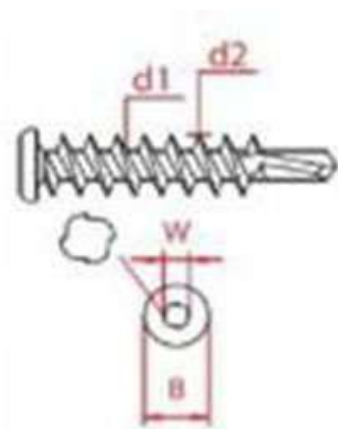


Рис. 5.10 – Самонарізний гвинт із свердловим кінцем та плоскою головкою (тип 2)

Підготовчі роботи. Монтажники отримують інструктаж від технічного персоналу, проходять інструктажі з охорони праці, знайомляться з проектною документацією, профілактичним ремонтом і цією технологічною картою, отримують необхідні інструменти, пристосування, обладнання, матеріали, перевіряють комплектність і справність обладнання. До моменту початку робіт повинні бути влаштовані тимчасові і постійні дороги, внутрішньо-майданчикові мережі зв'язку і лінії електропостачання, тимчасові підсобні приміщення відповідно до ПВР (проекту виконання робіт). В зону влаштування повинні бути доставлені необхідні монтажні пристрої, конструктивні елементи каркаса зовнішніх і внутрішніх стін з ЛСТК та ЦСП.

Основні роботи. Збірка каркаса внутрішніх і зовнішніх стін з ЛСТК. Каркас внутрішніх і зовнішніх стін збирається на рівній горизонтальній поверхні. Виконується складання елементів (зв'язків) з профілями конкретної стінової панелі. Спочатку викладаються профілі згідно з кресленнями стін, що збираються, і розміткою, що наноситься на профілі. Горизонтальні профілі з'єднуються між собою «встик» за допомогою додаткових елементів. Далі елементи стін скріплюються між собою, а стійки закріплюються на з'єднувальному елементі. При цьому попередньо встановлюється прямий кут за допомогою косинця.

Складений каркас стін з використанням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» являє собою гратчасті конструкції з ЛСТК (рис. 5.11).

Переконавшись, що розміри зібраної конструкції відповідають кресленню, кожен її складову закріплюють на певну кількість саморізів, зазначених в проекті та вимогах заводу-виробника.

Роботи по монтажу стін з ЛСТК починаються з розмітки їх положення фундаменті. Розмітка положення стін проводиться свинцевим олівцем або фарбувальним шнуром. Після розмітки положення стін приступають до їх установки відповідно до раніше розмічених положень. Стіни встановлюють на фундамент 4 монтажника (рис. 5.12).

Стіни кріпляться до фундаменту за допомогою анкерних болтів.



Рис. 5.11 – Змонтований каркас стін з ЛСТК



Рис. 5.12 – Встановлення каркасу стін з ЛСТК монтажниками

Після встановлення каркасу стін їх обшивають незнімною опалубкою (рис. 5.13). Вона з обох сторін складається з листів ЦСП товщиною 15 мм. Плити ЦСП кріпляться гвинтокрутами на саморізах.

Після влаштування стін приступають к встановленню конструкцій перекриттів. Встановлюють каркас на несучі стіни (4 монтажники). Після чого з'єднують зі стінами за допомогою саморізів. По завершенню влаштування конструкцій каркасу перекриття – встановлюють незнімну опалубку з ЦСП.

Коли ці процеси завершені робочі повинні підготувати місце для заливки в опалубку бетону. Далі відбувається заливка полістиролбетонної суміші (рис. 5.14); витримка та догляд за бетоном.



Рис. 5.13 – Кріплення незнімної опалубки (з ЦСП) на каркас з ЛСТК

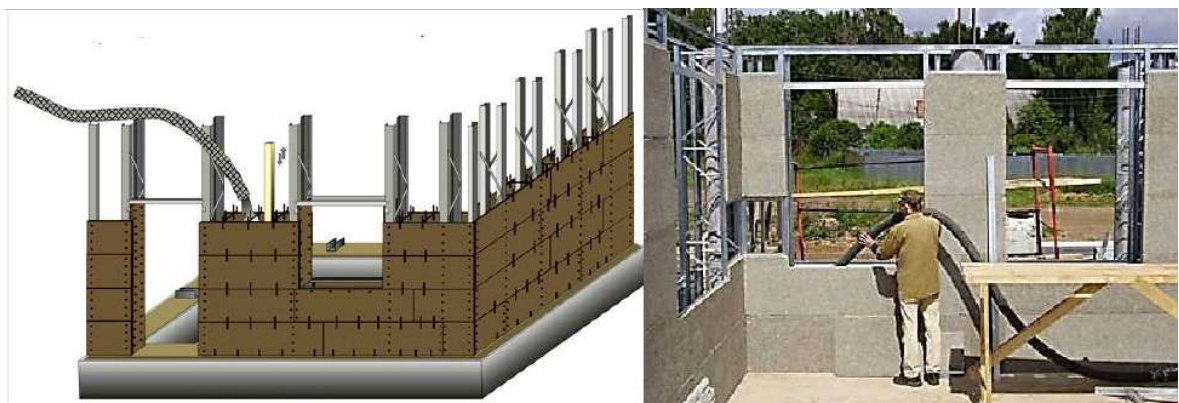


Рис. 5.14 – Подача пінополістиролбетонної суміші в сформовані пустоти в тілі стіни

В таблиці 5.1 наведено поетапний опис виконання технологічних операцій з влаштування огорожувальних конструкцій таунхаусів з використанням обраного найбільш ефективного конструктивно-технологічного рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі». При цьому до кожної технологічної операції наведено засоби (технологічне оснащення, інструмент, інвентар, пристрої, машини, механізми, обладнання) та виконавці для їх проведення. В таблиці 5.1 всі операції наведені в технологічній послідовності їх виконання та описом сутності робіт, що необхідно провести на кожному етапі.

Таблиця 5.1 – Опис поетапного виконання технологічних операцій з наведенням застосованого інвентарю та виконавців

Найменування процесів	Засоби технологічного забезпечення (технологічне оснащення, інструмент, інвентар, пристрої, машини, механізми, обладнання)	Виконавці	Опис операцій
Підготовчі роботи			
Підготовчі роботи	Автомобільний кран*, бортовий автомобіль	Машиніст автомобільного крану 6 розряду (МК) – 1 особа; машиніст бортового автомобіля 5 розряду (МА) – 1 чол. Монтажник 4 розряду (М1, М2) – 2 особи; монтажник 3 розряду (М3, М4) – 2 особи; монтажник 2 розряду (М5, М6) – 2 особи.	Робочі ланки та машиністи отримують завдання, вивчають проектну документацію, проєкт виконання робіт та цю технологічну карту, проходять цільовий інструктаж з охорони праці, готують робочі місця до роботи, отримують інструменти та пристрої зі складу.

Продовження таблиці 5.1

Основні роботи			
Сбір і складання елементів ЛСТК	Шурупокрути, викрутки, набір гайкових ключів	МК, МА, М1, М2, М3, М4, М5, М6	Машиністи та монтажники вантажать металеві профілі та отримують необхідні матеріали й інструменти. Машиніст привозить все на будівельний майданчик, а М5 та М6 розвантажують при допомозі МК. М1, М2, М3, М4, М5, М6 виконують збірку конструкцій та складають на спеціально відведеному місці.
Встановлення каркасу стін з ЛСТК	Шурупокрути, викрутки, дріль	М1, М2, М3, М4, М5, М6	М1, М2, М3, М4, М5, М6 переносять та встановлюють на розмічені місця металеві конструкції
Встановлення незнімної опалубки стін з ЦСП	Шурупокрути, викрутки	М1, М2, М3, М4, М5, М6	М1, М2, М3, М4, М5, М6 закріплюють на металевий профіль ЦСП за допомогою шурупокрутів
Встановлення каркасу перекриття з ЛСТК	Шурупокрути, викрутки, дріль	М1, М2, М3, М4, М5, М6	М1, М2, М3, М4, М5, М6 переносять та встановлюють на розмічені місця металеві конструкції
Встановлення незнімної опалубки перекриття з ЦСП	Шурупокрути, викрутки,	М1, М2, М3, М4, М5, М6	М1, М2, М3, М4, М5, М6 закріплюють на металеві профілі ЦСП допомогою шурупокрутів
Заливка пінополістиролбетону в опалубку	Бетонанасос	М1, М2, М3, М4, М5, М6	М1, М2, М3, М4, М5, М6 заливають бетон в опалубку. Витримка та догляд за бетоном.

* – при відсутності крану усі роботи можуть бути виконані вручну.

Підрахунок обсягів робіт. На підставі аналізу архітектурно-планувальних рішень комплексу таунхаусів складено відомість обсягів робіт (табл. 5.2). В таблиці позначення «ВН1», «ВН2» і так далі – це маркування несних стін. Аналогічно «П1», «П2»... – маркування перекриттів. Значення після знаку множення «*» відображає їх кількість. Наприклад «ВН2*2» - несуча стіна з маркуванням «ВН2» в кількості 2 шт.

