

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

«Допустити до захисту»
зав. кафедри БДМБ
канд. техн. наук, професор
_____ В. Настоящий
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

Аналіз стійкості та міцності окремо розташованих цегляних стін під час реконструкції будівель

Керівник кваліфікаційної магістерської
роботи канд. техн. наук, доцент
_____ Дарієнко В.В.
" ____ " _____ 2024 р.

Виконав студент гр. Бі-23М-2
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Мартиненко Б.О.
" ____ " _____ 2024 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення ФБТЕ

Кафедра, циклова комісія

Будівельні, дорожні машини і будівництво

Освітньо-кваліфікаційний рівень

магістр

(шифр і назва)

Спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БДМБ,

к.т.н. проф. Настоящий В.А.

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мартиненко Богдан Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Аналіз стійкості та міцності окремо розташованих цегляних стін під час реконструкції будівель**

керівник проекту (роботи)

к.т.н. доцент Скриннік І.О. В.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “7” 08 2024__ року №34-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 25.11.2024р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна та довідкова література по темі завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ; 2. Розрахунково-конструктивний

3. Науково-дослідний розділ; 4. Розділ охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

Не менше 10 плакатів графічних матеріалів які ілюструють методику та результати досліджень

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурний	доцент Скриннік І.О.		
Розрахунково-конструктивний	доцент Дарієнко В.В.		
Науковий	доцент Дарієнко В.В.		
Охорона праці	доцент Дарієнко В.В.		

7. Дата видачі завдання 10. 09. 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Розробка інженерних розділів	10.09.-09.10	
2	Розробка наукового розділу	09.10.-09.11	
3	Розробка заходів з охорони праці	15.11.-20.11	
4	Оформлення альбому документів	20.11.-25.11	

Студент

(підпис)

Мартиненко Б.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Дарієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У цій роботі розглядається питання оновлення старих будинків у історичних частинах міст. Основний акцент робиться на тому, що важливо зберегти унікальний вигляд таких районів під час реконструкції. Підкреслюється, що структура старих міських районів – це не просто розташування будинків і вулиць, а ціла система, яку потрібно зберегти.

Розглядаються проблеми, які виникають при використанні старих будівель: вони можуть руйнуватись, часто перебудовуються, втрачають архітектурні прикраси. Також важливо приділити увагу заднім фасадам, які є характерними для менш доглянутих районів, і знайти спосіб зберегти їхню фасадну частину навіть при розбиранні будівель. Це може вимагати розрахунку на стійкість стін, які залишаться стояти самотійно.

Загалом, у роботі показано, що реконструкція старих районів – це складний процес, де важливо зберегти не лише архітектуру, але й дух історичних місць.

ANNOTATION

This paper discusses the issue of renovating old buildings in historic parts of cities. The main emphasis is placed on the importance of preserving the unique appearance of such districts during the reconstruction. It is emphasised that the structure of old urban areas is not just an arrangement of buildings and streets, but a whole system that needs to be preserved.

The author discusses the problems that arise when using old buildings: they can collapse, are often rebuilt, and lose their architectural decorations. It is also important to pay attention to rear facades, which are typical of less well-maintained areas, and find a way to preserve their façade even when dismantling buildings. This may require calculating the stability of walls that will be left standing on their own.

Overall, the paper shows that the reconstruction of old districts is a complex process, where it is important to preserve not only the architecture but also the spirit of historic places.

ЗМІСТ

Вступ.....	2
1 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ І МІЦНОСТІ ВІЛЬНО СТОЯЧИХ ЦЕГЛЯНИХ СТІН	4
1.1 Основні аспекти дослідження	4
1.2 Дослідження стійкості і міцності вільно стоячих цегляних стін	5
1.3 Огляд типів кам'яних кладок.....	7
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ І СТІЙКОСТІ ВІЛЬНО СТОЯЧИХ СТІН.....	13
2.1. Теоретичні дослідження міцності і стійкості вільно стоячих стін	13
2.2 Комп'ютерне моделювання та дослідження міцності і стійкості вільно стоячих цегляних стін при реконструкції.....	17
Висновки	30
3 РОЗРАХУНОК НЕСУЧИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	31
3.1 Конструювання фундаментів	31
3.2 Розрахунок монолітного залізобетонного каркасу	35
3.2.1 Розрахунок плити перекриття.....	35
3.2.1.1 Збір навантажень	35
3.2.1.2 Проектування плити.....	44
3.2.2 Розрахунок балки перекриття	52
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	60
4.1. Нормативні вимоги техніки безпеки при виконанні основних видів будівельно-монтажних робіт.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
Список використаних джерел	66
Додатки.....	69

					ACC 2319226 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз стійкості та міцності окремо розташованих цегляних стін під час реконструкції будівель		
Розробив	Мартиненко Б.О						
Перевірив	Дарієнко В.						
Реценз.							
Н. Контр.	Яцун В.						
Затвердив	Настоящий В.				ЦНТУ зр. БІ-23М-2		
					Лім.	Арк.	Акрушів
						1	

ВСТУП

Важливо зберегти унікальний вигляд старих районів під час їхньої реконструкції, зокрема в історичних містах України. Це правило стосується центральних районів, які мають значну архітектурну, культурну та історичну цінність. Один із ключових моментів у збереженні цих районів — це їхня планувальна структура, яка включає певну сітку вулиць і забудову, що формує вигляд старого міського середовища.

Місто — це живий організм, який постійно змінюється і розвивається, не лише розширюючись на околицях, але й постійно оновлюючи свій центр. У деяких випадках це може вимагати великих змін, таких як створення нових доріг або розширення існуючих, а також появи нових площ. Проте більшість старих районів, особливо житлових, не потребують змін у плануванні вулиць; навпаки, збереження цієї структури допомагає захистити важливі архітектурні елементи, які створюють атмосферу та вигляд міста.

Зберегти периметр старих будівельних кварталів важливо як з естетичної, так і з економічної точки зору. Зазвичай, реконструкція передбачає можливі зміни фасадів, але при цьому периметр забудови зберігається, щоб не порушувати вигляд району. Різні фактори — час, війни, ремонти, що виконувалися без належної уваги до оригінального стилю, — призвели до того, що багато будинків втратили частину свого декору, особливо на перших поверхах і на верхніх рівнях.

Реконструкція дає можливість відновити ці елементи. Для цього використовуються архівні документи, обміри та дослідження на місці. Якщо збереглися фотографії або креслення, з їхньою допомогою можна повернути первісний вигляд. Якщо ж таких документів немає, використовуються схожі за стилем зразки, щоб зберегти автентичність будівлі.

У старих районах є будівлі з гарними фасадами, що виходять на вулиці, а також будівлі з задніми фасадами, часто зношеними. Такі будинки потребують оновлення, але важливо зберегти їхні фасади. Зазвичай це робиться так: внутрішні стіни й перегородки розбираються, залишаючи фасадні стіни. Щоб фасадні стіни

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						2
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

були стійкими, необхідно розрахувати їхню міцність, адже вони можуть стояти в різних варіантах, наприклад окремо, утворюючи кут (буквою "Г") або утворюючи форму "П".

Тож у роботі підкреслюється, що реконструкція старих міських районів — це не просто ремонт будинків, а комплексне завдання, яке вимагає збереження архітектурного стилю та врахування особливостей кожного об'єкта.

Метою роботи є дослідження міцності та стійкості окремо стоячих цегляних стін при реконструкції цегляних будівель за допомогою комп'ютерних обчислювальних комплексів, а також розробка наближених методів розрахунку, які забезпечують ефективне і швидке виконання варіантних розрахунків.

Наукова і практична цінність: Запропонована розрахункова модель для окремо стоячих стін, що мають Г- та П-подібну форму в плані, призначена для наближеного розрахунку під впливом горизонтальних і вертикальних навантажень.

1 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ І МІЦНОСТІ ВІЛЬНО СТОЯЧИХ ЦЕГЛЯНИХ СТІН

1.1 Основні аспекти дослідження

Аналіз стійкості й міцності окремо стоячих цегляних стін – це важлива штука, бо саме від цього залежить, як довго і наскільки безпечно стіни витримуватимуть різні навантаження. Основні моменти, на які звертають увагу в таких дослідженнях, включають: постійні та змінні навантаження, вітер і сніг, розтягувальну міцність матеріалу, як добре тримаються разом шари цегли, а також як стіна реагує на температурні зміни. Щоб це все оцінити, часто використовують комп'ютерні моделі.

Основні фактори дослідження:

- Статичне навантаження: це перевірка того, як стіна витримує постійні сили, що діють на неї зверху і збоку, наприклад, від ваги інших конструкцій або самої стіни. Це допомагає визначити, наскільки стіна надійна під стандартним навантаженням.

- Динамічне навантаження: тут маються на увазі ситуації, коли стіна піддається різким рухам, як-от під час землетрусу. Особливо це важливо в місцях, де можуть бути сейсмічні коливання.

- Вітрове і снігове навантаження: тут розглядається вплив погодних умов, зокрема сильного вітру і ваги снігу, які можуть тиснути на стіну з різних боків.

- Розтягувальна міцність матеріалів: це перевірка, як добре цегла може витримувати розтягування. Це важливо, бо коли стіна зазнає змін у формі, матеріал має бути достатньо міцним, щоб не тріскатися.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Міцність зчеплення шарів: важливо оцінити, як добре тримаються шари цегли між собою і з іншими матеріалами (наприклад, бетоном), щоб запобігти розшаруванню стіни.

- Термічні деформації: коли температура змінюється, матеріали можуть трохи розширюватися або стискатися. Це дослідження допомагає зрозуміти, чи витримує стіна такі зміни без тріщин чи інших пошкоджень.

- В'язкість між шарами: тут досліджується, наскільки добре шари цегли взаємодіють один з одним, щоб не було розшарування або відставання частин стіни.

- Метод скінченних елементів: за допомогою комп'ютерного моделювання проводиться аналіз стіни, як вона буде поводити себе під різними умовами навантаження. Це допомагає уявити, як стіна реагуватиме в реальних умовах.

Мета таких досліджень – зрозуміти, як краще будувати стіни, щоб вони служили довше і не підводили в різних умовах. На основі таких досліджень розробляються рекомендації, які можуть покращити характеристики і надійність конструкцій.

1.2 Дослідження стійкості і міцності вільно стоячих цегляних стін

Для перевірки міцності та стійкості окремо стоячих цегляних стін застосовують різні методи й тести. Ось основні з них:

1. Статичні тести:

- Вертикальне навантаження: проводять випробування, щоб побачити, як стіна витримує тиск згори, наприклад, від власної ваги або інших конструкцій над нею.

- Горизонтальне навантаження: перевіряють, як стіна реагує на бокове навантаження, яке може бути через вітер або сейсмічні сили. Це допомагає зрозуміти, наскільки вона гнучка і чи не схильна до тріщин або руйнування.

2. Циклічні тести:

- Під час таких тестів імітуються циклічні рухи, як-от при землетрусі, щоб перевірити, як стіна витримує повторювані удари і коливання.

3. Випробування на розтягування та стискання:

- Перевіряється міцність цегли на розтягування і стискання, щоб зрозуміти, наскільки матеріал стійкий до різного типу навантажень, що можуть виникати у стіні.

4. Термічні тести:

- Такі випробування допомагають побачити, як стіна реагує на зміни температури, коли матеріали розширюються чи скорочуються, і як це впливає на загальну стійкість.

5. Тести зчеплення та розділення шарів:

- Це дослідження перевіряє, як добре тримаються разом шари цегли, бетону чи інших матеріалів, щоб уникнути відшарувань, які можуть послабити конструкцію.

6. Визначення в'язкості між шарами:

- Тут дивляться, наскільки міцно шари з'єднані один з одним, щоб оцінити стійкість стіни і попередити її можливе руйнування.

7. Акустичні випробування:

- За допомогою звукових методів перевіряють стан цегли, щоб виявити можливі внутрішні дефекти, наприклад, пустоти або тріщини.

					ACC 2319226 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

8. Методи обчислювальної механіки:

- Моделювання на комп'ютері за допомогою методу скінченних елементів дозволяє передбачити, як стіна поводитиметься під різними навантаженнями. Це зручно для аналізу без фізичних тестів на реальній стіні.

Ці методи допомагають зібрати всю необхідну інформацію для того, щоб проєктувати безпечні та надійні конструкції, які зможуть витримати різні умови експлуатації.

1.3 Огляд типів кам'яних кладок.

Стіни та перегородки – це важливі елементи конструкцій, які виконують функцію поділу будівлі на різні приміщення та забезпечення ізоляції. Є два основні види стін: зовнішні, що відокремлюють приміщення від зовнішнього середовища, та внутрішні, які поділяють простір всередині будівлі. За функцією стіни діляться на три типи: несучі, самонесучі та навісні.

- Несучі стіни тримають на собі навантаження від верхніх поверхів та конструкцій, передаючи його на фундамент.

- Самонесучі стіни несуть тільки свою вагу, розподіляючи навантаження по всій висоті стіни та передаючи його на фундамент.

- Навісні стіни не виконують несучої функції для всієї будівлі, а підтримуються міжповерховими перекриттями, несучи навантаження лише на своєму поверсі.

Основні вимоги до стін:

Стіни повинні відповідати певним стандартам міцності та стійкості, мати необхідні тепло- і звукоізоляційні властивості, бути довговічними та вогнестійкими. Звукоізоляція є важливою для житлових приміщень, тоді як у промислових будівлях це менш критично, крім випадків з високим рівнем шуму. Окрім того, бажано, щоб стіни були легкими, а процес їх зведення – максимально автоматизованим та економічним.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Матеріали для стін

Стіни можуть бути дерев'яними або кам'яними. Кам'яні стіни зводять із цегли чи інших кам'яних матеріалів, вони бувають монолітними (з бетону чи шлакобетону) або складеними з великих блоків чи панелей. Монолітні стіни, які роблять прямо на місці будівництва, використовують рідко, оскільки сьогодні більший попит мають стіни із великих елементів.