Таблиця 5.2 – Відомість обсягів робіт

№	Найменування елементів	Площа елементів стін з урахуванням прорізів, м ²	Клас бетону	Площа прорізів, м ²			Товщина шару бетону що заливається, м	Обсяг елементів без прорізи в м ³
				Вікна	Двері	Усього		
	Несучі стіни							
1	ВН1	661,29	-	-	-	661,29	0,35	231,45
	ВН1,1	179,34	-	-	-	179,34	0,35	62,77
	1 поверх		-					
2	ВН2*2	105,66	-	-	83,28	188,94	0,35	73,96
3	ВН3	18,90	-	-	-	18,9	0,35	6,62
4	ВН4*3	18,90	-	-	-	18,9	0,36	47,63
5	ВН5*4	16,80	-	-	2,1	18,9	0,34	39,98
6	ВН6*8	17,01	-	-	1,89	18,9	0,30	40,82
7	ВН7	24,45	-	-	-	24,45	0,35	8,56
8	ВН8	178,50	-	-	-	178,50	0,35	62,475
9	ВН9*2	23,43	-	-	-	23,43	0,40	18,74
10	ВН9,1	23,43	-	-	-	23,43	0,35	8,20
11	ВН10	9,60	-	-	11,55	21,15	0,35	3,36
12	ВН11	7,88	-	-	-	7,88	0,35	2,76
13	ВН12	11,20	-	-	2,1	13,30	0,30	3,36
14	ВН13	6,71	-	-	-	6,71	0,30	2,01
15	ВН14	5,61	-	-	1,89	7,50	0,30	1,68
16	ВН15	8,01	-	-	1,89	9,90	0,35	2,80

Продовження таблиці 5.2

17	ВН16*2	17,31	-	6,36	1,89	19,2 0	0,35	12,12
	Усього	1317,01		6,36	104,7	1440 ,61	6,15	584,95
	2 поверх							
1	ВН1	24,45	-	-	-	24,4 5	0,35	8,56
2	ВН2*4	24,45	-	-	-	24,4 5	0,34	33,25
3	ВН3*3	24,45	-	-	-	24,4 5	0,36	26,41
4	ВН4*8	4,06	-	6,36	-	10,4 3	0,35	11,38
5	ВН5*8	1,33	-	3,17	-	4,5	0,35	3,72
6	ВН6*8	5,78	-	5,4	-	11,1 8	0,35	16,17
7	ВН7	30,00	-	-	-	30,0 0	0,35	10,50
8	ВН8	23,43	-	-	-	23,4 3	0,40	9,37
9	ВН9	23,43	-	-	-	23,4 3	0,42	9,84
10	ВН10	23,43	-	-	-	23,4 3	0,45	10,43
11	ВН11	3,015	-	4,86	-	7,88	0,35	1,06
12	ВН12	14,93	-	6,21	-	21,1 4	0,35	5,23
13	ВН13	3,02	-	6,37	-	9,39	0,35	1,06
14	ВН14	2,25	-	2,26	-	4,50	0,35	0,79
15	ВН15	2,65	-	6,05	-	8,70	0,35	0,93
16	ВН16	3,87	-	-	-	3,87	0,30	1,16
17	ВН17	7,92	-	-	-	7,92	0,30	2,38
	Усього	222,46		40,6 8	0	263, 13		152,21
	3 поверх							
1	ВН1	31,79	-	-	-	31,7 9	0,35	11,13
2	ВН2*4	31,79	-	-	-	31,7 9	0,34	43,23
3	ВН3*3	31,79	-	-	-	31,7 9	0,36	34,33
4	ВН4*8	14,70	-	14,4 7	-	29,1 7	0,35	41,16
5	ВН5	39,00	-	-	-	39,0 0	0,35	13,65
6	ВН6	30,46	-	-	-	30,4 6	0,4	12,18

Продовження таблиці 5.2

7	ВН7	30,46	-	-	-	30,46	0,45	13,55
8	ВН8	30,46	-	-	-	30,46	0,42	12,79
9	ВН9	7,81	-	2,43	-	10,24	0,35	2,73
10	ВН10	12,91	-	14,31	-	27,22	0,35	4,52
11	ВН11	7,92	-	-	-	7,92	0,30	2,38
12	ВН12	3,87	-	-	-	3,87	0,35	1,36
	ВН13*2	12,16	-	12,72	-	24,88	0,35	8,51
	Усього	285,10	-	43,93	0	329,04		201,52
	Перекриття							
12	П1*8	44,15	M350	-	-	44,15	0,3	13,2*8
	П2	39,00	M350	-	-	40,50	0,3	11,7
	П3*2	37,00	M350	-	-	47,00	0,3	11,1*2
	П4*16	44,70	M350	-	-	58,00	0,3	13,41*16
	П5*2	36,00	M350	-	-	49,00	0,3	10,8*2
	П6*4	37,00	M350	-	-	46,00	0,3	11,7*4
	Усього	1 327,40						399

Графік виконання робіт розроблено на основі отриманих обсягів робіт у відповідності з технологічною послідовністю проведення технологічних операцій. Результати розрахунку трудомісткості та тривалості виконання робіт наведено на графічній частині технологічної карти (Додаток А).

Потреба в матеріально-технічних ресурсах. Замість арматурної сітки в стінах що зводяться, застосовується каркас з ЛСТК. Усі профілі можуть виготовлятися з гладкими та рифленими полицями. Профілі виготовляються мірної довжини від 3,0 до 4,0 м із кратністю 0,1 м. Товщина сталі має бути від 0,4 до 1,5 мм із кратністю 0,05 мм. Стійкові профілі «ПС» та напрямні «ПН» наведені на рисунку 5.15.

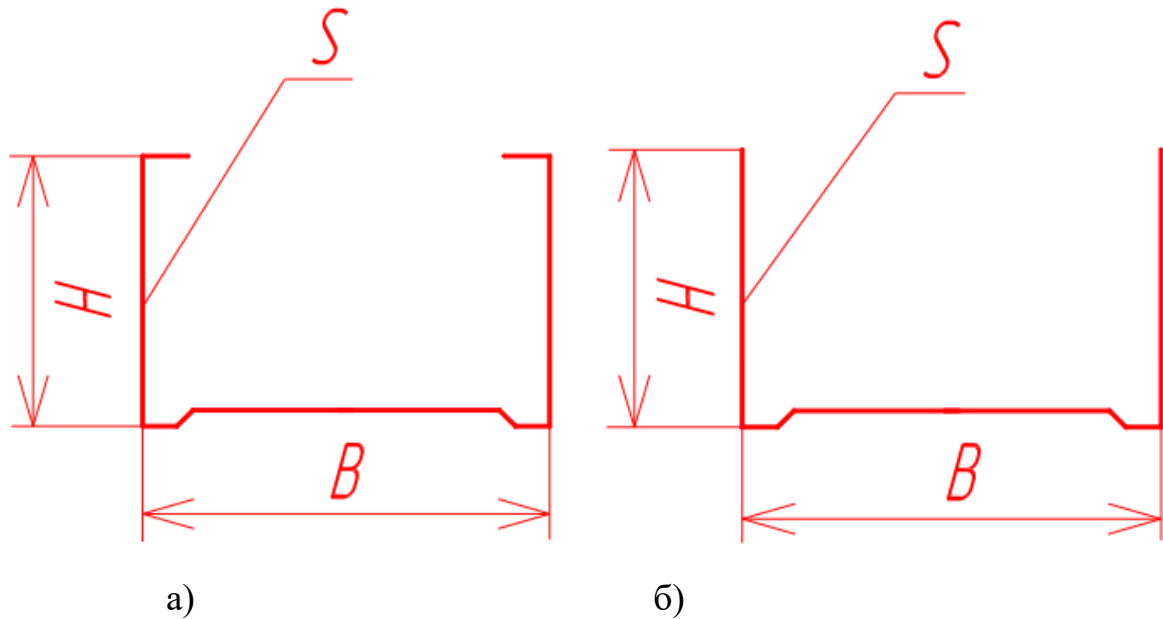


Рис. 5.15 – Стійкові та напрямні профілі: а – профіль стійковий «ПС», б – профіль напрямний «ПН».

Для зведення огорожувальних конструкцій таунхаусів використовується профіль «С 300×2,0-87/18-87/18» (в роботі прийнята скорочена назва «С-300») Висота перерізу $B = 300$ мм, ширина верхньої/нижньої полки перерізу $H = 87$ мм, висота відгину $C = 18$ мм, номінальна товщина профілю: $S = 2$ мм.

Транспортування пачок (блоків) профілів проводиться будь-яким видом транспорту відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на транспорті цього виду.

При транспортуванні та зберіганні профілю допускається розміщення їх у кілька ярусів, але не більше ніж у 3 яруси. Пачки (блоки) профілів під час транспортування повинні бути закріплені та надійно захищені від переміщення.

Елементи кріплення. Для складання каркаса внутрішніх та зовнішніх стін будівлі, а також кріплення до них облицювальних матеріалів використовуються самонарізні гвинти двох типів:

- самонарізні гвинти зі свердловим кінцем та шестигранною головкою з прес-шайбою (тип 1), що зображено на рисунку 5.9;
- самонарізні гвинти зі свердловим кінцем та плоскою головкою (тип 2), що зображено на рисунку 5.10.

Гвинти оцинковані самонарізні зі свердловим кінцем та шестигранною головкою з прес-шайбою (тип 1) застосовуються для кріплення профілів до товстостінного металу профілів та для кріплення профілів між собою.

Гвинти оцинковані самонарізні зі свердловим кінцем та плоскою головкою (тип 2) застосовуються для кріплення профілів між собою.

Технічні характеристики самонарізних гвинтів наведено в таблиці 5.3.

Перелік матеріально-технічних ресурсів необхідних для зведення огорожувальних конструкцій комплексу таунхаусів з використанням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.3 – Технічні характеристики самонарізних гвинтів

Тип гвинта	Діаметр/ Довжина	Товщина скріплюваних матеріалів, мм	Діаметр головки, В, мм	Діаметр d1, мм	Діаметр d2, мм	Покрит -тя
Самонарізний гвинт із шестигр., голівкою та прес-шайбою (тип 1).	5,5/19	7,0	9,5	-	5,5	Цинк
Самонарізний гвинт із плоскою (або конічною) головкою (тип 2).	4,8/19	4,0	9,5	3,8	4,8	Цинк

Таблиця 5.4 – Відомість матеріально-технічних ресурсів необхідних для зведення огорожувальних конструкцій комплексу таунхаусів

№ п/п	Найменування матеріалу, виробу	Од. вим.	Кількість
1	Профіль стійковий С-300	т	2,33
2	Самонарізний гвинт з свердловим кінцем	тис. шт.	163
3	ЦСП (з обох сторін)	м ²	6516
4.	Пінополістиролбетон	м ³	399

Перелік (на 1 ланку) необхідних машин, механізмів, обладнання, технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристосувань необхідних для зведення огорожувальних конструкцій комплексу таунхаусів з використанням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Відомість необхідних машин, механізмів, обладнання, технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристосувань необхідних для зведення огорожувальних конструкцій комплексу таунхаусів (на 1 ланку)

№	Найменування	Призначення	Основні технічні характеристики	Кількість
1	Автомобіль вантажний	Переміщення матеріалів	Вантажопідйомність 10,0 т	1
2	Контрольна рійка	Вимірювальні роботи	Довжина 2 м	2
3	Шурупокрут	Закріпні роботи		2
4	Дриль	Свердління		2
5	Нівелір	Засіб вимірювання		2
6	Рулетка	Засіб вимірювання	Від 0 до 5000 мм	3
7	Каска	Засіб захисту		6 пар
8	Засіб вимірювання	Засіб захисту		6 пар
9	Захисні окуляри	Засіб захисту		6 пар
10	Спецвзуття	Засіб захисту		6 пар
11	Стаціонарний бетононасос	Подача бетонної суміші	Продуктивність 50 м ³ /год.	1
12	Автобетонозмішувач	Транспортування бетонної суміші	Об'єм - 10 м ³	2

Техніко-економічні показники технологічної карти (табл. 5.6) складено на основі графіку виконання робіт (додаток А) та відомості обсягів робіт (табл. 5.2).

Таблиця 5.6 – Техніко-економічні показники технологічної карти

№	Найменування показника	Один. вим.	Кількість
1	Витрати праці робітників	люд.-год	14249,23
2	Витрати машинного часу		38,45
3	Заробітна плата робітників	тис. грн.	1274,34
4	Заробітна плата механізаторів		16,03
5	Тривалість робіт	дн.	31
6	Виробіток одного робітника за день	м ² / люд.-год	0,04
7	Витрати праці на одиницю виміру	люд.-год/м ²	21,85
8	Вартість праці на одиницю виміру	тис. грн/м ²	2,303

Вимоги до якості та приймання робіт.

Схеми операційного контролю якості виконання робіт зі зведення огорожувальних конструкцій таунхаусів з використанням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» наведені в таблицях 5.7 та 5.8.

Таблиця 5.7 – Схема операційного контролю якості встановлення каркасів з ЛСТК

Контрольовані операції	Вимоги	Способи та засоби контролю	Хто і коли контролює	Хто залучається до контролю
1	2	3	4	5
Очищення поверхні фундаменту від пилу та бруду				
Очищення поверхні	Відсутність пилу, бризок.	Візуально	Монтажник 1,2,3,4 р.	Інженер технічного нагляду
Збір конструкцій ЛСТК				
Складання конструкцій	Звірка з планом	За нумерацією елементів	Те саме	Те саме та представники авторського нагляду
Скріплення елементів каркасу	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
Встановлення конструкцій ЛСТК				

Продовження таблиці 5.7

Встановлення конструкцій ЛСТК	Відповідно до плану	Метр, візуально	Те саме	Те саме
Перепад між двома суміжними елементами	Не більше 1 мм	Змін. метром, лінійкою, щупом 1 мм	Те саме	Те саме

Таблиця 5.8 – Схема операційного контролю якості встановлення незнімної опалубки та бетонування пінополістиролбетонною сумішшю

Етапи робіт	Контрольовані операції	Контроль (метод, обсяг)	Документація
Підготовка роботи	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильність установки і надійність закріплення ЦСП; - перепад між двома суміжними плитами ЦСП; - ширину шва між плитами ЦСП; - кількість та місця встановлення дюбелів; - підготовленість всіх механізмів і пристосувань, що забезпечують виробництво бетонних робіт; - відповідність позначки основи вимогам проекту; - чистоту підстави або раніше укладеного шару бетону; - стан ЛСТК та кріплень у відповідності до проекту; - виноску проєктної позначки верху бетонування на внутрішню поверхню опалубки. 	<p>Технічний огляд</p> <p>Візуальний</p> <p>Вимірювальний</p> <p>Візуальний</p> <p>Технічний огляд, вимірювальний</p> <p>Вимірювальний</p>	<p>Загальний журнал робіт, акт обстеження прихованих робіт</p>

Продовження таблиці 5.8.

Уклада ння бетонн ої суміші , твердін ня бетону	контролювати: - якість бетонної суміші; - стан опалубки з ЦСП; - висоту скидання бетонної суміші, товщину укладених шарів, правильність виконання робочих швів; - температурно-вологісний режим твердіння бетону; - фактичну міцність бетону.	Лабораторний Технічний огляд Вимірюваль ний, 2 рази на зміну Вимірюваль ний, Те ж	Загальний журнал робіт
Прийма ння викона них робіт	Перевірити: - фактичну міцність бетону; - якість поверхні незнімної опалубки; - якість матеріалів, що застосовують; - геометричні розміри, відповідність конструкції робочим схемам.	Лабораторний Візуальний те ж Вимірювальни й, кожен елемент конструкції	Загальний журнал робіт, акт приймання виконани х робіт
Контрольно-вимірювальний інструмент: схил будівельний, теодоліт, рулетка, лінійка металева, нівелір, 2-х метрова рейка.			
Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), інженер лабораторного поста в процесі виконання робіт. Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представник технагляду замовника			

Контроль виконання та приймання будівельних робіт супроводжується створенням та веденням документації, визначеної [150-152] та іншими діючими нормативними документами України в галузі будівництва.

Техніка безпеки. При виконанні суміжних робіт (стропування, доставка будівельних матеріалів на місце проведення робіт) монтажники 2-го розряду повинні мати такелажні посвідчення з кваліфікацією не нижче 2-го розряду.

При доставці бетону автобетонозмішувачами необхідно дотримуватися таких вимог: під час руху автобетонозмішувача бетонщики повинні знаходитися на узбіччі дороги в полі зору водія; розвантаження автобетонозмішувача варто робити тільки при повній його зупинці.

Опалубні і монолітні роботи повинні проводитися персоналом, які мають відповідну кваліфікацію і пройшли інструктаж по техніці безпеки, під керівництвом і наглядом інженерно-технічного працівника (майстра або виконроба).

Перевірка якості установки і кріплення незнімної опалубки проводиться щодоби. Всі виявлені невідповідності повинні усуватися негайно.

Якщо роботи виконуються на похилій поверхні з кутом більше 20 градусом до горизонту, робітники повинні користуватися страхувальними поясами.

Забороняється розміщення на опалубці для монолітного будівництва і риштованні матеріалів, інструменту та обладнання, які не передбачені проектом і технологією виконання робіт. Перебування на незнімній опалубці людей, які не беруть безпосередньої участі в монолітних і опалубних роботах, також заборонено.

При проведенні робіт необхідно користуватись вимогами [150-152] та інших діючих нормативних документів України у галузі будівництва.

Обладнання, інструмент та механізми, які необхідні для влаштування огорожувальних конструкцій таунхаусів з використанням рішення патент UA 149402 «Стіна будівлі» повинні бути зручними та безпечними; використовуватись згідно їх інструкцій та технічних регламентів.

5.4. Впровадження результатів дослідження в умовах будівельного виробництва

Результати дисертаційного дослідження використано в умовах реального будівельного виробництва на декількох підприємствах та об'єктах.

Суб'єктом господарювання ОК «ГРАНІТ» були використані результати дисертаційного дослідження при здійсненні пошуку найбільш ефективних рішень зведення житлових будинків житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки за адресою: м. Одеса, вул. Дача Ковалевського 121. Впровадження розроблених рекомендацій дозволило значно знизити загальну вартість (на 14-19 %) та тривалість (на 30-35 %) зведення житлових будинків. Суттєво скорочено трудомісткість виконання робіт (на 25 %) зі зведення зазначених житлових будинків за рахунок використання розробленого та запатентованого конструктивно-технологічного рішення – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Суб'єктом господарювання ОК «ГРАНІТ» були використані результати дисертаційного дослідження. Розроблені рекомендації розглянуто на технічній раді даного підприємства. Прийнято рішення впровадити розроблені за результати дисертаційного дослідження рекомендації у виробничу діяльність підприємства. А саме використовувати рекомендації для:

- пошуку найбільш ефективних конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових будівель;
- пошуку найбільш ефективних організаційно-технологічних моделей процесів зведення житлових комплексів.

Суб'єктом господарювання ТОВ «ДЮМОНТ КОРПОРЕЙШН» були використані результати дисертаційного дослідження. Розроблені рекомендації розглянуто на технічній раді даного підприємства. Прийнято рішення впровадити розроблені за результати дисертаційного дослідження рекомендації у виробничу діяльність підприємства. А саме використовувати рекомендації для:

- пошуку найбільш ефективних конструктивно-технологічних рішень зведення будівель ресторанного комплексу у м. Вілкове «Кемпінг»;
- пошуку найбільш ефективних організаційно-технологічних моделей процесів зведення житлових комплексів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені на двох типах будівель. При будівництві багатоповерхових будівель з монолітним залізобетонним каркасом зовнішні та внутрішні стіни влаштовувались відповідно до патенту «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847) (з пінополістиролбетону в незнімній опалубці по каркасу з ЛСТК. З внутрішньою опалубкою – 2-ма шарами вологостійких гіпсокартонних листів та зовнішньою – пінополістирольних плит товщиною 100 мм).

При будівництві 3-х поверхових таунхаусів та котеджного містечка «Сухий лиман» в м. Одеса усі огорожувальні конструкції влаштовувались за допомогою конструктивно-технологічних рішень: патент «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847) та «Стіна будівлі» (UA 149402). Ці конструкції є не лише огорожувальними, а й несучими.

Довідки, що підтверджують апробацію та впровадження результатів дослідження наведені в додатку Б. Повний список публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів досліджень наведено в додатку В.

На рисунку 5.16 зображено фотографії використання розроблених та запатентованих рішень на реальних об'єктах (багатоповерховий житловий будинок та 3-поверхові таунхауси) в м. Одеса (ЖК «Авіньйон») та в передмісті Одеси (біля Сухого лиману).