Кладка стін із цегли або каменю проводиться горизонтальними рядами. Міцність кладки залежить від міцності каменю, розчину та способу з'єднання (перев'язки) вертикальних швів. Вибір розчину (вапняний, цементний або вапняно-цементний) залежить від призначення стіни, навантажень, що вона буде витримувати, і кліматичних умов.

Система перев'язки – це порядок розташування цегли або блоків у кладці, що забезпечує міцність стіни. Кладка може бути ложковою (коли цегла лежить довгою стороною) або точковою (торець цегли спрямований на зовнішню сторону).

Види і призначення кладок.

Кам'яна кладка – це конструкція, зібрана з природних або штучних каменів, які укладають на спеціальний розчин. Існують різні типи кам'яної кладки, що відрізняються за матеріалами:

- Цегляна кладка – з керамічної або силікатної цегли.
- Мілкоблочна кладка – з природного каменю, бетонних або керамічних блоків.
- Тесова кладка – з оброблених природних каменів правильної форми.
- Бутова кладка – з каменів неправильної форми.
- Змішана кладка – бутова, облицьована цеглою, або цегляна з облицюванням природним каменем.
- Бутобетонна кладка – з поєднанням каменю і бетону.
- Крупноблочна кладка – з великих бетонних або цегляних блоків.

Вибір матеріалу для кладки залежить від типу конструкції, умов експлуатації та місцевих ресурсів. Кожен вид має свої переваги, але кам'яна

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

кладка загалом вимагає багато робочої сили, є трудомістким процесом і потребує високої кваліфікації будівельників.

Основні елементи кладки

Для правильного укладання каменю необхідно дотримуватися певного порядку. Камінь зазвичай має шість площин: найбільші називають ****постіллю**** (це поверхні, на які він укладається), бічні довгі грані – ложками, а короткі – тичками.

Кам'яна кладка укладається рядами:

- Ложковий ряд – коли камінь укладається довгою стороною вздовж стіни.
- Тичковий ряд – коли камінь розміщується короткою стороною.

Крайні ряди кладки з кожного боку називають верстами. Вони бувають зовнішніми (утворюють фасад) і внутрішніми (спрямовані всередину приміщення). Серединні ряди між верстами називають забутковими рядами або забуткою.

Шви в кам'яній кладці

Простори між каменями формують шви. Шви поділяють на горизонтальні та вертикальні. Вертикальні шви, у свою чергу, бувають поздовжніми (вздовж стіни) та поперечними (поперек стіни).

Розчини для кладки

Для зв'язку каменів використовують різні види розчинів: вапняні, цементно-вапняні, цементні та цементно-глиняні, де глина служить пластифікатором. Розчин виконує важливу функцію – він утримує камені разом, рівномірно розподіляє навантаження і захищає шви від зовнішніх впливів.

Проект визначає вид кладки та розчину, враховуючи тип конструкції, місцевий клімат і умови експлуатації.

Шви між цеглинами в кладці заповнюють розчином для забезпечення міцності та надійності конструкції. Шви бувають горизонтальні, які відокремлюють ряди цегли по висоті; вертикальні поздовжні, що розділяють кладку вздовж стіни; та вертикальні поперечні, які відокремлюють цеглини в горизонтальному ряду.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Шви можуть бути двох основних типів:

Впустошовка – розчин не виступає назовні більше 10-15 мм, що полегшує штукатурення і забезпечує краще зчеплення розчину з поверхнею стіни.

Впідрізку – розчин виступає на поверхню стіни, його вирівнюють кельмою, а потім обробляють розшивкою для надання охайного вигляду. Такий тип кладки називається "під розшивку".

Для міцності кладки дотримуються трьох правил розрізання:

Перше правило – кладка виконується рядами, перпендикулярними до діючих сил або з кутом нахилу не більше 15-17 градусів. Це запобігає деформаціям.

Друге правило – камені розміщують так, щоб уникнути зсуву і відколів під навантаженням. Бічні сторони каменів роблять перпендикулярними до поверхні кладки.

Третє правило – вертикальні шви перекриваються постелями каменів верхнього ряду, щоб уникнути розшарування.

Основні системи перев'язки кладки:

Однорядна або ланцюгова перев'язка: ложкові та тичкові ряди чергуються, вертикальні шви зміщені на чверть або півцеглини. Цей тип міцний, але потребує більше часу на виконання.

Багаторядна перев'язка: підходить для облицьованих стін, але не рекомендується для стовпів через неповне перекриття швів.

Трирядна перев'язка: тичковий ряд кладуть через три ложкових. Вона зручна для стовпів та вузьких простінків, бо використовує менше неповномірної цегли.

На рівні нижнього і верхнього рядів кладки та на рівні виступаючих елементів, таких як карнизи, укладають цілі тичкові ряди для додаткової міцності.

У цегляній кладці стін горизонтальні та вертикальні поперечні шви повинні бути повністю заповнені розчином. У поздовжніх швах глухих стін допускається часткове заповнення, тобто не по всій висоті. У простінках і стовпах обов'язково всі шви повинні бути повністю заповнені розчином.

Існує кілька типів перев'язки кладки, які дозволяють створювати декоративні малюнки та елементи на фасаді будівель. Це можуть бути такі варіанти, як

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

хрестова, готична чи голландська перев'язка. Завдяки цим технікам фасад будівлі може виглядати оригінально і привабливо.

При будівництві малоповерхових будівель або верхніх поверхів багатоповерхівок часто використовують легкі стіни. Це означає, що кладка виконується з порожнинами або колодязями, які заповнюються легкими теплоізоляційними матеріалами, як-от сипуча ізоляція чи легкий бетон. Легкі стіни мають свої переваги: вони зменшують витрати на матеріали, скорочують масу конструкції, покращують теплоізоляцію та дозволяють використовувати місцеві матеріали.

Кладка з мілкоблоків зазвичай виконується за однорядною системою перев'язки. Це дозволяє ефективно з'єднувати блоки між собою і забезпечує міцність конструкції.

Бутова кладка з природного каменю зазвичай виконується рядами з дотриманням перев'язки швів. Камені добираються за розміром, а інколи їх навіть обробляють для досягнення потрібної товщини – до 30 см. Порожнини між каменями заповнюють щебенем з розчином. При цьому укладають камені в шаховому порядку – так, щоб чергувалися короткі (стусани) та довгі (ложки) камені. Цей метод відомий як "під лопатку". Інший тип кладки, "під затоку", застосовується для рваного каменю, коли камені вкладаються сухим шаром, а порожнини заливаються рідким розчином.

Для бутобетонної кладки застосовують бутовий камінь, який вкладають у шари бетонної суміші, що досягають до 20 см заввишки. Це дає можливість зменшити об'єм бетону майже на 50%, роблячи конструкцію міцною та економною.

Змішана кладка – це тип кладки, де використовують два різні матеріали. Наприклад, можна поєднувати бут і цеглу. Щоб цегляне облицювання міцно трималося з основною бутовою кладкою, через кожні 4–6 рядів цегли викладають тичковий ряд. Інший варіант – з'єднання шлакобетону з цеглою, де цегла слугує облицювальним шаром. Перев'язку роблять через вісім рядів цегли, оскільки висота трьох шлакобетонних блоків дорівнює висоті восьмого ряду цегли.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Крім того, для облицювання будівель використовують відходи каменю, що залишаються від виробництва блоків і плит. Оброблені та підготовлені, вони можуть бути використані для облицювання цоколів будівель, кріплячи їх у цегляній кладці за допомогою зацементування.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ І СТІЙКОСТІ ВІЛЬНО СТОЯЧИХ СТІН

2.1. Теоретичні дослідження міцності і стійкості вільно стоячих стін

Під час реконструкції старих будівель часто виникає ситуація, коли фасадні стіни залишаються цілими або частково, а внутрішні приміщення повністю перебудовують, включно із заміною старих перекриттів на нові. У таких випадках фасадні стіни тимчасово перетворюються на вільностоячі конструкції, що створює певні проблеми зі стійкістю цих стін.

Якщо вирішено зберегти хоча б одну фасадну стіну, важливо ще до розбирання інших частин будівлі забезпечити їй опору. Це потрібно, щоб уникнути перекидання стіни, коли інші конструкції знімаються. Наприклад, під час реконструкції чотириповерхової будівлі в Ужгороді на вулиці Пречистинській, 14, було вирішено зберегти тільки стіну головного фасаду. Перед розбором інших частин по фасаду встановили просторову сталеву раму, до якої закріпили фасадну стіну за допомогою болтів. Сама рама була зафіксована внизу до ростверку з буронабивних залізобетонних паль.

Подібний підхід застосували при реконструкції двоповерхової будівлі на вулиці М. Полянка. Тут використовували плоскі сталеві рами, які розміщували вздовж стіни з кроком 6 метрів і фіксували перпендикулярно до стіни для забезпечення її стійкості.

Такі тимчасові кріплення забезпечують міцність і стабільність фасадних стін під час реконструкції, дозволяючи зберегти їх зовнішній вигляд, навіть якщо внутрішні приміщення повністю оновлюються.



Рисунок 1.1 – Перехрестя по вул. М. Полянка

В обох випадках кріплення стін були розроблені на основі конструктивних рішень, а не точних розрахунків. Пізніше, провівши розрахунки, ми виявили, що ці кріплення мають значний запас стійкості. У цій частині ми розробили спрощені методи розрахунку, які базуються на теорії пружної основи з використанням моделі Вінклера.

Задача розрахунку стійкості для окремо стоячої колони вже розглянута в літературі, зокрема, в книзі Я. Г. Пановко та І. Н. Губанової. Це рішення можна адаптувати для випадку окремо стоячої стіни.



Рисунок 1.2 – Просторова рама

Запропоновані моделі розрахунку дозволяють аналізувати стійкість різних типів вільно стоячих стін, як-от стіни у вигляді літери «Г» або «П» (коли вони з'єднані в плані). Розглянуті варіанти передбачають як суцільні стіни, так і стіни з віконними та дверними прорізами.

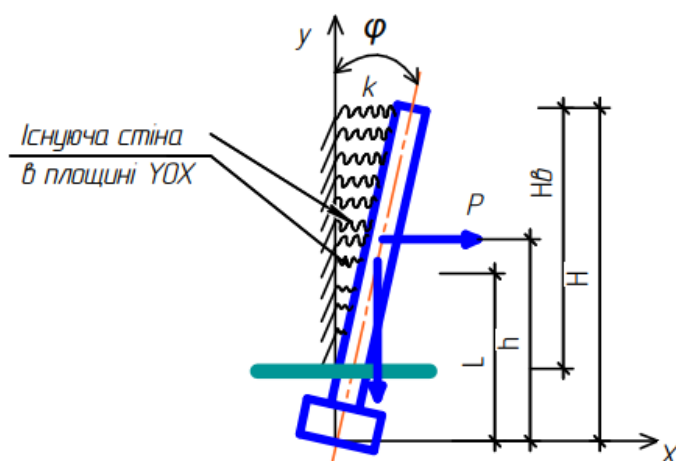


Рисунок 1.3 – Підпорний каркас

Поперечні стіни, якщо вони розміщені далеко одна від одної, працюють як гнучкі опори для основної стіни. Їхній вплив на стійкість основної стіни можна врахувати за допомогою коефіцієнта «к». Чим далі розташована частина стіни від поперечної, тим менше значення цього коефіцієнта, тобто вона менш підтримується.

Розглянемо найдовшу ділянку суцільної стіни завдовжки 1 м. Для розрахункової моделі цієї ділянки ми використовуємо стержень, який з'єднаний з поперечною стіною за допомогою пружних стрижнів із жорсткістю «к», що створюють зв'язок з віддаленою поперечною стіною.

Далі розрахунок проводиться в загальному вигляді. Розрахункова схема для цієї моделі зображена на рис.1.4.



Де:

P —рівнодіюча вітрового навантаження;

Q —маса стіни;

C —коефіцієнт постелі основи;

H —відстань від підшви фундаменту до верху стіни;

L —відстань від центра ваги стіни до підшви фундаменту.

Тиск вітру на 1 м^2 поверхні стіни рівен:

$$W = W_0 * k_1 * C_v$$

Масу стіни Q з фундаментом в загальному вигляді можна записати так:

$$Q = H * t * b * \gamma + Q_f;$$

де:

t – товщина стіни;

b – довжина ділянки стіни ($b = 1 \text{ м.м.}$);

γ – об'ємна вага 1 м^3 кладки стіни;

Q_f – маса фундаменту.

Коефіцієнт постелі ділянки визначається за формулою:

$$k = \frac{8 * y * EJ}{l^4}$$

Де:

l – відстань від розглянутої ділянки до поперечної стіни;

EJ – згинна жорсткість горизонтальної полоси стіни шириною 1 м.

y – горизонтальне переміщення кінця стіни в напрямку перпендикулярному площі стіни, що приймається рівним 1 .

Максимальне здвигаюче зусилля в цегляній кладці стіни буде в верхній зоні і дорівнює:

$$T_{\max} = \varphi * H * k * 1$$

Дотичне напруження в цегляній кладці стіни (максимальне значення) рівне:

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{b * l}$$

Наведена методика дозволяє оцінити стійкість окремо розташованих цегляних стін з урахуванням примикання до поперечних, в деяких випадках дозволяє уникнути влаштування додаткових зв'язків і конструкцій для посилення фасадних стін, що дає додатковий економічний ефект. Більш того, немає необхідності в знесенні ще придатних для експлуатації стін.