Рис. 5.16 – Фотофіксація застосування розроблених та запатентованих рішень в умовах будівельного виробництва на різних об'єктах

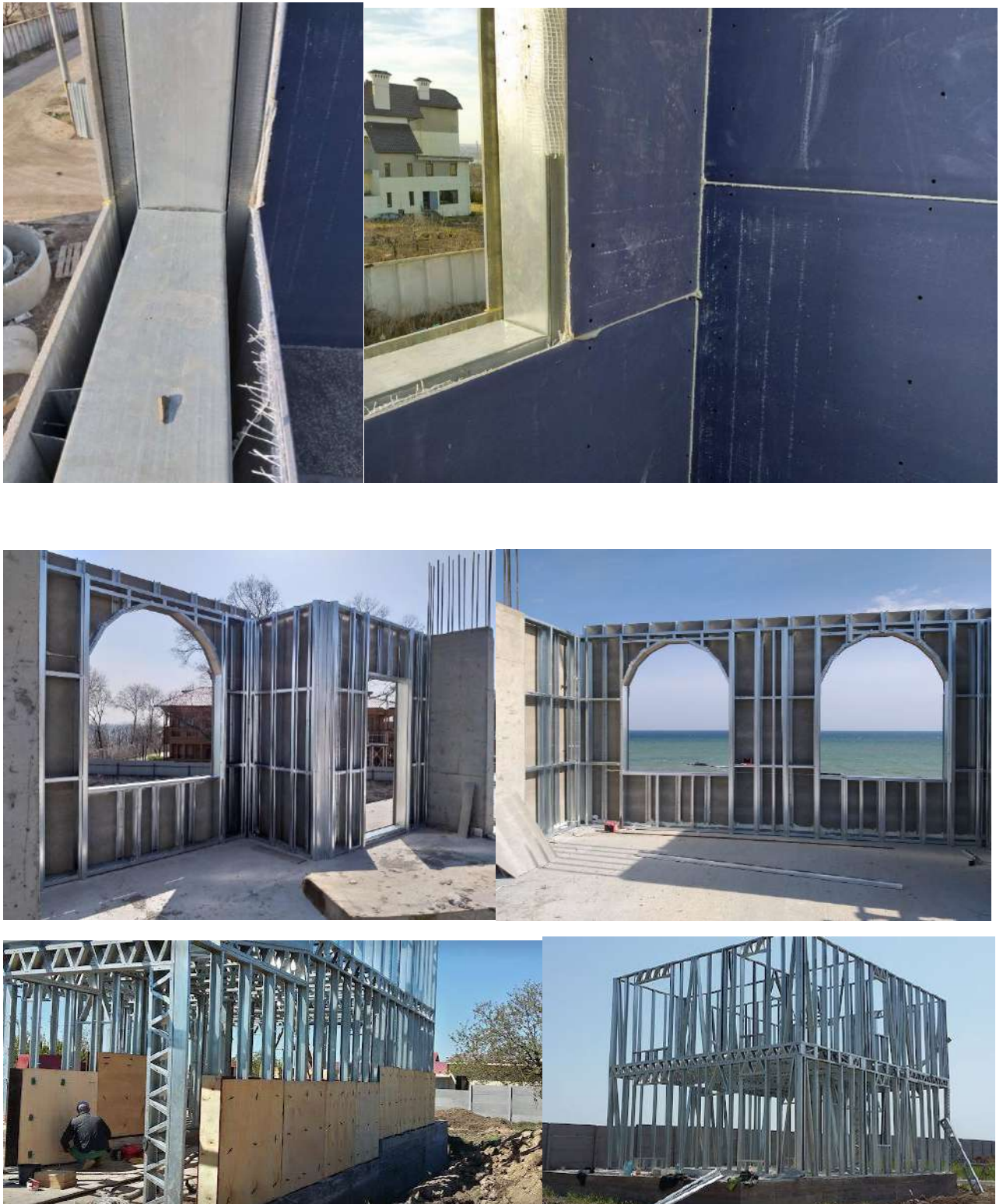


Рис. 5.16 – Фотофіксація застосування розроблених та запатентованих рішень в умовах будівельного виробництва на різних об'єктах (продовження)

5.5. Перспективні напрямки проведення досліджень

Отримані результати досліджень дозволяють визначити перспективні напрямки та є базисом для подальшої наукової роботи у сфері зведення житлових будівель з використанням незнімної опалубки.

Виділено наступні напрямки подальших досліджень.

1. Розробка нових та вдосконалення існуючих рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з незнімної опалубки з урахуванням отриманих результатів досліджень. Визначення ступеню їх ефективності та дослідження фізико-механічних характеристик.

2. Пошук найбільш ефективних моделей зведення громадських будівель з використанням незнімної опалубки.

3. Продовження досліджень по впровадженню отриманих результатів в освітній процес, наукову роботу та будівельне виробництво.

Висновки за розділом 5

1. Результати досліджень впроваджено в освітній процес та наукову роботу Одеської державної академії будівництва та архітектури при розробці навчально-методичного забезпечення, проведенні науково-технічних досліджень за договором та складанні заявок на національні гранти на науково-дослідні роботи.
2. Рекомендації, що розроблені в роботі, дозволяють визначити найбільш ефективні рішення зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки та урахуванням діючих обмежень.
3. Основні результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію та отримали позитивний відгук на наукових конференціях, запатентовані та знайшли своє відображення в наукових статтях, в тому числі у фахових виданнях, зареєстрованих в бюлетені ВАК України:
 - 1 стаття у наукометричній базі даних Scopus (яке є одночасно і фаховим виданням України, зареєстрованим в бюлетені ВАК України та індексується у наукометричній базі даних Index Copernicus);
 - 3 статті у фахових виданнях України, зареєстрованими в бюлетені ВАК України (дві з яких індексуються у наукометричній базі даних Index Copernicus).
 - 3 виступи на конференціях з публікацією тез доповідей;
 - 4 додаткові публікації (2 патенти на корисну модель, 1 посібник та 1 монографія).
4. За результатами досліджень виконано технологічну карту на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням найбільш ефективного конструкторно-технологічного рішення - патент UA 149402 «Стіна будівлі».
5. Ефективність використання результатів дисертаційного дослідження підтверджена позитивною практикою їх впровадження в діяльність ряду

будівельних підприємств (ОК «ГРАНІТ» та ТОВ «ДІОМОНТ КОРПОРЕЙШН») на декількох об'єктах.

6. Отримані результати досліджень дозволили визначити перспективні напрямки подальшої наукової роботи у сфері пошуку ефективних рішень зведення нових будівель з використанням незнімної опалубки.
7. Основні результати цього розділу викладені в роботах [14, 67, 122, 125, 146-148].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У відповідності до основного наукового завдання в роботі визначено найбільш ефективні організаційно-технологічні рішення будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки.

1. Аналіз відкритих інформаційних джерел дозволив визначити, що:
 - на сучасному будівельному ринку існує багато конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій будівель з використанням незнімної опалубки, які можливо застосувати при будівництві житлових комплексів;
 - за допомогою використання сучасних програмних комплексів (наприклад, Microsoft Excel, Microsoft Project, COMPEX, АВК-5) та відомих методик (багатокритеріального аналізу, експериментально-статистичного моделювання тощо) можливо визначити найбільш ефективні рішення будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки;
 - для великих (масштабних) проєктів як правило фінансування здійснюється пайовим або змішаним методом. Ці методи можливо розглядати в подальших дослідженнях ефективності зведення житлових комплексів.
2. Розроблені загальна методика та методи вирішення окремих задач дозволяють досягти поставленої мети досліджень, а саме:
 - методика багатокритеріального аналізу визначити ефективність конструктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки (за допомогою спеціалізованого функціоналу програмного комплексу Microsoft Excel);
 - методи створення економічних моделей та організаційно-технологічних моделей зведення житлових комплексів в програмних комплексах АВК-5 та Microsoft Project дозволили провести чисельне моделювання будівництва житлового комплексу згідно обраного плану експерименту;

- методика проведення експериментально-статистичного моделювання комплексного процесу зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки в програмному комплексі COMPEX дозволила виявити закономірності зміни основних показників ефективності.
3. Проведений багатокритеріальний аналіз 12-ти контруктивно-технологічних рішень зведення огорожувальних конструкцій житлових комплексів з використанням незнімної опалубки за 8 критеріями дозволив обрати найбільш ефективне рішення – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».
 4. Експериментально-статистичне моделювання, на прикладі зведення житлового комплексу «Авіньйон» з використанням незнімної опалубки, дозволило виявити, що при варіюванні факторного простору (значень факторів «суміщеність робіт X_1 » $X_1 = 74,61 \dots 85,21$ % та «кількість робочих годин на тиждень X_2 » $X_2 = 40 \dots 80$ годин) згідно з обраним планом експерименту основні показники ефективності змінюються наступним чином:
 - «тривалість будівництва (Y_1)» з 272 до 958 днів;
 - «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» з 16,316 млн. грн. до 56,744 млн. грн. на місяць;
 - «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» з 17,327 млн. грн. до 61,173 млн. грн. на місяць;
 - «вартість будівництва (Y_3)» 514,483 млн. грн. до 521,007 млн. грн.;
 - «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» 632,485 млн. грн. до 805,268 млн. грн.;
 - «рентабельність Y_4 » від 11,39 % до 41,82 %.
 5. За результатами аналізу отриманих закономірностей та проведеної оптимізації (шляхом введення діючих обмежень) визначено найбільш ефективну організаційно-технологічну модель (графік виконання робіт) зведення житлового комплексу з використанням незнімної опалубки.

Вона отримана при поєднанні факторів: суміщеність робіт (X_1) та «кількість робочих годин на тиждень (X_2)» відповідно на значеннях $X_1 = 85,21\%$ та $X_2 = 80$ год. При цьому значення показників ефективності складають:

- «тривалість будівництва (Y_1)» $Y_1 = 272$ дні;
- «середня інтенсивність фінансування ($Y_{2,1}$)» та «максимальна інтенсивність фінансування ($Y_{2,2}$)» відповідно $Y_{2,1} = 56,744$ млн. грн./міс. та $Y_{2,2} = 61,173$ млн. грн./міс.;
- «вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів ($Y_{3к}$)» $Y_{3к} = 632,485$ млн. грн.;
- «рентабельність (Y_4)» будівництва $Y_4 = 41,82\%$.

6. За результатами розрахунку техніко-економічної ефективності проведеного чисельного моделювання та оптимізації визначено, що у порівнянні з базовим (проектним) рішенням: тривалість будівництва житлового комплексу знижено на $71,6\%$; середню та максимальну інтенсивність фінансування підвищено відповідно на $71,2\%$ та $71,7\%$; загальну вартість будівництва з урахуванням залучення кредитних коштів знижено на $21,5\%$; рентабельність будівництва підвищено з $11,39\%$ до $41,82\%$.

7. Матеріали дисертаційного дослідження пройшли апробацію шляхом їх публікування в 11 друкованих роботах та виступах на наукових конференціях (зокрема, 2 патенти на корисну модель, 1 посібник та 1 монографія). За результатами досліджень розроблено та отримано 2 патенти на корисну модель («Стіна будівлі» (UA 149402) та «Система каркасної незнімної опалубки» (UA 154847)), рекомендації для пошуку найбільш ефективних рішень зведення житлових комплексів з використанням незнімної опалубки та технологічну карту на влаштування огорожувальних конструкцій 3-х поверхових таунхаусів з використанням

найбільш ефективного контруктивно-технологічного рішення - патент UA 149402 «Стіна будівлі».

8. Ефективність використання результатів дисертаційного дослідження підтверджена позитивною практикою їх впровадження в діяльність будівельних підприємств ОК «ГРАНІТ» та ТОВ «ДЮМОНТ КОРПОРЕЙШН». Результати досліджень впроваджено в освітній процес та наукову роботу Одеської державної академії будівництва та архітектури при розробці навчально-методичного забезпечення, проведенні науково-технічних досліджень за договором, розробці та публікації двох патентів на корисні моделі й складанні заявок на національні гранти на науково-дослідні роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Почапський М.Д., Бутнік С.В., Помазан М.Д. Перспективи збірно-монолітного будівництва для віднолвлення об'єктів в Україні. *Будівельне виробництво*. 2022. Вип. 74. С. 35-41.
2. Житловий фонд за регіонами. *Державна служба статистики України* : веб-сайт. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/zf/zf_reg/arh_zf_reg_u.htm (дата звернення 20.08.2023).
3. Обсяг виробленої будівельної продукції за видами. *Державна служба статистики України* : веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 20.08.2023).
4. Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію за видами. *Державна служба статистики України* : веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 20.08.2023).
5. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. На заміну ДБН В.2.2-15-2005, ДБН В.3.2-2-2009; чинний від 2019-12-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 41 с.
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. На заміну ДБН В.2.6-31:2016 ; чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022, 23 с.
7. Менейлюк О. І., Дубельт Т. М., Менейлюк І. О. Інновації в будівництві та реконструкції : монографія. К.: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2018. 650 с.
8. Савйовський В. В. Реконструкція будівель та споруд: навчальний посібник. Київ: Ліра-К, 2018. 320 с.
9. Жван В. Д. Технологія будівельного виробництва в житловокомунальному господарстві: навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2010. 316 с.

10. Клименко Є. В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: навч. посібник. Київ : «Центр навчальної літератури», 2004. 304 с.
11. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва. Харків: ХНУМГ, 2016. 410 с.
12. Технологія будівельного виробництва / Лівінський О. М. та ін. К.: УАН «МП Леся», 2017. 591 с.
13. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд: підручник / Бабаєв В.М. та ін. / за ред. Е. А. Шишкіна, О. В. Завального. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 404 с.
14. Стіна будівлі: пат. 149402 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № и 2021 00397 ; заявл. 02.02.2021 ; опубл. 17.11.2021, Бюл. № 46. 6 с.
15. А.В. Ковров, О.І. Менейлюк, Т.М. Дубельт, А.Ф. Петровський. Інновації в будівництві та реконструкції : монографія. К.:ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2022. 650 с.
16. Як зробити саморобну незнімну опалубку з пінополістиролу. *ВІК БУД* : веб-сайт. URL: <https://vikbud.ua/news/korisna-informatsiya/nesemnaja-opalubka-iz-penopolistirola-dlja-fundamenta-svoimi-rukami> (дата звернення 10.11.2023).
17. Незнімна опалубка з пінополістиролу для будівництва. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/neznimna-opalubka-z-pinopolistirolu-dlja.html> (дата звернення 10.11.2023).
18. Технологія Ізодім: пінополістирольна незнімна опалубка в монолітному домобудівництві. URL: <http://budivnictvo.blogspot.com/2010/07/blog-post.html> (дата звернення 10.11.2023).
19. Незнімна бетонна опалубка для фундаменту з полістиролбетону. *Інтернет-ресурс jak.koshachek.com* : веб-сайт. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/neznimna-betonna-opalubka-dlja-fundamentu-z.html> (дата звернення 10.11.2023).

20. Цей хитрий симпролит. *Интернет-ресурс jak.koshachek.com* : веб-сайт. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/cej-hitrij-simprolit.html> (дата звернення 10.11.2023).

21. Симпролит (блок полістиролбетону). *Simprolit* : веб-сайт. URL: <https://www.simprolit.com/> (дата звернення 10.11.2023).

22. Блоки з тирси і цементу. *Будівельний портал «економбуд»* : веб-сайт. URL: <http://economstroy.com.ua/stroitelnuypomochn/879-blokuzytysyiment.html> (дата звернення 10.11.2023).

23. Переваги та недоліки блоків з тирси та цементу. *Знаю.укр* : веб-сайт. URL: <https://знаю.укр/perevagi-ta-nedoliki-blokv-z-tirsi-ta-cementu> (дата звернення 10.11.2023).

24. Технологія будівництва будинку з незнімної опалубки своїми руками. *Своїми руками - як зробити самому* : веб-сайт. URL: <https://kak-svoimi-rukami.com/uk/2010/03/tehnologiya-stroitelstva-doma-iz-nesemnoj-opalubki-svoimi-rukami/> (дата звернення 10.11.2023).

25. Калініна Т. А., Калінін А. А., Руссий В. В., Маньківська Д. А. Використання сталевібробетону в будівельних конструкціях. *Нові матеріали і технології у будівництві*: збірка студентських наукових праць ХХІХ всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених 28-29 травня 2019 року. Одеса: ОДАБА, 2019. С. 218-221.

26. Незнімна опалубка. PLSATBAU. *База ni.biz.ua* : веб-сайт. URL: http://ni.biz.ua/9/9_10/9_101710_nes-emnaya-opalubka.html (дата звернення 10.11.2023).

27. Ю.О. Чугуй, В.В. Аносова. Технологія будівництва будинків за допомогою незнімної опалубки. *Наукові записки*. 2015. Вип. 17. С. 33-37.

28. Будівництво за технологією пластбау. *Будівельний портал України "Мій ремонт"* : веб-сайт. URL: <http://www.myremont.in.ua/2578-Stroitelstvo-domov-kottedzhey-dach-gostinits-pod-klyuch/12689/View-details.html> (дата звернення 10.11.2023).

29. Опалубка Plastbau. *WALL PLASTBAU* : веб-сайт. URL: <https://www.poliespanso.com/muro-plastbau-3.php> (дата звернення 10.11.2023).
30. Незйомна опалубка – ще один спосіб спростити будівництво. *Kingdom*: веб-сайт. URL: <https://kingdom.com.ua/uk/stroitelstvo-ua/steny-ua/monolit-ua/nes-emnaya-opalubka-ua> (дата звернення 10.11.2023).
31. Технологія ТІБЕ. Будуємо будинок самі. *TISE* : веб-сайт. URL: <http://tise.com.ua/> (дата звернення 10.11.2023).
32. Технологія будівництва ТІБЕ. Портал *jak.waykun.com* : веб-сайт. URL: <https://jak.waykun.com/articles/perestavna-opalubka-tise-oficijnij-sajt-kompanii.html> (дата звернення 10.11.2023).
33. Переваги опалубки ТІСЕ і правила її використання при будівництві. Портал «*Remontu.com.ua*» : веб-сайт. URL: <https://remontu.com.ua/perevagi-opalubki-tise-i-pravila-vikoristannya-pri-budivnictvi> (дата звернення 10.11.2023).
34. Будівельна система VELOX. *VELOX* : веб-сайт. URL: <https://ua.waykun.com/articles/tehnologija-velox.php> (дата звернення 10.11.2023).
35. Опалубка Velox. *VELOX. BAU-SYSTEME* : веб-сайт. URL: <https://icfsystems.co.uk/> (дата звернення 10.11.2023).
36. Durisol тирсоцементний блок. *Rockwool* : веб-сайт. URL: <https://www.rockwool.com/north-america/advice-and-inspiration/case-studies/durisol-case-study/> (дата звернення 10.11.2023).
37. Магnezитова плита незнімна опалубка СМЛ. *ТОВ "УКРЕНЕРГОВЕКТОР"* : веб-сайт. URL: <https://mgo.kiev.ua/ua/articles-int/opalubka-stat.html> (дата звернення 10.11.2023).
38. Fasching S., Stoiber M., Rath M., Kollegger J. On the completion of single-panel semi-precast walls with in-situ concrete. *Zur Ortbeton-Ergänzung einschaliger Halbfertigteilwände, Beton- und Stahlbetonbau*. 2021. Vol. 116 (12). P. 958–968.

39. Harapin A., Ostojić-škomrlj N., Čubela D. A. Case study on construction technology for the reinforced concrete dome of the višnjik sports hall. *Zadar, Croatia, International Review of Civil Engineering*. 2018. Vol. 9 (4). P. 131–140.

40. Meneiliuk A., Kyryliuk S., Cherepashchuk L. Development of cost-effective enclosing structures with high heat transfer resistance. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 258. P. 9.

41. Бабиченко В.Я., Кирилук С.В., Черепашук Л.А. Застосування залізобетонної тонкостінної опалубки в гідротехнічних спорудах. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 58. С. 61-64.

42. Бабиченко В.Я., Кирилук С.В., Черепашук Л.А. Удосконалена технологія улаштування незнімної опалубки із тонкостінних залізобетонних елементів. *Всеукраїнський науково-технічний та промисловий журнал. Будівельні матеріали та вироби*. 2015. № 1 (88). С.12-13.

43. Бабиченко В.Я., Кирилук С.В., Черепашук Л.А. Влаштування тонкостінної залізобетонної опалубки. *Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві»*. 2015. № 2 (19). С. 52-55.

44. Енергоефективні огорожувальні стінові монолітні конструкції будівель та споруд / В.Я. Бабиченко та ін. *Будівельні конструкції*. 2014. Вип. 80. С. 37-41.

45. Енергоефективні тришарові стінові монолітні конструкції з тонкостінних залізобетонних елементів / В.Я. Бабиченко та ін. *Науково-технічний, виробничий та інформаційно-аналітичний журнал: Наука та будівництво*. 2016. № 2 (8). С. 35-37.