2.2 Комп'ютерне моделювання та дослідження міцності і стійкості вільно стоячих цегляних стін при реконструкції

У цьому розділі розглядається питання стійкості та напружено-деформованого стану ізолюваних цегляних стін, які не з'єднані з іншими конструкціями, як-от перекриття або поперечні внутрішні стіни. Така ситуація часто виникає при реконструкції старих будівель, коли важливо зберегти фасади, водночас повністю оновивши інші елементи конструкції. Це може зробити зовнішні стіни тимчасово вільностоячими, пов'язаними між собою лише в кутах, що підвищує ризик втрати їхньої стійкості через зовнішні фактори.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Головними навантаженнями на такі стіни є вітер і власна вага конструкції. Крім того, на стійкість впливають ґрунтові умови, захищеність фундаментів від зовнішніх впливів, а також "оголеність" фундаменту як з зовнішньої, так і з внутрішньої сторони стіни. Ці фактори враховуються під час побудови розрахункової моделі для окремих стін.

Для аналізу використовувалося програмне забезпечення "Ліра 9.2", яке дозволяє змодельовати поведінку вільностоячих стін. Розрахунки виконувалися методом скінченних елементів, де кожен елемент конструкції був поділений на кінцеві елементи, що дозволило більш точно моделювати кожен конструктивний елемент.

Цей метод забезпечує деталізовану модель, враховуючи взаємодію всіх частин конструкції. Для розрахунку пружної основи, наприклад, використовували кінцевий елемент №51, який вводить зв'язок з певною жорсткістю вздовж однієї з осей координат вузла. У цьому випадку, для осі Z 51-й елемент застосовується як пружна основа під фундаментом.

Детальний опис усіх використаних кінцевих елементів і додаткових передумов для розрахунку наведено далі.

Розрахункові схеми конструкцій.

Загальний опис прийнятих розрахункових моделей.

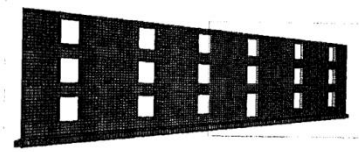
Прийняті до моделювання геометричні характеристики стін наступні:

1. Довжина фасадних стін - 30 м.
2. Довжина торцевих стін - 15 м.
3. товщина стін - 640 мм.
4. ширина фундаменту - 1200 мм.
5. висота поверху - 3 м.
6. кількість поверхів - 3 пов.
7. ширина прорізів - 1,2 м
8. висота прорізів - 1,7 м.

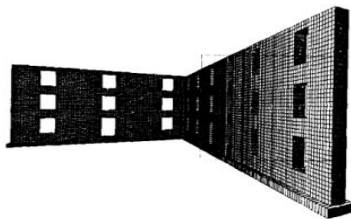
					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

У розрахунку розглядалися 3 варіанти розрахункової схеми вільно стоячих стін:

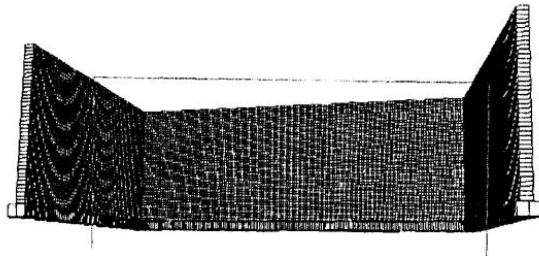
- окремо стояча стіна довжиною 30 м.;



- фасадна і торцева стіни завдовжки відповідно 30 і 15м.;



- фасадна і прилеглі до неї дві торцевих стіни (П- образне в плані розташування стін).



В обох розглянутих випадках аналізувалися напруження і деформації стін з урахуванням наявності віконних і дверних отворів. Для моделювання стін використовувалися плоскі прямокутні кінцеві елементи оболонкового типу розміром 200х200 мм. Такий вибір елементів пояснюється їхньою здатністю витримувати навантаження не тільки в площині, але й перпендикулярно до неї. Використання більш густої сітки кінцевих елементів було б недоцільним, оскільки це ускладнює обчислення та призводить до збільшення кількості невідомих у розрахунковій матриці.

Щоб забезпечити точність, застосовувалися чотирикутні елементи замість трикутних, що надає більшу стабільність результатам. У моделі перевага надавалась рівностороннім квадратним елементам, адже при однакових сторонах елемента досягається краща обумовленість матриці жорсткості, що є важливим для точності розрахунків.

Фундамент у моделі був представлений як жорсткі стержні, які спираються на пружини, що імітують пружну основу, і мають фіксацію на краях. Центральна частина стіни спирається на жорсткі балки, що дозволяє врахувати нерівномірність основи, яка може виникати природно або під дією зовнішніх чинників. Податливість основи моделювалася за допомогою 51 кінцевого елемента, який визначає жорсткість у вертикальному напрямку Z.

Однією з труднощів було те, що оболонкові елементи, які використовувалися для моделювання стіни, не мають ступеня свободи для повороту навколо осі, перпендикулярної до площини стіни. Спроби додати цей ступінь свободи не вдалися через нестабільність результатів, тому початково вузли з'єднання стіни з фундаментом були моделювані як шарнірні. Щоб забезпечити часткове защемлення, до вузлів стикування додавали додаткові стрижні, що імітували часткове кріплення фундаменту до стіни. Хоча це й може призвести до невеликих змін в локальній зоні стіни, загалом така модель наближено відображає реальну конструкцію та її стійкість.

Введення додаткових стрижнів викликає певні зміни в локальній зоні стіни поблизу вузлів стикування, але це також відображає конструктивну особливість вузла з частковим защемленням. На етапі початкового моделювання вузли стикування стіни з фундаментом були встановлені як шарнірні. Це рішення було обрано, щоб оцінити, як часткове защемлення рамного стержня може вплинути на поведінку всієї конструкції.

Результати розрахунку без урахування нелінійних деформацій і тріщиноутворення.

У ході розрахунків були визначені всі параметри напружено-

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ACC 2319226 ПЗ

Лист
20

деформованого стану (НДС) конструкції, зокрема переміщення та напруження. Напружено-деформований стан — це фізичний стан матеріалу, що відображає, як зовнішні навантаження впливають на матеріал і як він на це реагує. Напруження показують, як внутрішні сили розподіляються в матеріалі, а деформації — зміни форми та розмірів матеріалу під впливом цих сил. Деформації можуть бути як еластичними (відновлюються після зняття навантаження), так і пластичними (залишаються навіть після зняття навантаження).

Для оцінки стійкості конструкції було визначено три основні форми втрати стійкості та розраховано коефіцієнти запасу для кожної з них. Крім того, проведений модальний аналіз, що дозволив визначити власні частоти та форми коливань конструкції під впливом її ваги. Завдяки анімаційному модулю ПК «Ліра 9.2» стало можливим спостерігати за деформаціями конструкції в динаміці, що є цінним для розуміння її поведінки під навантаженнями.

Варто відзначити, що стіни з отворами мають вищий коефіцієнт запасу порівняно з суцільними стінами. Однак у таких стінах спостерігаються значні максимальні значення моментних зусиль, що спричинено локальними піками напружень біля віконних і дверних прорізів. Ці концентрації напружень в місцях різкого переходу можуть викликати тріщини, що негативно впливає на загальну стійкість і надійність стіни.

Конструкції з "Г"- та "П"-подібною геометрією в плані показали кращу стійкість, оскільки їхній коефіцієнт запасу перевищує відповідні показники для окремо стоячих стін більш ніж у 2,5 рази. Кутові зони цих конструкцій є найбільш вразливими, оскільки їхня верхня частина має схильність до руйнування, і при досягненні межі несучої здатності цієї ділянки може виникнути загальна нестійкість конструкції.

Нижче наводяться форми втрати стійкості та характерні розподіли параметрів НДС для окремо стоячої стіни з прорізами, що показують ключові моменти поведінки конструкції під навантаженням.

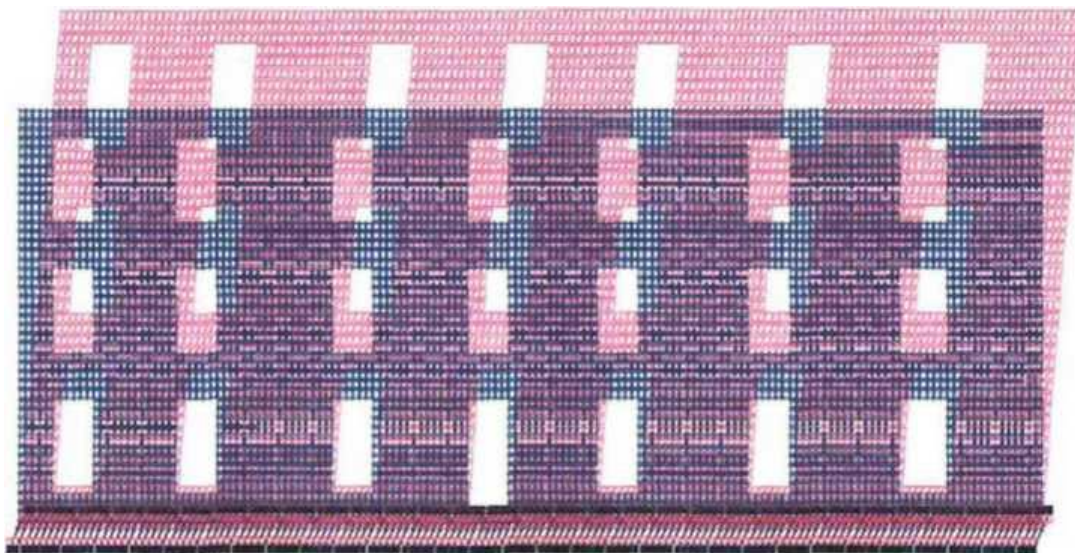


Рисунок 1.5 – 1-ша форма втрати стійкості

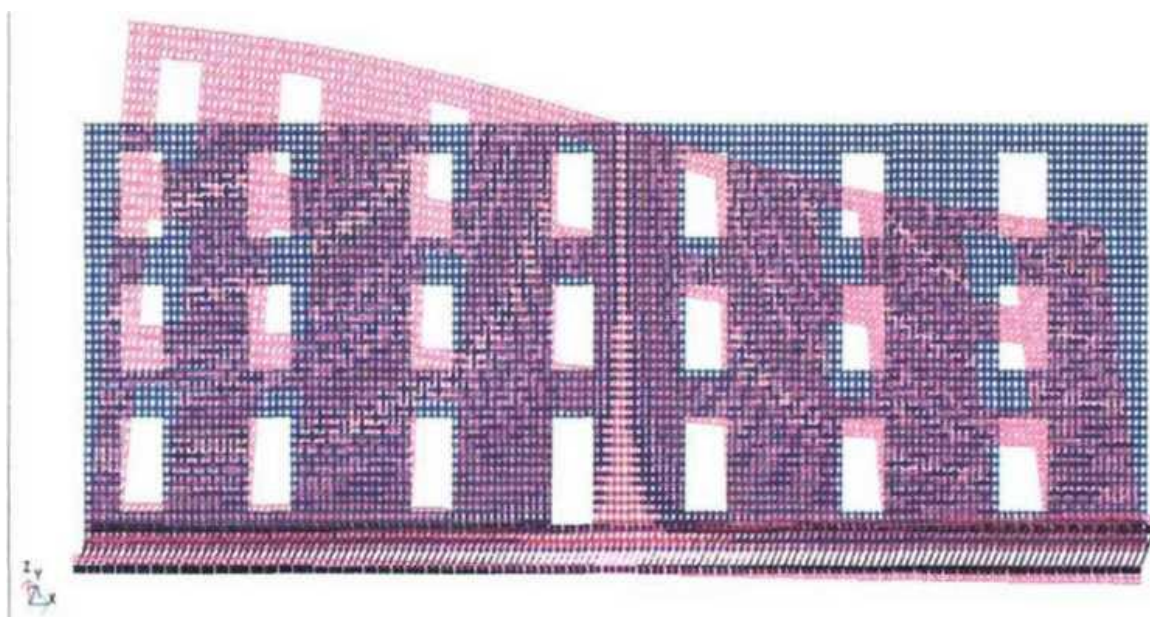


Рисунок 1.6 – 2-га форма втрати стійкості

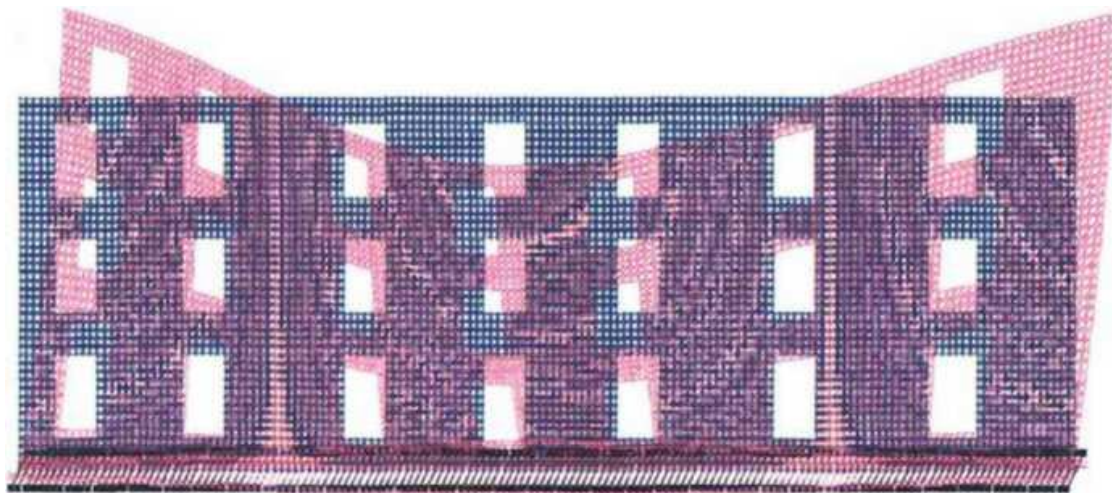


Рисунок 1.7 – 3-тя форма втрати стійкості

Втрати стійкості — це ситуація, коли конструкція втрачає здатність протистояти зовнішнім навантаженням, що може призвести до значних відхилень, коливань, або навіть до її руйнування чи втрати функціональності. У будівництві це явище може виникати через різні причини: конструктивні помилки, неточності в розрахунках, несподівані зміни навантажень, зміни ґрунтових умов або властивостей матеріалів. Усе це може викликати втрату стійкості окремих елементів або всієї споруди.

Аналіз і врахування можливих ризиків для стійкості конструкції є критично важливими під час проектування і будівництва будівель та інженерних споруд. Такий аналіз включає оцінку впливу різних чинників на конструкцію і прийняття запобіжних заходів, щоб уникнути втрат стійкості або вирішити можливі причини цього явища.

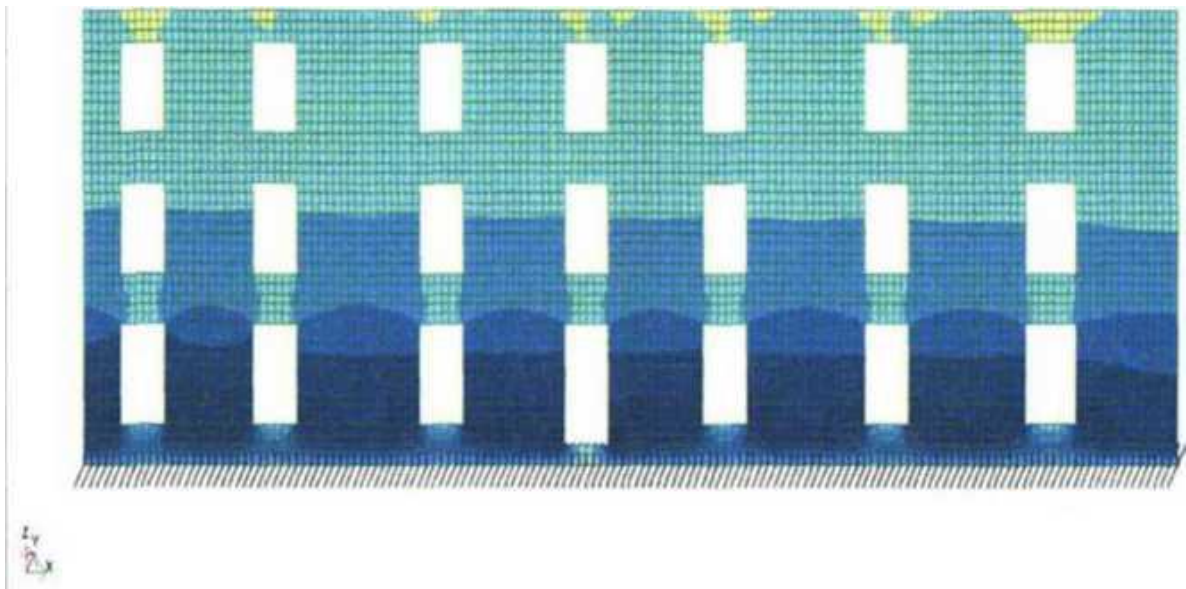


Рисунок 1.8 – Ізополя зусиль МХ з місцями локальних концентрацій напружень.