46. Менейлюк О. І. , Черепашук Л. А., Олійник Н. В. Аналіз нових конструктивних рішень енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій. *Науковий журнал "Молодий вчений"*. 2018. №1 (53). С. 435-439.

47. Менайлюк О.І., Черепащук Л.А., Олійник Н.В. Енергоефективні огорожувальні стінові конструкції з використанням пінополістиролу. *Науково-практичний журнал. Екологічні науки*. 2018. № 1 (20) С. 71-73.

48. Менайлюк О.І., Черепащук Л.А., Федоренко П.П. Нові технології зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій. *Науково-техн. журнал. Нові технології в будівництві*. 2017. № 33. С. 50-54.

49. Менайлюк А.І., Черепащук Л.А. Нові конструктивні рішення енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій. *Досягнення і проблеми сучасної науки* : збірник наукових матеріалів XVI Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції 22 січня 2018 р. Вінниця, 2018. С. 80-88.

50. Менайлюк О.І., Черепащук Л.А., Федоренко П.П. Нові технології зведення енергоефективних огорожувальних конструкцій. *Нові технології в будівництві* : тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції 24-26 травня 2017 р. Київ: НДІБВ, 2017. С. 116.

51. Рашид Д. Ш. Енергоресурсозберігаюча технологія зведення будівель в незнімній теплоізоляційній опалубці. *Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 3 (113). С. 25-27.

52. Розвиток новітніх технологій та обладнання щодо виконання торкрет-бетонних робіт / Бабиченко В.Я. та ін. *Науково-техн. журнал. Нові технології в будівництві*. 2016. № 31. С.50-55.

53. Бетон, що самоущільнюється, як основа металокомпозитних конструкцій / Гараджа І.М. та ін. *Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 3 (119). С. 55-62.

54. Альохіна Е. А. Оцінка конкурентоспроможності стінових панелей з арболіту для малоповерхових будівель. *Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 3 (119). С. 43-46.

55. Фаренюк, Г. Г. Теплові аспекти надійності огорожувальних конструкцій. *Будівництво України*. 2009. № 8. С. 28-30.

56. Meneulyuk A.I, Cherepaschuk L.A. Establishment of energy efficient wall constructions. *ScienceMaxIII* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференція 27 квітня 2018 р. м. Краматорськ. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С.10-14.

57. Investigation of the construction and installation works cost of at the construction of energy efficient buildings / Meneulyuk A.I. and other. *Millennium Innovations in Science* : proceedings of VI International scientific conference March 30, 2018. London : SI Universum, 2018. P. 4-9

58. Fudge J., Brown S. Prefabricated modular concrete construction. *Building engineer*. 2021. Vol. 86 (6). P. 20-21.

59. Багатошарова стінова панель: пат. 115636 U Україна : E04C 2/34. № u2016 10618 ; заявл. 21.10.2016 ; опубл. 25.04.2017, Бюл. №8. 6 с.

60. Багатошарова огорожувальна стінова конструкція: пат. 115637 U Україна : E04B 1/00, E04B 1/76, E04C 2/26. № u2016 10621 ; заявл. 21.10.2016 ; опубл. 25.04.2017, Бюл. №8. 6 с.

61. Багатошарова стіна: пат. 115638 U Україна : E04B 2/42. № u2016 106221 ; заявл. 21.10.2016 ; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 8. 6 с.

62. Багатошарова стіна: пат. 123123 U Україна : E04B 2/42, E04B 1/78. № u2017 08822 ; заявл. 04.09.2017 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3. 8 с.

63. Багатошарова стінова панель: пат. 123124 U Україна : E04B 2/42. № u2017 08823 ; заявл. 04.09.2017 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3. 8 с.

64. Багатошарова стіна: пат. 123125 U Україна : E04B 2/42, E04B 1/78. № u2017 08824 ; заявл. 04.09.2017 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3. 7 с.

65. Багатошарова стінова панель: пат. 123126 U Україна : E04B 2/42. № u2017 08825 ; заявл. 04.09.2017 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3. 8 с.

66. United States Patent № US 8,978,324 B2. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/a4/89/3a/e1c8c2393af1ee/US8978324.pdf> (дата звернення 10.11.2023).

67. Система каркасної незнімної опалубки: пат. 154847 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u202203576 ; заявл. 26.09.2022 ; опубл. 27.12.2023, Бюл. № 52. 5 с.
68. Менейлюк І. О., Руссий В. В. Багатокритерійний аналіз для вибору рішення укріплення схилу. *Технічні науки та технології*. 2020. Вип. 1, № 19. С. 337-344.
69. Менейлюк О. І., Никифоров О. Л. Методичні вказівки з дисципліни «Інновації в будівництві». Одеса: ОДАБА, 2018. 54 с.
70. Менейлюк О. І., Чернов І. С. Вибір ефективних організаційно-технологічних рішень зведення житлових будівель. *Будівельне виробництво*. 2012. № 54. С. 98-100.
71. Оптимізація організаційно-технологічних рішень реконструкції висотних інженерних споруд / О.І. Менейлюк та ін. К.: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2016. 332 с.
72. Створення зведеної діаграми. Інтернет-портал підтримки Microsoft Office. URL: <https://is.gd/cYwZi1> (дата звернення 26.01.2021).
73. Створення зведеної таблиці із зовнішнього джерела даних. Інтернет-портал підтримки Microsoft Office. URL: <https://is.gd/Sbs0FZ> (дата звернення 26.01.2021).
74. Kowalski, S. M., Borrer, C. M., Montgomery, D. C. A Modified Path of Steepest Ascent for Split-Plot Experiments. *Journal of Quality Technology*. 2005. Vol. 37. P. 75–83.
75. Вознесенский В. А., Ляшенко Т. В. ЕС-моделі «КОНСТАНТ» квазіфундаментальних моделей у комп'ютерному будівельному матеріалознавстві. *Науковий вісник будівництва*. 2007. Вип. 42. С. 39-45.
76. Lee S., Ha M. Customer interactive building information modeling for apartment unit design. *Automation in Construction*. 2013. Vol. 35. P. 424–430.

77. Експериментальні та комп'ютерні дослідження залізобетонних колон за високих температурних впливів / Сур'янінов М.Г. та ін. *Nauka innov.* 2020. Т. 16, № 2. С. 55-61.

78. Optimization of architectural, constructive, organizational and technological decisions of civil construction : monograph / Yevgenii Klymenko and other ; general edition by O. Menejljuk, O. Nikiforov. Riga: Omni Scriptum Publishing, 2019. p. 111.

79. Optimization of the structure of insulating composite materials / Kos Z. and other. *Tehnički glasnik.* 2019. Vol. 13, No. 1. P. 57-62.

80. Goldfarb H. B., Borrer C. M., Montgomery D. C., Anderson-Cook C. M. Using Genetic Algorithms to Generate Mixture-Process Experimental Designs Involving Control and Noise Variables. *Journal of Quality Technology.* 2005. Vol. 37. P. 60-74.

81. Benoist T., Jeanjean A., Rochart G., Cambazard H., Grellier E., Jussien N. Subcontractors scheduling on residential buildings construction sites. *Quentin en Yvelines.* 2006.

82. Kroviakov S., Mishutin A., Chintea L. Multi-criteria optimization of the fiber concretes compositions of rigid pavement. *Механіка та математичні методи.* 2021, Т.3, №1, С.62-71.

83. Kroviakov S., Mishutin A., Chintea L. Multi-criteria optimization of the fiber concretes compositions of rigid pavement. *Механіка та математичні методи.* 2021, Т.3, №1, С.62-71

84. Методичні рекомендації щодо застосування експериментально-статистичних моделей для аналізу та оптимізації складу, технології та властивостей композитних матеріалів на основі лужних в'язучих систем / В. А. Вознесенский и др. Одеса: ОДАБА; К.: НІІВМ, 1996. 105 с.

85. Allen T. T., Yu L., Schmitz J. An Experimental Design Criterion for Minimizing Meta-Model Prediction Errors Applied to a Die Casting Process Design. *Applied Statistics.* 2003. 52. P. 103–117.

86. Арутюнян І. А., Коваленко М. Г. Детерміновані та недетерміновані фактори, що впливають на вихідні умови задач оптимізаційно-організаційних процесів будівельного виробництва. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць* 2020. № 43. С. 59-66.
87. Carlyle W. M., Montgomery D. C., Runger G. C. Optimization Problems and Methods in Quality Control and Improvement. *Journal of Quality Technology*. 2000. Vol. 31. P. 1-17.
88. Fang K. T., Li R., Sudjianto A. Design and Modeling for Computer Experiments. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. 2006. p. 302.
89. Carbonari A., De Grassi M., Di Perna C., Principi P. Numerical and experimental analyses of PCM containing sandwich panels for prefabricated walls. *Energy and Buildings*. 2006. Vol. 38 (5). P. 472-483.
90. Naticchia B., Carbonari A. First numerical and experimental results on active controlled glazed facades. *Proceedings of the 23rd ISARC*. Tokyo, Japan. 2006. P. 698-703.
91. Gerges Samir, N. Y., Balvedi A.M. Numerical simulation and experimental tests of multilayer systems with porous materials. *Appl. Acoust.* 1999. Vol. 58, № 4. P. 403-418.
92. Myers R., Montgomery D. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. 2nd ed. John Wiley & Sons, 2002. 814 p.
93. Chung P. J., Goldfarb H. B., Montgomery D. C. Optimal Designs for Mixture-Process Experiments with Control and Noise Variables. *Journal of Quality Technology*. 2007. Vol. 39. P. 179-190.
94. Shu-Kai S. Fan. Generalized Global Optimization Algorithm for Dual Response Systems. *Journal of Quality Technology*. 2000. Vol. 32. P. 444-456.