«Г» - подібна окремо стояча стіна

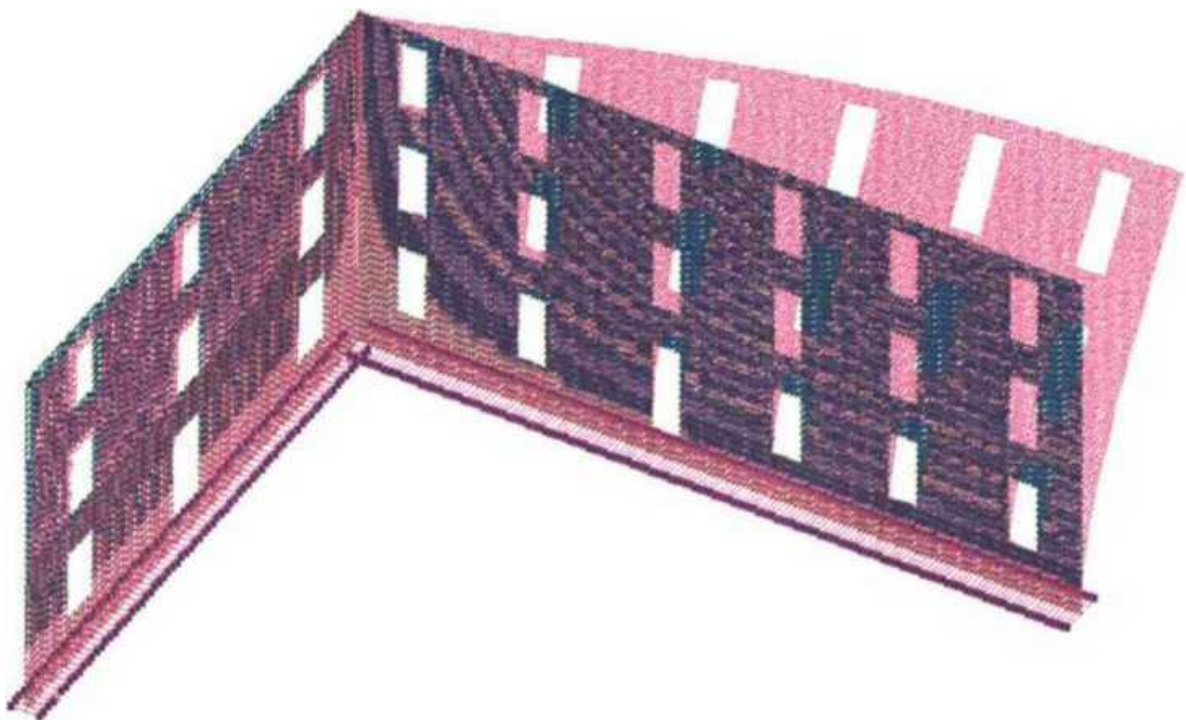


Рисунок 2.9 – 1-ша форма втрати стійкості

					АСС 2319226 ПЗ	Лист 24
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

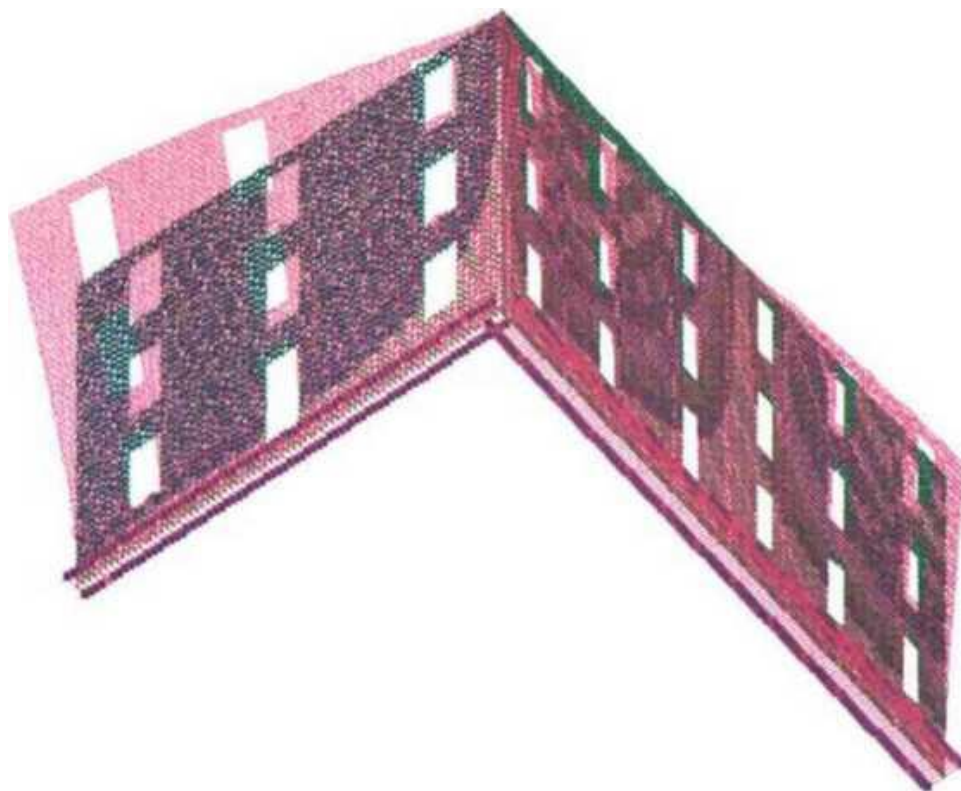


Рисунок 2.10 – 2-га форма втрати стійкості

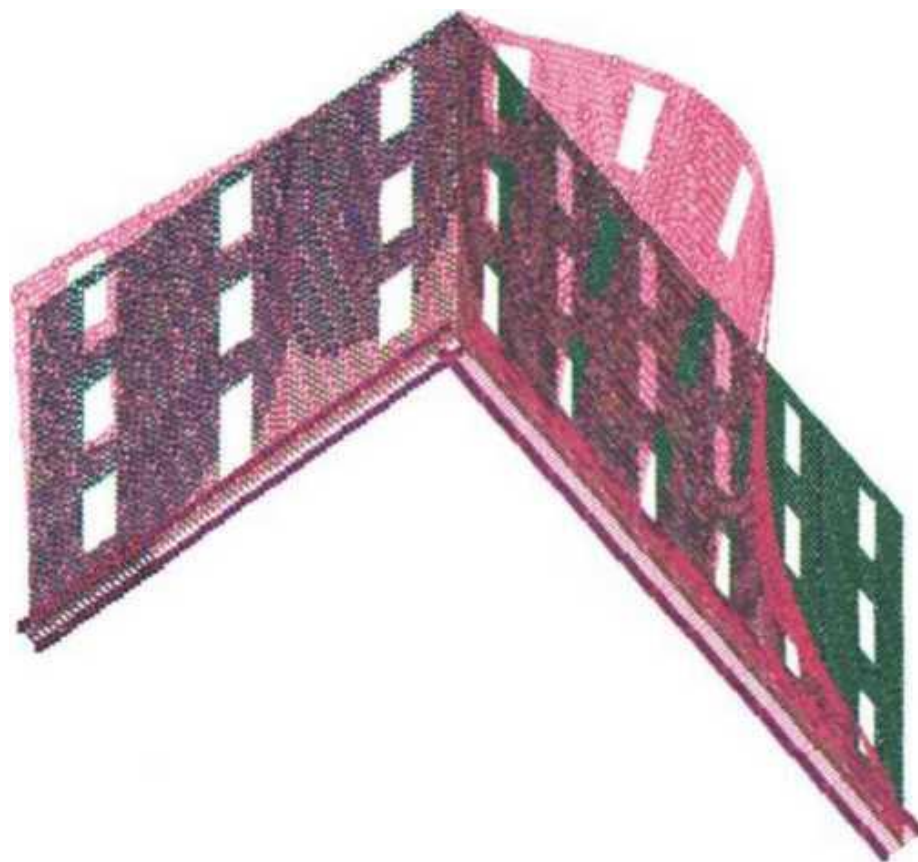


Рисунок 2.11 – 3-тя форма втрати стійкості

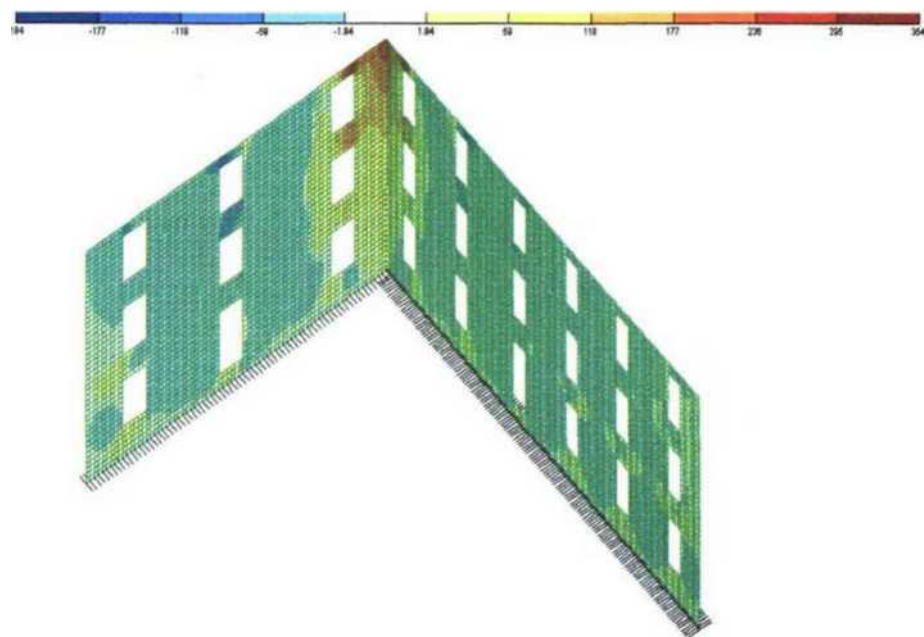


Рисунок 2.12 – Ізополя МХ з найбільшими моментами у верхній кутовій зоні

«П» - подібна окремо стояча стіна

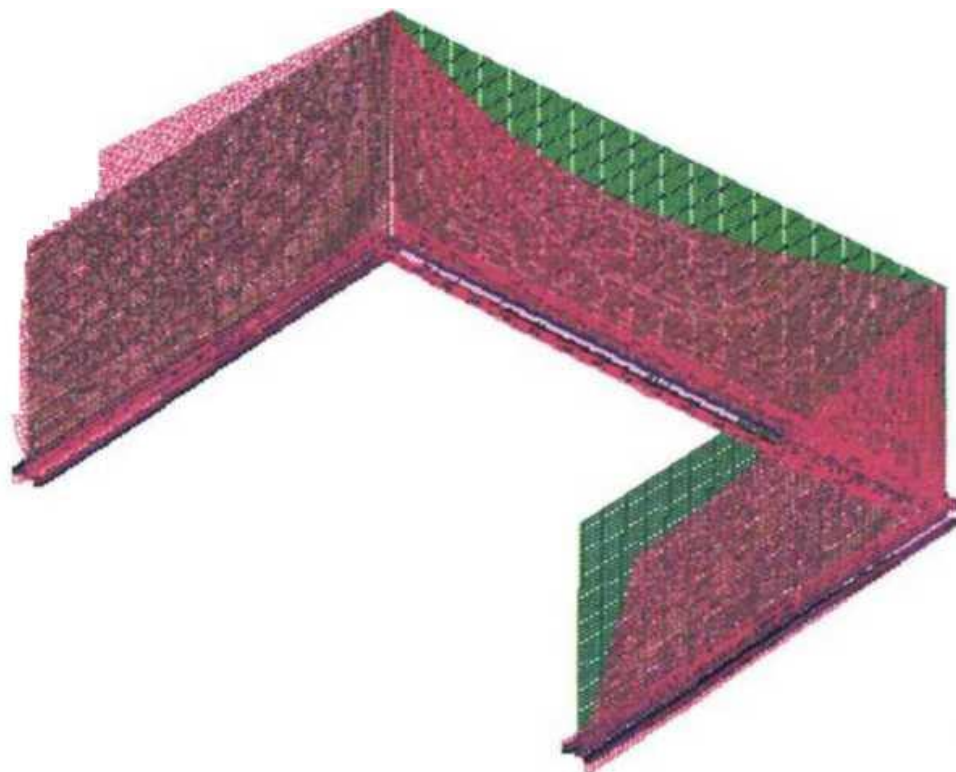


Рисунок 2.13 – 1-ша форма втрати стійкості

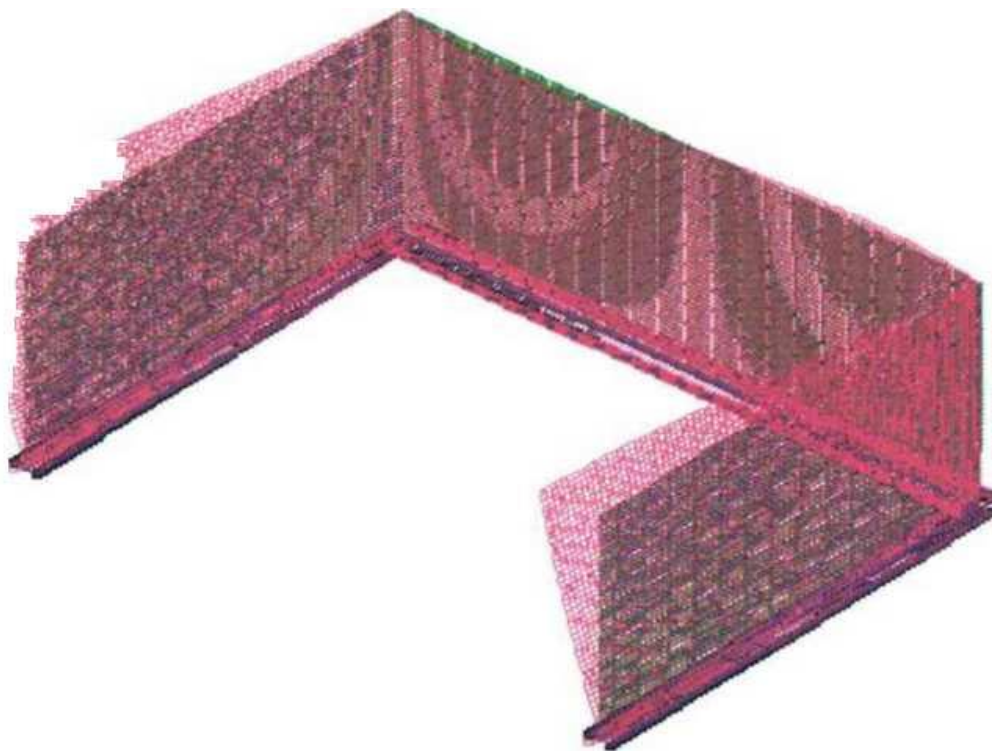


Рисунок 2.14 – 2-га форма втрати стійкості

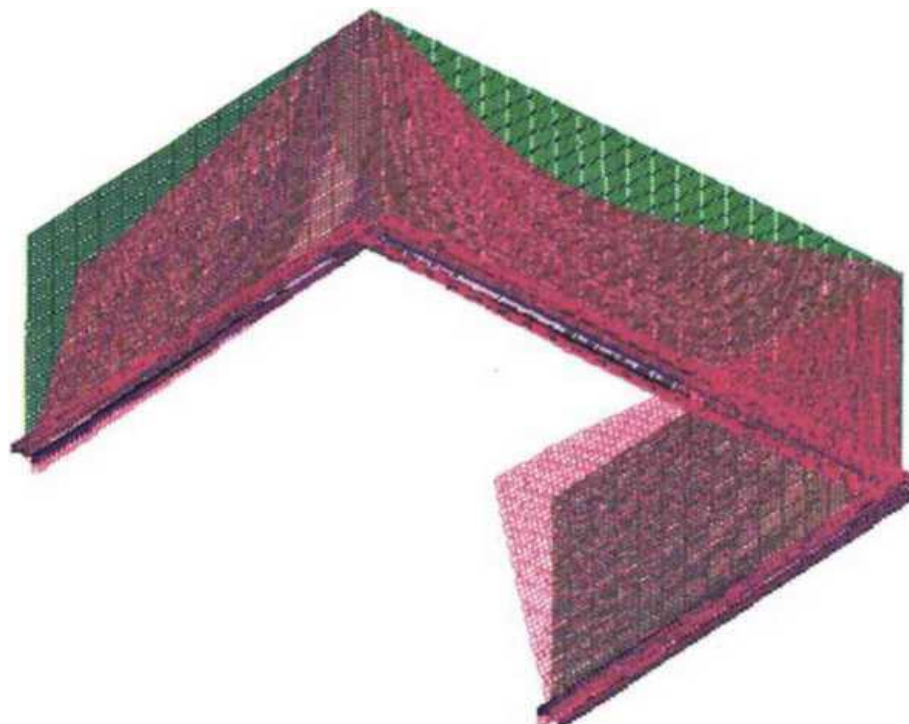


Рисунок 2.15 – 3-тя форма втрати стійкості

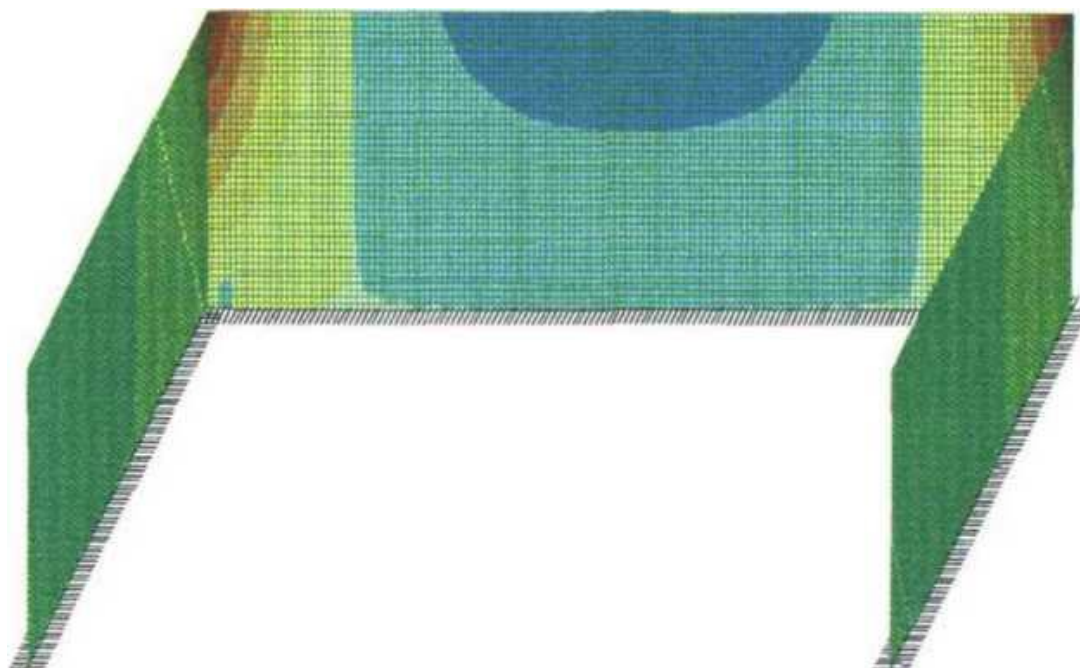


Рисунок 2.16 – Ізополя M_u з найбільшими моментами в верхніх кутових зонах

З огляду на сучасний рівень розвитку програмного забезпечення та потужність обчислювальних ресурсів, доцільно використовувати ПК «ЛІРА» для проведення всіх видів конструктивних досліджень. Цей підхід дозволяє ефективно вирішувати більшість завдань, що виникають при аналізі конструкцій.

Окрім стандартного статичного аналізу, слід також провести нелінійний аналіз розглянутих моделей. Це дає можливість точніше врахувати властивості жорсткості та міцності цегляної кладки. Програмний комплекс підтримує вирішення фізично нелінійних задач за допомогою покрокового методу, відомого як метод послідовних напружень. Такий підхід дозволяє моделювати процес поступового навантаження конструкції, де навантаження додаються частинами, і на кожному етапі відбувається коригування жорсткісних характеристик.

Особливу увагу в аналізі варто приділити врахуванню фізичної нелінійності для цегляних конструкцій, оскільки цей тип матеріалу широко використовується і демонструє нелінійну поведінку (залежність напружень від деформацій) вже на ранніх етапах навантаження.

Розрахунок виконується через покрокове збільшення навантаження за дискретною схемою з прямокутною сіткою. На кожному етапі навантаження визначаються основні параметри напружено-деформованого стану, що дозволяє глибше аналізувати поведінку конструкції під навантаженням і приймати більш точні інженерні рішення.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Висновки

1. Розробка методів для розрахунку стійкості та міцності вільностоячих цегляних стін стає необхідною під час реконструкції старих будівель, коли потрібно зберегти фасадні стіни, але при цьому частково або повністю замінити перекриття та видалити всі внутрішні стіни для створення сучасного планування.

2. Проведені чисельні дослідження показали, що для окремо стоячої глухої стіни граничні горизонтальні навантаження становлять розрахункові вітрові навантаження 40 кг/м^2 , а для такої ж стіни з отворами — 70 кг/м^2 .

3. Окремо стояча стіна з отворами виявилася більш стійкою, ніж суцільна стіна з однаковими умовами основи в поперечному напрямку, завдяки меншій масі конструкції з отворами.

4. Розрахунки стін з урахуванням нелінійних деформацій кладки і появи тріщин показали, що отримані результати майже не відрізняються від результатів, отриманих на пружній стадії. Проте значення переміщень при цьому значно більші, що важливо враховувати при аналізі.

5. При впливі горизонтальних навантажень на ізольовану стіну найбільші зусилля виникають у точці стику стіни з фундаментом. Це пояснюється тим, що розподілений вітровий тиск вздовж стіни змушує її працювати як консольну систему, з найбільшими напруженнями біля основи.

3 РОЗРАХУНОК НЕСУЧИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Конструювання фундаментів

Розрахункові характеристики

Грунт основи – гравій великоуламковий, умовний розрахунковий опір ґрунту $R_0 = 0,4$ МПа.

Бетон важкий класу В15, $R_{bt} = 0,75$ МПа, $\gamma_{b2} = 0,9$.

Арматура класу А300І, $R_s = 365$ МПа.

Вага одиниці ваги бетону фундаменту та ґрунту на його обрізах $\gamma_m = 20$ кН/м³.

Переріз колони 300х300мм.

Арматура класу А300І; $d > 10$ мм: $R_s = R_{sc} = 365$ МПа, $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Розрахунок фундаментів виконується на найбільшу небезпечну комбінацію зусиль в перерізі.

Для визначення зусиль у колонах був виконаний розрахунок каркаса будівлі в програмі "SCAD". дані розрахунку показані в таблиці (Додаток Б).

Розрахунок фундаменту під середню колону

$$N = 1520,175 \text{ кН.}$$

Зважаючи на відносно малі значень ексцентриситету фундамент розраховуємо як центрально-завантажений. Глибину закладення колони в фундаменті призначаємо не менше значень:

$$H_{an} \geq 25 \text{ см} + 1,5h = 25 + 1,5 \cdot 0,4 = 85 \text{ см}$$

Приймаємо глибину стакана фундаменту 90см.

Глибина закладення фундаменту при відстані від планувальної відмітки до верху фундаменту 150мм:

$$H_1 = 900 + 150 = 1050 \text{ мм} = 1,5 \text{ м}$$

Нормативне значення зусиль визначено діленням розрахункових зусиль на коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_n = 1,15$ $N_n = 1495,8$ кН.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Попередньо площа підшви фундаменту визначаємо за умовного тиску на ґрунт R_0 :

$$A_f = 1,05 \cdot \frac{N_n}{R_0 - \gamma \cdot H_1},$$

де 1,05- коефіцієнт, що враховує наявність моменту;

N_n - нормативне зусилля, що передається з колони на фундамент;

R_0 - умовний тиск на ґрунт, залежне від виду ґрунту;

γ - усереднене навантаження від одиниці об'єму фундаменту і ґрунту на його уступах, $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$;

H_1 - глибина закладання фундаменту.

$$A_f = 1,05 \cdot \frac{1495,8}{400 - 20 \cdot 1,05} = 3,95 \text{ м}^2$$

Розмір сторони квадратної підшви:

$$a = \sqrt{A_f} = \sqrt{3,95} = 1,99 \text{ м}.$$

Приймаються розміри підшви фундаменту 2,4х2,4м.

Фундамент триступеневий, висота ступенів прийнята однаковою.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

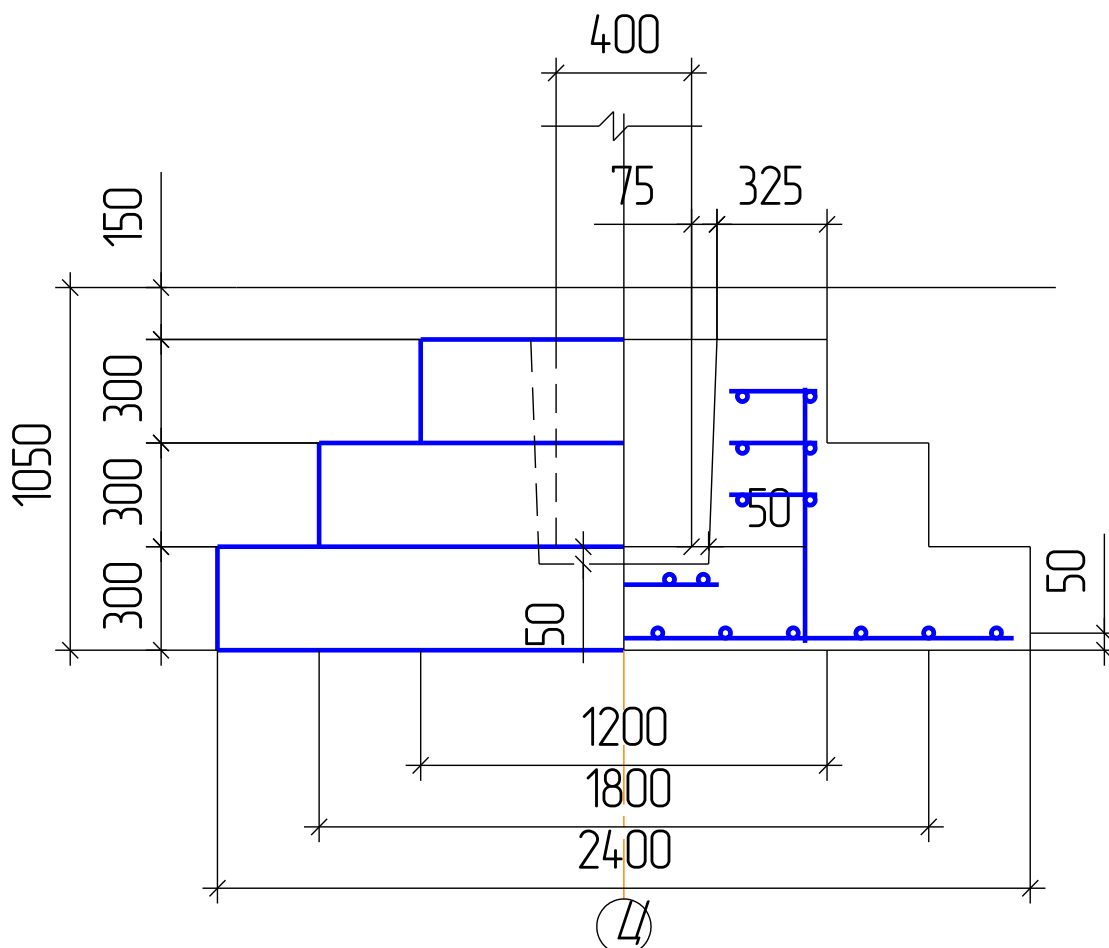


Рисунок 3.1 - До розрахунку фундаменту

Тиск на ґрунт від розрахункового навантаження:

$$p = \frac{N}{A} = \frac{1520,175}{5,76} = 298,64 \text{ кН/м}^2 < R_0 = 400 \text{ кН/м}^2$$

Робоча висота фундаменту з умови продавлювання :

$$h_0 = -0.25(h_c + b_c) + 0.5 \sqrt{\frac{N}{R_{bt} + p}} = -0.25(0.3 + 0.3) + 0.5 \sqrt{\frac{1520,175}{0.75 \cdot 0.9 \cdot 10^3 + 298,64}} = 0,465 \text{ м}$$

где h_c, b_c - розміри колони.

Повна висота фундаменту встановлюється з умов:

1. Продавлювання

$$H = h_0 + 5 \text{ см} = 48 \text{ см}$$

2. Закладення колони у фундаменті

$$H = 1.5h_{col} + 25 = 1.5 \cdot 40 + 25 = 85 \text{ см}$$

Приймаємо повну висоту фундаменту 90 см, $h_0 = 85 \text{ см}$

Розрахункова схема нижньої частини фундаменту приймається у вигляді консолі з рівномірно розподіленим навантаженням, рівної тиску на ґрунт.

Розрахунковий згинальний момент по грані колони й на межі верхньої ступеня визначається за формулами:

$$M_I = 0.125 p (a - h_{col})^2 b = 0.125 \cdot 298,64 (2.4 - 1.8)^2 \cdot 2.4 = 32,25 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{II} = 0.125 p (a - a_1)^2 b = 0.125 \cdot 298,64 (2.4 - 1.2)^2 \cdot 2.4 = 129,01 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{III} = 0.125 p (a - a_1)^2 b = 0.125 \cdot 298,64 (2.4 - 0.4)^2 \cdot 2.4 = 358.37 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Площа перерізу арматури визначається за формулою:

$$A_{s1} = \frac{M}{0.9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{358.37 \cdot 10^5}{0.9 \cdot 86 \cdot 365 \cdot 100} = 12.69 \text{ см}^2$$

Приймаються 12 Ø14 A400с $A_{s1} = 18,47 \text{ см}^2$.

Відсотки армування

$$\mu_I = \frac{A_{sI}}{b_I \cdot h_0} \cdot 100\% = \frac{18.47}{40 \cdot 86} \cdot 100\% = 0.5\% > 0.05\%$$

$$\mu_{II} = \frac{A_{sII}}{b_{II} \cdot h_{0I}} \cdot 100\% = \frac{7.096}{110 \cdot 115} \cdot 100\% = 0.05\% \geq 0.05\%$$

Приймаються сітку однаковою в обох напрямках робочою арматурою зі стрижнів 12 Ø14 A400с $A_{s1} = 18,47 \text{ см}^2$, крок арматури 200мм.

Перевіряємо монолітну частину або нижній щабель монолітної частини на міцність проти продавлювання:

$$p \leq \gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot h_{02} \cdot u_m$$

де R_{bt} - розрахунковий опір бетону осьовому розтягу;

u_m - середнє арифметичне між периметрами верхнього і нижнього підстав піраміди продавлювання в межах корисної висоти

$$u_m = 2 \cdot (h_k + b_k + 2 \cdot h_0) = 2 \cdot (0.4 + 0.4 + 2 \cdot 0.86) = 5.04 \text{ м}$$

Продавлююча сила $P = N - A_1 p$,

де N – розрахункове зусилля, що передається з колони;

A_1 – площа нижньої основи піраміди продавлювання

$$A_1 = (h_k + 2 \cdot h_0) \cdot (b_k + 2 \cdot h_0) = (0.4 + 2 \cdot 0.86) \cdot (0.4 + 2 \cdot 0.86) = 4.49 \text{ м}^2$$

Продавлююча сила

$$P = 902.732 - 4.49 \cdot 178 = 102.73 \text{ кН}$$

$$\gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot h_{02} \cdot u_m = 0.9 \cdot 750 \cdot 10^3 \cdot 0.86 \cdot 5,04 = 2925.72 \text{ кН}$$

$P = 102,73 \text{ кН} < 2925,72 \text{ кН}$ - отже, міцність монолітної частини або нижньої ступені проти продавливання забезпечена. Аналогічно порахований фундамент для елемента ФМ-1 та ФМ-3, для яких прийняті розміри фундаменту та . Армування фундаменту представлено в графічній частині та Додатку В

3.2 Розрахунок монолітного залізобетонного каркасу

3.2.1 Розрахунок плити перекриття

3.2.1.1 Збір навантажень

Запускаємо програму для збору навантаження «ВЕСТ», яка є складовою розрахункового комплексу SCAD (див. рисунок 3.2), для збору навантажень.

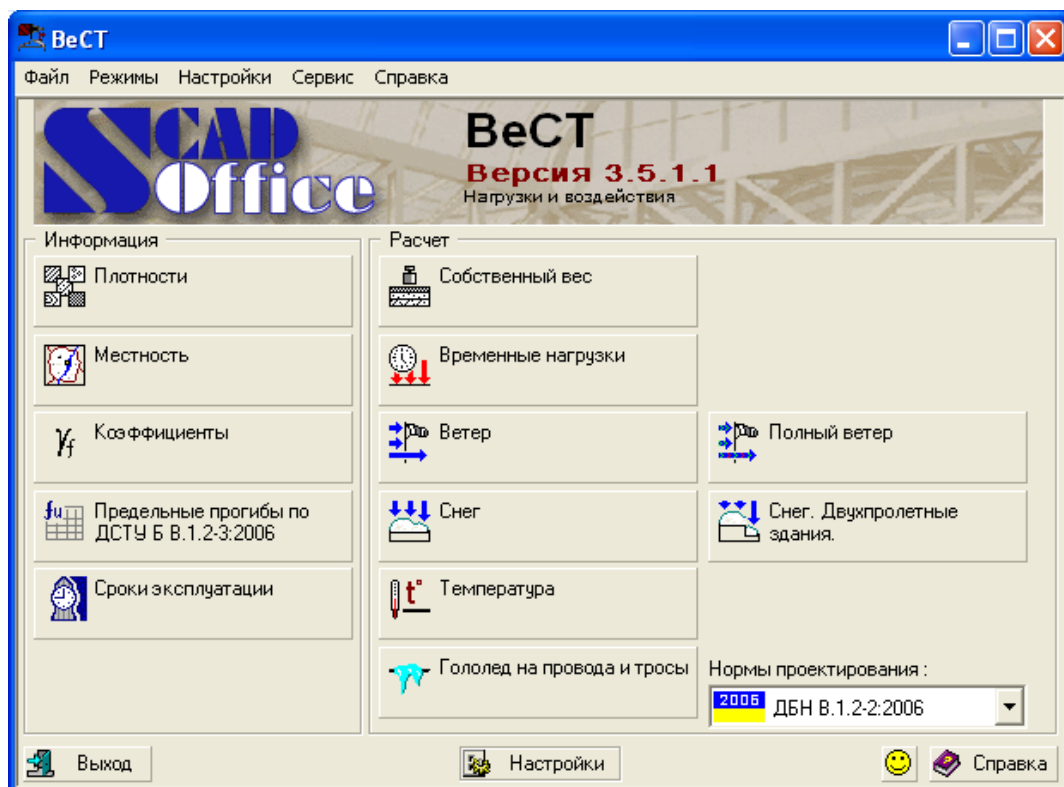


Рисунок 3.2 – Интерфейс программы «ВЕСТ» комплексу SCAD Office.

Коли відкриваєш програму, на екрані з'являється головне вікно, де можна обрати потрібний режим роботи. Кожен режим доступний через окрему кнопку. Всі режими умовно діляться на два типи:

- **Інформаційні** – надають довідкові дані про навантаження та впливи.
- **Розрахункові** – використовуються для обчислення навантажень і впливів згідно з вимогами ДБН або ДСТУ.

Інформаційні режими:

- **«Щільності»** – показує інформацію про густину основних будівельних матеріалів.
- **«Місцевість»** – дозволяє визначити параметри навантажень, які залежать від географічного розташування об'єкта.
- **«Коефіцієнти»** – надає дані про коефіцієнт надійності для навантаження (γ_f).
- **«Граничні прогини»** – містить дані про допустимі значення прогинів і переміщень.
- **«Терміни експлуатації»** (за ДБН) – показує дані про терміни експлуатації будівель і споруд.
- **«Навантаження від транспорту»** – довідкові дані про навантаження від транспортних засобів.

Розрахункові режими:

- **«Власна вага»** – дозволяє обчислити навантаження від ваги багатошарового матеріалу на 1 м².
- **«Тимчасові»** – обчислює тимчасові навантаження для різних приміщень.
- **«Вітер»** – рахує статичні вітрові навантаження для різних споруд.
- **«Вітер.Пульсації»** – враховує динамічний ефект вітру на споруди прямокутної форми.
- **«Повний вітер»** – додає до розрахунків вітрові пульсації для вертикальних і циліндричних споруд.
- **«Сніг»** – обчислює снігові навантаження для різних типів споруд.

- «Сніг. Двопролітні будівлі» – обчислює снігові навантаження для двопролітних споруд.
- «Температура» – визначає вплив температури на будівлі.
- «Ожеледь на дроти і троси» – рахує навантаження від ожеледі й вітру на дроти.

Результати розрахункових режимів:

Кожен розрахунковий режим видає значення нормативних і розрахункових навантажень, відповідно до вимог чинних українських будівельних норм. У головне вікно можна повернутися, натиснувши «Меню». Також є можливість переходити між режимами через «Функції» головного меню. Тут же можна обрати норми проєктування й налаштувати одиниці виміру відповідно до українських стандартів.