95. Drain D., Carlyle W. M., Montgomery D. C., Borrer C. M., Anderson-Cook C. M. A. Genetic Algorithm Hybrid for Constructing Optimal Response Surface Designs. *Quality and Reliability Engineering International*. 2004. Vol. 20. P. 637-650.
96. Мейлюк І. О., Руссий В. В. Чисельне моделювання для вибору рішення укріплення схилу. *Науковий вісник будівництва*. 2020. Вип. 99, № 1. С. 125-131.
97. Levy, Sidney V., Project Management in Construction. 3d ed. McGraw-Hill. 2000. 352 p.
98. Зельцер Р.Я., Беленкова О.Ю., Дубінін Д.В. Інноваційні моделі і методи організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва: монографія. Київ: «МП Леся», 2018. 208 с.
99. Results Of Mathematical Modeling Of Organizational And Technological Solutions Of Effective Use Of Available Resource Of Modern Roofs / I. A. Арутюнян та ін. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 2021. Т. 21, № 1. С. 49-54.
100. Мейлюк І. О., Руссий В. В. Організаційно-технологічне моделювання укріплення схилу. *Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу м. Одеси* : збірка тез доповідей III всеукраїнської науково-практичної конференції 17-18 грудня 2020 року. Одеса: ОДАБА, 2020. С. 162.
101. Тугай О.А. Календарне планування в сучасних умовах. *Зб. наук. праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин»*. 2015. Вип. 34. С. 31-39.
102. Осіпов А. Ф. Адаптивні технологічні системи, що динамічно трансформуються. Методологія проектування організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель: монографія. 2-ге вид. доп. та вип. Київ: ФОП Ямчинський О. В., 2022. 393 с.

103. Науково-теоретична платформа активізації та розвитку будівництва України: монографія / за загальною редакцією І. А. Арутюнян. Запоріжжя: ЗНУ, 2020. 212 с.

104. Планування розміщення і організація будівництва та реконструкції об'єктів доступного житла з урахуванням містоформуєчих особливостей територій великих міст: монографія / Кравчуновська Т.С. та ін. Дніпро: Літограф, 2019. 228 с.

105. Млодецький В.Р. Концепція надійності в організації будівельного виробництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2014. № 4. С.19-24.

106. Ковров А.В., Менайлюк О.І., Нікіфоров О.Л. Шаблон управління будівництвом – нова інформаційно-комунікаційна концепція : монографія. Одеса : ОДАБА, 2021. 165 с.

107. Данченко О. Б., Занора В. О. Проектний менеджмент: управління ризиками та змінами в процесах прийняття управлінських рішень: монографія. Черкаси: ПП Чабаненко Ю. А., 2019. 278 с.

108. Зачко О. Б., Івануса А.І., Кобилкін Д.С. Управління проектами: теорія, практика, інформаційні технології: навч. посібник. Львів: ЛДУ БЖД, 2019. 173 с.

109. Кравчуновська Т.С., Заяць Є.І., Дадіверіна Л.М., Ткач Т.В. Обґрунтування вибору раціонального варіанту організаційно-технологічного рішення спорудження підземної частини висотних будівель при застосуванні методу «вверх-вниз». *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 3. С. 59–67.

110. Kravchunovska T., Zaiats Ye., Kovalov V., Nechepurenko D., Kirnos K. Choosing the rational management of high-rise building construction projects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3, № 3 (105). P. 24–33.

111. Стащук О. В. Форми та методи фінансування будівництва житла: характеристика та перспективи застосування. *Світ фінансів*. 2019. № 3 (60). С. 99-107.

112. Surianinov M.G., Jgalli S., Al Echcheikh El Alaoui Douaa. Numerical modeling of the distribution of snow load on a hyperbolic paraboloid. Theoretical basis. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2021. № 85. P. 43-51.

113. Черепашук Л.А. Визначення зон ефективних будівельних рішень зведення малоповерхових будівель під дією організаційно-технологічних факторів. *Науковий журнал International academy journal «Web of Scholar»*. Vol. 8 (26).

114. Галушко В. О., Бабій І. М., Борисов О. О. Дослідження технології закріплення теплоізоляційного матеріалу у фасадних системах. *Forum International pour le Developpement de l'Education et des Sciences. Actes des conferences dans le forum international pour le developpment de l'education et des science en 2009/ CIES 2009/ FIDES 2009/ PH. D/ THESIS 2009 en langues etrangeres*. Франція : Париж, 2009. С. 128-131.

115. Чернов І. С. Вибір ефективних моделей зведення житлових будівель при фінансовій ситуації, що змінюється: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08. Одеса, 2013. 20 с.

116. Лобакова Л. В. Організаційне моделювання реконструкції будівель при їх перепрофілюванні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08. Одеса, 2016. 21 с.

117. Черепашук Л. А. Зведення малоповерхових будівель з енергоефективними огорожувальними конструкціями: автореф. дис. в 2-х книгах на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08. Одеса, 2018. 24 с.

118. Нікіфоров О.Л. Оптимізація організаційно-технологічних рішень при управлінні підприємствами з будівництва: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08. Одеса, 2018. 290 с.

119. Дубельт Т.М. Організаційно-технологічне моделювання реконструкції житлових будинків перших масових серій: дис. в 2-х книгах на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08. Одеса, 2021. 390 с.

120. Руссий В.В. Оптимізація організаційно-технологічних рішень відновлення пошкоджених цегляних будівель: дис. в 2-х книгах на здобуття ступеня доктор філософії: спец. 192. Одеса, 2023. 984 с.

121. Construction technologies. Final cycle: textbook for higher educational institutions 4th edition, revised and updated / A. Kovrov, O. Meneiliuk, L. Lukashenko, O. Zaitseva, K. Bochevar / edited by O. Meneiliuk. Odessa, "Helvetica" publishing house, 2022. 506 p.

122. Meneilyuk O.I., Kyryliuk S.V., Bochevar K.I. Evaluation of the new constructive-technological solution of the fence structure in the non-removable formwork. *Modern construction and architecture*. 2022. № 2. P. 113-122.

123. Менейлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Огороджувальні конструкції у незйомній опалубці у житловому комплексі «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 13.

124. Інноваційна технологія влаштування енергоефективних композитних стін в незнімній опалубці / Ковров А.В. та ін. *Енергоощадні машини і технології* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 23-25 травня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С.41-44.

125. Meneilyuk O., Bochevar K., Nikiforov O. Long-term thermal productivity of polystyrene concrete in a new composite wall in a fixed formwork. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. №3 (195). P. 66-74.

126. Microsoft Excel. URL: <https://is.gd/Q1KWwX> (дата звернення 01.05.2022).

127. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. На заміну ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023, 60 с.

128. ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Чинний від 2010-01-20. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010, 84 с.

129. ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 37 с.

130. ДСТУ Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій. Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 40 с.

131. ДСТУ Б В.2.6-191:2013. Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій. Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 13 с.

132. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. На заміну ДБН В.2.6-33:2008; чинний від 2018-12-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 19 с.

133. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко та ін.. К.: Ліра, 2012. 624 с.

134. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції: науково-практ. довідник / За редакцією Пушкарьової К.К. К.: Асоціація ВСБМВ, 2012. 664 с.

135. Гоц В.І., Павлюк В.В., Шилюк П.С. Бетони і будівельні розчини: підручник. К.: Основа, 2016. 568 с.

136. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. На заміну СНиП 2.03.01-84*; чинний від 2011-07-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 65 с.

137. Фізико-механічні характеристики теплоізоляційних матеріалів. *портал Budiva.ua* : веб-сайт. URL: <https://budiva.ua/wp-content/uploads/2016/12/tablitsa-harakteristik-teploizolyatsionnyh-materialov.pdf> (дата звернення 10.11.2023).

138. Коефіцієнти теплопровідності будівельних матеріалів. *Портал «Все про опалення приватних будинків»* : веб-сайт. URL: https://info.liconce.com/snip/koeffitsienti_teploprovodnosti (дата звернення 10.11.2023).

139. Теплопровідність матеріалів для будівництва, основні показники. *Alta-Profil* : веб-сайт. URL: <https://alta-profil.ua/ua/poleznoe/interesnoe-o-produkcii/teploprovodnost/> (дата звернення 10.11.2023).

140. Кровяков С.О. Методичні вказівки до курсової роботи за курсом «Оптимізація інженерних рішень в міському господарстві». Одеса: ОДАБА, 2012. 28 с.

141. CorelDraw x6 x64 bit (iso). *CorelDraw* : веб-сайт. URL: <https://coreldraw.download-windows.org/coreldraw-x6-x64-bit-iso> (дата звернення 01.05.2022).

142. AutoCAD: 2D and 3D CAD software trusted by millions to draft, engineer, and automate designs anywhere, anytime. *Autodesk AutoCAD* : веб-сайт. URL: <https://is.gd/PuIAmq> (дата звернення 01.05.2022).

143. АВК 5. *Науково-виробнича фірма «АВК Творець»* : веб-сайт. URL: <https://avk5.com.ua/> (дата звернення 01.05.2022).

144. Microsoft Project. *Microsoft* : веб-сайт. URL: <https://is.gd/ISpByd> (дата звернення 01.05.2022).

145. Настанова з визначення вартості будівництва. *Портал radnuk.com.ua* : веб-сайт. URL: <https://radnuk.com.ua/wp-content/uploads/2021/12/knu-nastanova-z-vyznachennya-vartosti-budivnycztva.pdf> (дата звернення 11.11.2023).

146. Менейлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Рентабельність будівництва житлового комплексу «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-

технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 12.

147. Менайлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Зміни рентабельності будівництва житлового комплексу «Авіньйон» під впливом організаційних факторів. *Будівельне виробництво*. 2022. №74. С. 30-34.

148. Руссий В.В., Бочевар К.І. Моделювання показників ефективності зведення житлового комплексу «Авіньйон». *Сучасне будівництво та архітектура*. 2023. № 6. С. 123-132.

149. Показники опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України (розраховані станом на 01 січня 2023 року). *Портал Верховної Ради України* : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0139938-23#Text> (дата звернення 10.08.2023).

150. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. На заміну ДБН А.3-1-5-2009. Чинний від 2016-05-09. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016, 52 с.

151. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Чинний від 2012-04-01. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012, 116 с.

152. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель та споруд. Пожежна безпека. На заміну ДБН В.1.2-7-2008. Чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2022, 13 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК Б. Довідки, що підтверджують апробацію дисертаційної роботи

Обслуговуючий кооператив

« ГРАНІТ »

65037, Одеська обл., Овідіопольський район, смт Таїрове , вул. ПРИМІСЬКА, будинок 1,
офіс 320 -р26008018194201в ПАТАльфа-банк МФО 300346, ЄДРПОУ35131579

№ 142/3 від 8 вересня 2023р.

Довідка

Підприємством Обслуговуючий кооператив « ГРАНІТ » були використані результати дисертаційного дослідження «ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСА АВІНЬЕН З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ» здобувача Бочевара К.І.