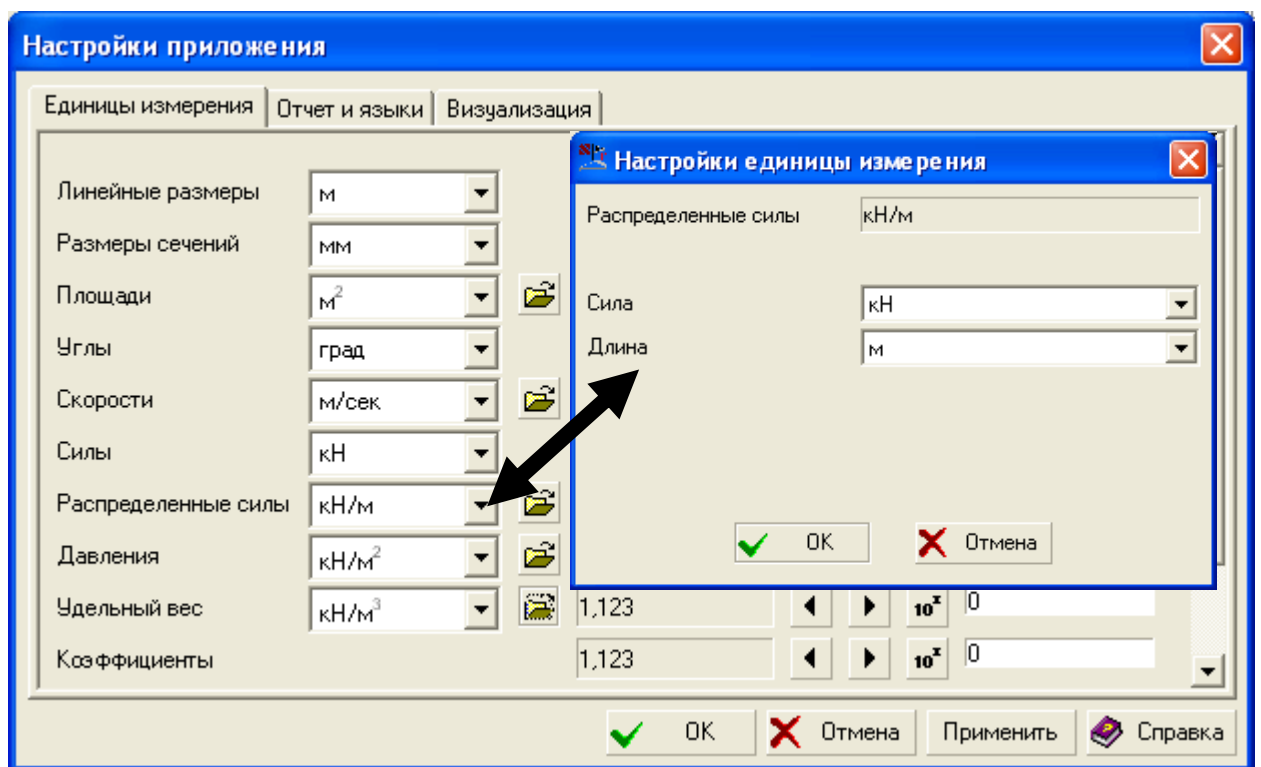


Рисунок 3.3 – Налаштування одиниць виміру «ВЕСТ».

Режим «Власна вага» використовується для розрахунку навантаження, яке конструкція підлоги створює на перекриття за рахунок своєї ваги. У цьому режимі можна обчислити загальне навантаження від пакета, що складається з кількох шарів різних матеріалів. Функція активується через однойменне діалогове вікно.

У лівій частині вікна представлено таблицю з доступними матеріалами, а в правій – перелік тих матеріалів, які вже обрані для розрахунків і входять до складу конструкції. Такий підхід дозволяє швидко вибрати потрібні шари та розрахувати їхню сукупну вагу для точного визначення навантаження на перекриття.

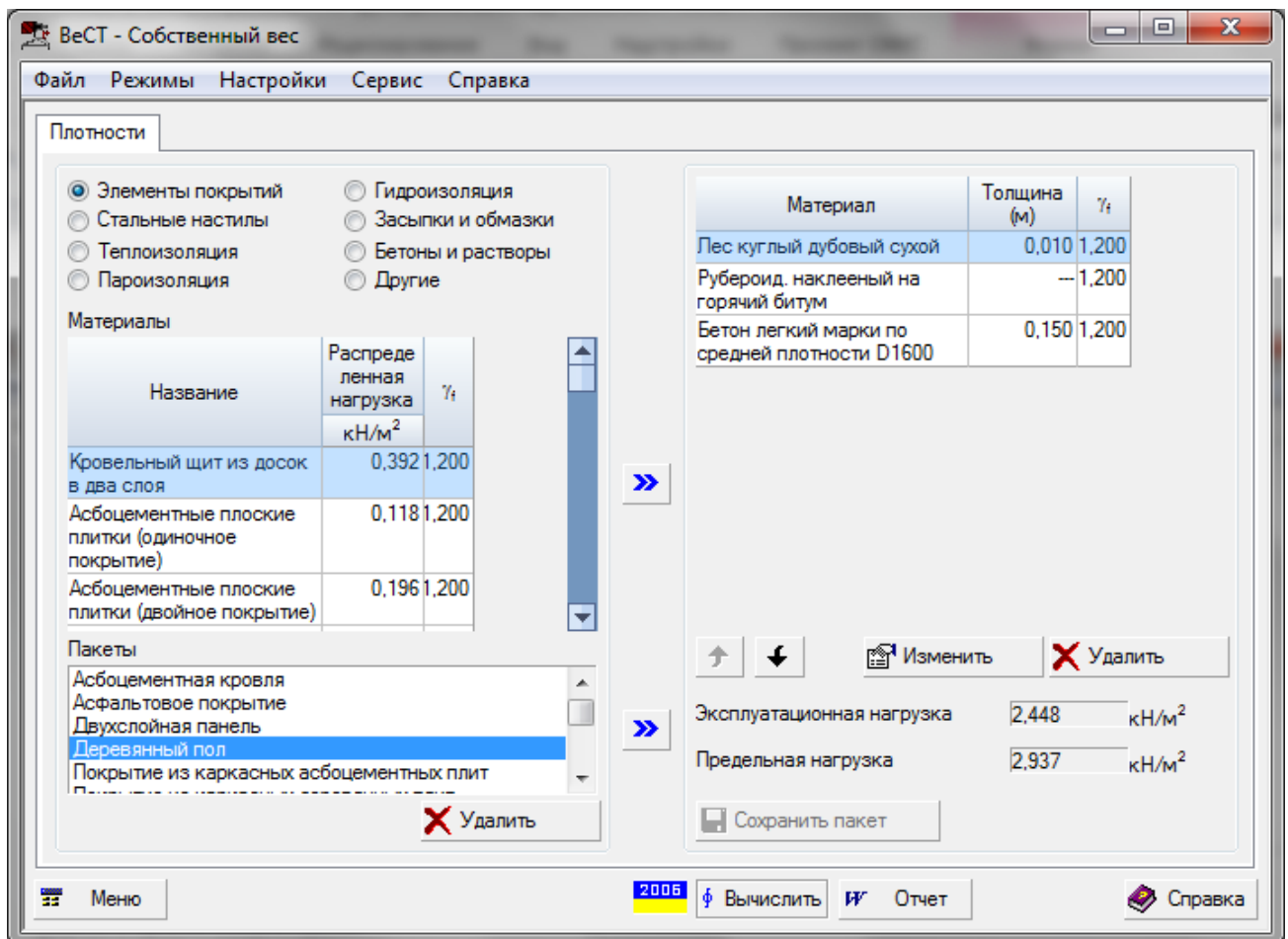


Рисунок 3.4 – Визначення навантаження від власної ваги конструкції

Щоб задати кожен шар пакета підлоги, спочатку потрібно обрати групу, до якої належить матеріал. Натискаємо на маркер групи – це можуть бути елементи покриттів, теплоізоляція, пароізоляція, гідроізоляція, бетон та інші. Після цього в лівій таблиці з'явиться перелік матеріалів із вибраної групи. Кожен матеріал має позначення ваги (об'ємної або для 1 м² готового елемента) та коефіцієнт надійності, згідно з нормами ДБН (п. 6.2).

Щоб додати матеріал у склад пакета, обираємо потрібний рядок у лівій таблиці й натискаємо «Матеріал». Вибрані матеріали з'являються у правій таблиці, де формується повний список шарів пакета. Подвійний клік на рядку дозволяє внести дані про товщину шару. Якщо товщина не змінюється, у цьому полі стоїть прочерк.

Склад пакета можна коригувати, видаляючи зайві шари кнопкою «Удалить». Якщо пакет типовий, його можна зберегти, використавши кнопку «Сохранить пакет», де вказується назва пакета. Пакет додається у список «Пакети» і при потребі може бути завантажений у робочу таблицю. Далі його можна доповнити новими матеріалами або видалити зайві.

Натиснувши «Обчислити», у полях «Експлуатаційна» та «Граничне навантаження» програма покаже відповідні розрахункові значення на 1 м² для цього пакета за ДБН. Після цього можна створити звіт, натиснувши «Звіт», і зберегти його – він знадобиться, як зазначено в Додатку Б.

Далі для визначення тимчасового навантаження на перекриття згідно з призначенням будівлі потрібно перейти в режим «Тимчасові навантаження» і виконати відповідні налаштування.

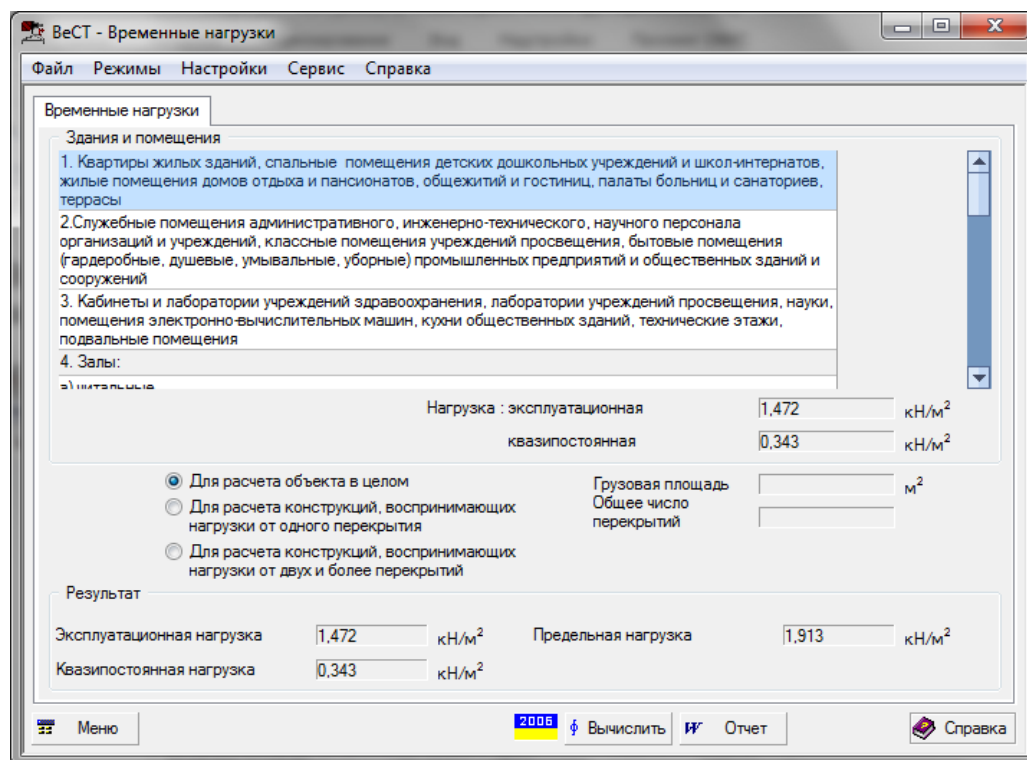


Рисунок 3.5 – Визначення тимчасового навантаження

У цьому режимі можна обрати рівномірно розподілені тимчасові навантаження для перекриттів, сходів, підлог тощо. Вибір навантажень виконується відповідно до пунктів 6.5-6.9 ДБН, де враховуються повні та знижені значення навантажень, а також їхні характеристичні й квазіпостійні значення. Вони коригуються за допомогою коефіцієнтів, що залежать від площі, на яку діє навантаження (пп. 8.2.4 та п. 6.8 ДБН), і коефіцієнтів комбінацій, які враховують кількість навантажених перекриттів у багатоповерховій будівлі (п. 6.9 ДБН).

Тип приміщення обирається з випадającego списку «Будинки та приміщення», а вид конструкції, для якої виконується розрахунок, задається через відповідний маркер. Після вибору всіх параметрів натискаємо кнопку «Обчислити», і програма виведе значення експлуатаційних, граничних та квазістатичних навантажень згідно з вимогами ДБН.

Для визначення снігового та вітрового районів згідно з індивідуальними умовами будівництва (район спорудження) можна скористатися довідником «Місцевість» у головному меню програми «ВЕСТ» (рис. 3.2), де після вибору потрібного району натискаємо «Застосувати».

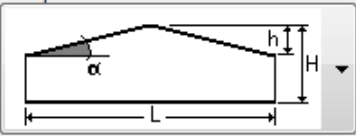
Щоб розрахувати снігове навантаження, вибираємо режим «Сніг» у головному меню (рис. 3.6). Для розрахунків задаємо двосхилий тип покрівлі з ухилом 1:10.

BeCT - Снег

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Исходные данные Снеговые нагрузки

Покрытие



Высота здания H 9 м

Ширина здания B 18 м

☒ h 3,3 м

☐ α 5,7 град

L 66 м

h_i 0 м

a 0 м

f 0 м

Характеристический вес покрытия 0 кН/м²

Покрытие Профнастил и ж/б

☐ Возможность таяния или очистки снега

Высота размещения
строительного объекта над
уровнем моря 0,156 км

Местность

Снеговой район 3

Характеристическое
значение снеговой 1,2 кН/м²

Меню $\gamma_{fm} = 1,1$ 2006 Вычислить Справка

Рисунок 3.6 – Визначення снігового навантаження

У вкладці «Вихідні дані» вносяться початкові параметри для розрахунку снігового навантаження, включаючи інформацію про тип покриття будівлі й сніговий район, у якому вона розташована. У секції «Місцевість» можна вибрати сніговий район з випадального списку, після чого програма автоматично задає характеристичне значення снігового навантаження відповідно до ДБН.