Розроблені здобувачем рекомендації розглянуто на технічній раді підприємства.

Прийнято рішення впровадити розроблені за результати дисертаційного дослідження рекомендації у виробничу діяльність підприємства. А саме використовувати рекомендації для:

- пошуку найбільш ефективних конструктивно-технологічних рішень зведення житлових будівель;
- пошуку найбільш ефективних організаційно-технологічних моделей процесів зведення житлових комплексів.

Директор ОК «Гранит»



Могильников В.Д.

Обслуговуючий кооператив**« ГРАНІТ »**

65037, Одеська обл., Овідіопольський район, смт Таїрове, вул. ПРИМІСЬКА, будинок 1, офіс
320 -р26008018194201в ПАТАльфа-банк МФО 300346, ЄДРПОУ35131579

№ 93/87 від 8.09.2023

Довідка

Суб'єктом господарювання Обслуговуючий кооператив « ГРАНІТ » були використані результати дисертаційного дослідження «ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ «АВІНЬЕН» З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ» при здійсненні пошуку найбільш ефективних рішень зведення житлових будинків з використанням незнімної опалубки за адресою: м. Одеса, вул. Дача Ковалевського 121.

Впровадження розроблених за результатами дисертаційного дослідження рекомендацій здобувача Бочевара К.І. дозволили значно знизити загальну вартість (на 14-19 %) та тривалість (на 30-35 %) зведення житлових будинків. Суттєво скорочено трудомісткість виконання робіт (на 25 %) зі зведення зазначених житлових будинків за рахунок використання розробленого здобувачем конструктивно-технологічного рішення – «патент UA № 149402 «Стіна будівлі»».

Директор ОК «Граніт»



Могильников В.Д.



ACTION of RENOVATION

вул.АкадемікаГлушка,29,офіс
с219,м.Одеса,65104тел.+380
933994596
КодЄДРПОУ44195638

**ТОВАРИСТВОЗ ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА
ЛЬНІСТЮ
«ДЮМОНТ КОРПОРЕЙШН»**

№007

10.01.2024 року

Довідка

Підприємством «Дюмонт Корпорейшн» були використані результатами дисертаційного дослідження «ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ» здобувача Бочевара К.І.

Розроблені здобувачем рекомендації розглянуто на технічній раді підприємства.

Прийнято рішення впровадити розроблені за результати дисертаційного дослідження рекомендації у виробничу діяльність підприємства. А саме використовувати рекомендації для:

- пошуку найбільш ефективних конструктивно-технологічних рішень зведення будівель ресторанного комплексу у м.Вілкове «Кемпінг»;
- пошуку найбільш ефективних організаційно-технологічних моделей процесів зведення житлових комплексів.

З повагою
Директор ТОВ ДюмонтКорпорейшн



Ніколов В.М.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65052, тел./факс: (048) 723-69-04, тел. (048) 723-43-53,

e-mail: list@odaba.edu.ua, веб-сайт: www.odaba.edu.ua, код ЄДРПОУ 02071033

01.03.2024 № 08-20-271

На № _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта
кафедри Технології будівельного виробництва
Бочевара Костянтина Ігнатовича**

Результати дисертаційного дослідження «Ефективні рішення будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки» здобувача Бочевара К.І. впроваджено в освітній процес Одеської державної академії будівництва та архітектури при розробці навчально-методичного забезпечення. А саме, дидактичних та демонстраційних матеріалів до навчальних занять:

– при оновленні мультимедійних презентацій з освітньої компоненти «Інновації в зведенні та реконструкції будівель та споруд» для здобувачів Центру післядипломної освіти, що навчаються за спеціальністю 192 будівництво та цивільна інженерія;

– при оновленні мультимедійних презентацій з освітньої компоненти «Технологія будівельного виробництва» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, що навчаються за спеціальністю 192 будівництво та цивільна інженерія.

Проректор з НІПР,
доктор економічних наук, професор



Ажаман І.А.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65052, тел./факс: (048) 723-69-04, тел. (048) 723-43-53,
e-mail: list@odaba.edu.ua, веб-сайт: www.odaba.edu.ua, код ЄДРПОУ 02071033

01.03.2024 № 08-20-272

На № _____ від _____

Г

Г

ДОВІДКА

**про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта
кафедри Технології будівельного виробництва
Бочевара Костянтина Ігнатовича**

Результати дисертаційного дослідження «Ефективні рішення будівництва житлових комплексів з використанням незнімної опалубки» здобувача Бочевара К.І. впроваджено у наукову роботу Одеської державної академії будівництва та архітектури, а саме: при виконанні договору № 4538а від 5 червня 2020 р. «Висновок про можливість зведення будівель за розробленою конструктивно-технологічною схемою» / Керівник - Менайлюк О.І., відповідальний виконавець Бочевар К.І. Одеса: Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2021. 233 с.

Проректор з наукової роботи,
доктор технічних наук, професор



Кровяков С.О.

ДОДАТОК В. Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості по апробації результатів дисертації

I. Список публікацій в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Menelyuk O., Bochevar K., Nikiforov O. Long-term thermal productivity of polystyrene concrete in a new composite wall in a fixed formwork. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. №3 (195). P. 66-74.

<https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/066>

(НБМД Scopus, квартиль Q3, фахове видання України в галузі «технічні науки») Особистий внесок здобувача – створено нове технічне рішення композитної стіни з пінополістиролбетону в незнімній опалубці з використанням легких сталевих тонкостінних конструкцій; досліджено та підтверджено можливість ефективної експлуатації конструкції шляхом перевірки нормативних значень показника ресурсу й коефіцієнта урахування впливу кліматичної деструкції матеріалів у процесі експлуатації на їх теплопровідність.

2. Menelyuk O.I., Kyryliuk S.V., Bochevar K.I. Evaluation of the new constructive-technological solution of the fence structure in the non-removable formwork. *Modern construction and architecture*. 2022. № 2. P. 113-122.

<https://doi.org/10.31650/2786-6696-2022-2-113-122>

(НБМД Index Copernicus, фахове видання України в галузі «технічні науки») Особистий внесок здобувача – розширено сферу використання методики багатокритеріального аналізу, проведено аналіз ефективності конструктивно-технологічних рішень за даною методикою.

3. Менейлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Зміни рентабельності будівництва житлового комплексу «Авіньйон» під впливом організаційних факторів. *Будівельне виробництво*. 2022. №74. С. 30-34.

<https://doi.org/10.36750/2524-2555.74.30-34>

(фахове видання України в галузі «технічні науки») Особистий внесок здобувача – визначено значення показнику рентабельності житлового комплексу «Авіньйон» при введенні діючого обмеження – використання кредитних коштів.

4. Руссий В.В., Бочевар К.І. Моделювання показників ефективності зведення житлового комплексу «Авіньйон». *Сучасне будівництво та архітектура*. 2023. № 6. С. 123-132.

<https://doi.org/10.31650/2786-6696-2023-6-123-132>

(фахове видання України в галузі «технічні науки»)

Особистий внесок здобувача – розширено сферу застосування методики експериментально-статистичного моделювання. Визначено залежності показників зведення житлового комплексу «Авіньйон»: «тривалість будівництва», «середня інтенсивність фінансування», «максимальна інтенсивність фінансування», «вартість будівництва з урахуванням кредитних коштів» від факторів, що на них впливають, а саме: «коефіцієнт суміщеності процесів» та «кількість робочих годин на тиждень».

II. Список публікацій які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Менейлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Рентабельність будівництва житлового комплексу «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 12.
Особистий внесок здобувача – визначено значення показнику рентабельності житлового комплексу «Авіньйон» при варіювання факторного простору.
2. Менейлюк О.І., Бочевар К.І., Маньківська Д.А. Огороджувальні конструкції у незйомній опалубці у житловому комплексі «Авіньйон». Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 18 - 19 травня. Одеса: ОДАБА, 2023. С. 13.
Особистий внесок здобувача – виконано аналіз відомих конструктивно-технологічних рішень зведення стін з використанням незнімної опалубки.
3. Ковров А. В., Назаренко І. І., Менейлюк О. І., Бочевар К. І., Нікіфоров О. Л. Інноваційна технологія влаштування енергоефективних композитних стін в незнімній опалубці. *Енергоощадні машини і технології: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції 23-25 травня 2023 р.* Київ: КНУБА, 2023. С.41-44.

Особистий внесок здобувача – наведено опис нової технології влаштування стін з використанням незнімної опалубки.

III. Список публікацій які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Construction technologies. Final cycle: textbook for higher educational institutions 4th edition, revised and updated / A. Kovrov, O. Meneiliuk, L. Lukashenko, O. Zaitseva, K. Bochevar / edited by O. Meneiliuk. Odessa, "Helvetica" publishing house, 2022. 506 p.

Особистий внесок здобувача – виконання 2-го розділу («Сучасний дизайн та технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення») посібника.

2. Стіна будівлі: пат. 149402 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u 2021 00397 ; заявл. 02.02.2021 ; опубл. 17.11.2021, Бюл. № 46. 6 с.

Особистий внесок здобувача – визначено склад шарів стінової конструкції.

3. Система каркасної незнімної опалубки: пат. 154847 Україна : E04C 2/00; E04C 2/292. № u202203576 ; заявл. 26.09.2022 ; опубл. 27.12.2023, Бюл. № 52. 5 с.

Особистий внесок здобувача – визначено технологічну послідовність зведення стінової конструкції з використанням незнімної опалубки.

4. Матеріали та технології ізоляційних робіт в будівництві : монографія / Менейлюк О.І., Бабій І.М., Бочорішвілі Г.Д., Бочевар К.І. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2020. 492 с.

Особистий внесок здобувача – наведено опис технології проведення ізоляційних робіт в будівництві.

Відомості про апробацію результатів дисертації:

- 79-та науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу Одеської державної академії будівництва та архітектури (Україна, м. Одеса, 18 - 19 травня 2023 р. – очна);
- 79-та науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу Одеської державної академії будівництва та архітектури (Україна, м. Одеса, 18 - 19 травня 2023 р. – очна);
- IV Міжнародна науково-практична конференція «Енергоощадні машини і технології» (Україна, м. Київ, 23-25 травня 2023 р. – дистанційна).