Особливості введення даних

Кліматичні дані автоматично підставляються після вибору району в діалоговому вікні «Місцевість» і натискання кнопки «Застосувати». Якщо обрані норми проєктування відповідають ДБН, то через кнопку доступний список міст України з уточненими значеннями характеристичного навантаження (відповідно до Додатка Е). Після вибору міста та натискання «ОК» це значення автоматично переноситься у вихідні дані.

Профіль покриття будівлі обирається за допомогою відповідних кнопок із зображенням варіантів покриття. Після завершення налаштувань натискаємо кнопку «Обчислити» або переходимо на вкладку «Снігові навантаження», щоб отримати розрахункові дані. Тип покриття визначає схему навантаження, і в розрахункових полях виводяться експлуатаційні й граничні значення. Отриманий звіт можна знайти в Додатку Б.

Розрахунок вітрових навантажень

Для розрахунку вітрових навантажень переходимо в режим «Вітер», де використовується діалогове вікно «Вітер». На вкладці «Загальні відомості» задається інформація про тип місцевості й вітровий район. Якщо в діалоговому вікні «Місцевість» було натиснуто «Застосувати», значення для вітрового району й характеристичне значення вітрового тиску автоматично переносяться з цього вікна. Також є можливість самостійного вибору вітрового району. Якщо значення вітрового тиску не відповідає нормам, назва району в списку не вказується.

Для норм ДБН доступний список міст України (також відповідно до Додатка Е), звідки можна вибрати конкретне місто й автоматично перенести характеристичне значення вітрового навантаження у вихідні дані.

Тип місцевості та споруди обираються за допомогою маркерів, після чого можна перейти до сторінки «Обчислення вітрових навантажень». Тут вносяться додаткові дані для розрахунків і виводяться результати. Відповідно до п. 9.8 ДБН, тиск вітру, що діє на поверхню, вважається позитивним, а тиск, спрямований від поверхні, – негативним.

Для високих споруд враховується зміна швидкісного напору вітру по висоті, а для поверхонь, що мають невеликий нахил, вітрове навантаження не змінюється по висоті та визначається на основі верхньої точки покриття.

BeCT - Ветер

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Общие сведения Вычисление ветровых нагрузок

Местность

Ветровой район 3

Характеристическое значение ветрового давления 0,5 кН/м²

Тип местности I

Высота размещения строительного объекта над уровнем моря 0 км

открытые поверхности морей, озер, подвергающиеся ветру на участке длиной не менее 3 км и плоские равнины без препятствий

☐ Старший период собственных колебаний меньше 0,25 сек

Типы сооружений

☒ Вертикальные и отклоняющиеся от вертикальных не более чем на 15° поверхности

☐ Однопролетные здания без фонарей

☐ Однопролетные здания без фонарей, постоянно открытые с одной стороны

☐ Здания со сводчатыми или близкими к нему по очертанию покрытиями

☐ Навесы

☐ Цилиндрические резервуары

☐ Вытянутые сооружения и элементы с цилиндрической поверхностью

☐ Наклонные трубчатые элементы

Меню $\gamma_{fm} = 1,1$ 2006 ϕ Вычислить Справка

Рис. 3.7 – Вихідні дані для визначення вітрового навантаження

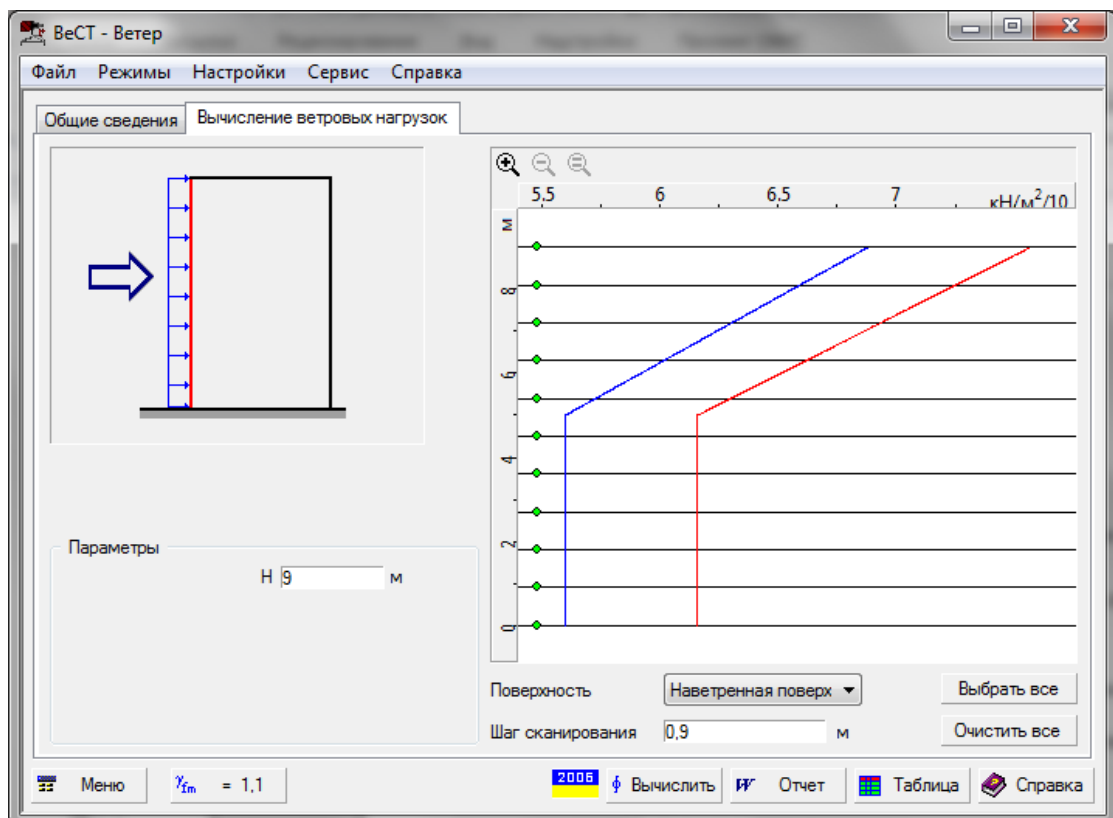


Рис. 3.8 – Визначення вітрового навантаження

3.2.1.2 Проектування плити

Для запуску програми «АРБАТ» відкриваємо встановлений комплекс SCAD. Спочатку виконуємо налаштування норм будівництва й вибираємо відповідні одиниці виміру, як показано на Рисунку 3.3. Це дозволяє адаптувати програму до актуальних вимог і забезпечити точність розрахунків.

Далі входимо в режим «Підбір арматури в балці» й створюємо розрахункову схему для монолітної плити. При цьому на екрані з'явиться вікно, яке відповідає вигляду, зображеному на Рисунку 3.9. Тут ми зможемо задати параметри плити, включно з геометрією, матеріалами та характеристиками арматури для виконання подальших розрахунків.

Общие параметры Нагрузки Бетон

Конструктивное решение

Количество пролетов: 5

☐ Жесткое защемление слева

☐ Левая консоль

0 м

3.6 м

3.6 м

3.6 м

3.6 м

3.6 м

☐ Правая консоль

☐ Жесткое защемление справа

0 м

Арматура Класс Коэффициент условий работы

Продольная	A-III	1
Поперечная	A-I	1

Максимальный процент армирования: 10

☒ Учитывать перераспределение усилий

Коэффициент надежности по ответственности: 1

Пролет: пролет 1

Число участков: 5

Задание длин участков

☒ Абсолютные

☐ Относительные

Сечение

b	h	a ₁	a ₂
1000 мм	100 мм	20 мм	20 мм

Расстояние до ц.т. арматуры

Валюта: ИР Отчет Справка

Рисунок 3.9 - Геометрична схема балочної конструкції

У режимі підбору арматури для багатопрогонових нерозрізних балок постійного перерізу розраховуємо необхідну арматуру з урахуванням міцності й тріщиностійкості. Балка розглядається як така, що піддається плоскому згину під дією різних навантажень (розподілених і зосереджених), які можуть бути класифіковані за типами: постійні, довготривалі, короткочасні, вітрові та снігові.

Основні етапи налаштування

1. Тип перерізу: Розрахунки проводяться для балок з прямокутним, тавровим або двотавровим перерізом, обраний тип задається у відповідних полях.

2. Силіві фактори: Враховуються згинальний момент (M) і поперечна сила (Q). Балка розглядається без впливу поздовжніх сил.

3. Результат розрахунків: Програма виведе потрібну площу верхньої й нижньої поздовжньої арматури, а також площу й крок поперечної арматури для ділянок.

Введення даних

- Вкладка «Загальні параметри»:

- Задаємо кількість прольотів (до п'яти), тип перерізу, класи й коефіцієнти роботи поздовжньої та поперечної арматур, геометричні розміри перерізу та захисний шар бетону.

- Обираємо «Кількість прольотів» = 5 і вказуємо довжини прольотів у відповідних полях.

- Встановлюємо переріз плити, задавши довжину вирізу 1 м і товщину 100 мм.

- Клас арматури: поздовжня – А-III, поперечна – А-I.

- Для точного підбору арматури ділимо плиту на 5 ділянок, кожна з яких становить 20% від загальної довжини.

- Увімкнення маркера «Враховувати перерозподіл зусиль» дозволяє обчислити епюри з урахуванням перерозподілу моментів (максимально до 30%), але автоматично відключає розрахунок на тріщиностійкість.

- Вкладка «Навантаження»:

- Завдаємо три типи навантаження:

1. Власна вага конструкції.

2. Навантаження від конструкцій підлоги.

3. Тимчасове навантаження.

- Значення навантажень 2 та 3 беремо зі збору навантажень.

					ACC 2319226 ПЗ	Лист
						45
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Виконані налаштування допоможуть коректно розрахувати потребу в арматурі на різних ділянках балки, враховуючи всі необхідні фізичні фактори й типи навантажень, а також забезпечити довговічність і безпеку конструкції.

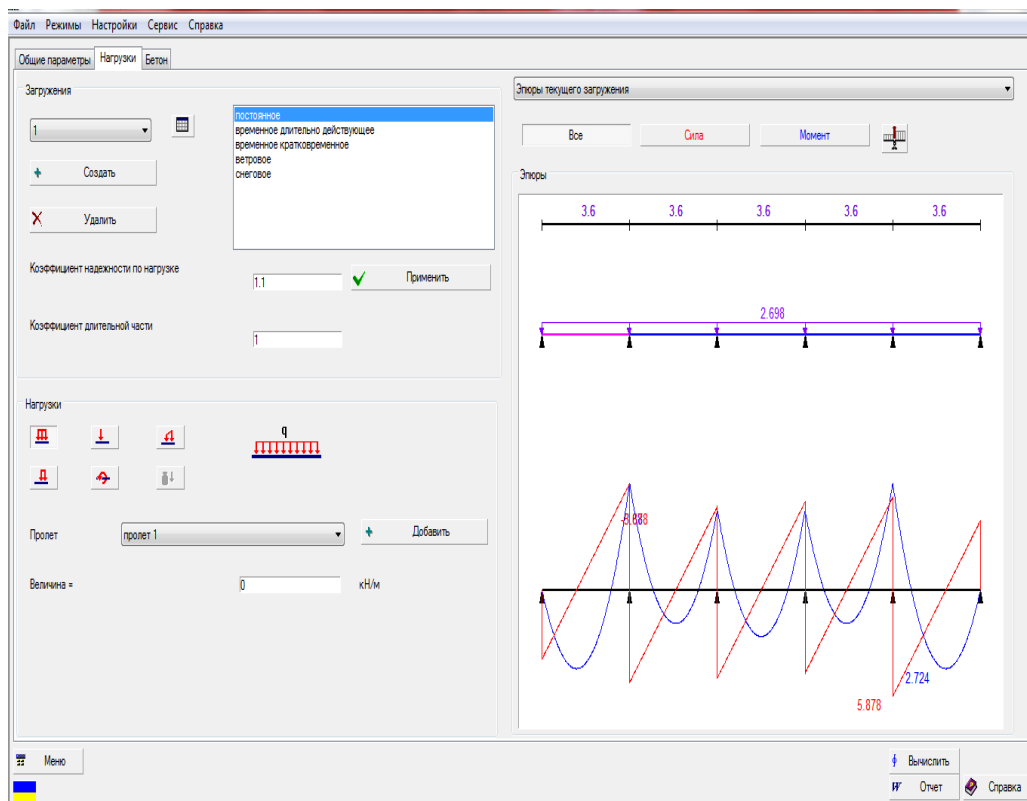


Рисунок 3.10 – Навантаження на балочну конструкцію та визначення внутрішніх зусиль і опорних реакцій

Процес введення завантажень на вкладці «Навантаження» у програмі виконується за такими кроками:

1. Створення нового завантаження:

- Натискаємо кнопку «Створити», щоб додати нове завантаження.
- Обираємо тип завантаження зі списку (постійне, довготривале, короткочасне, вітрове або снігове).
- Задаємо тип навантаження, вибравши зображення розподіленого або зосередженого навантаження.

2. Введення параметрів навантаження:

- Вводимо значення розрахункової величини.

- Для снігових та короткочасних навантажень встановлюємо коефіцієнт тривалої частини.

- Задаємо коефіцієнт надійності для всього завантаження.

3. Призначення навантаження на проліт:

- Обираємо проліт або консоль, на яку буде прикладено навантаження.

Обраний проліт підсвічується червоним кольором.

- Натискаємо «Додати», щоб завершити введення для поточного завантаження.

4. Введення інших типів навантажень:

- Додаємо додаткові завантаження, повторюючи попередні кроки.

Додаткові параметри завантажень:

- Розподілені навантаження: Вказуємо інтенсивність.

- Розподілене навантаження на частині прольоту: Вказуємо інтенсивність, позицію і ширину прикладання.

- Зосереджена сила: Вказуємо величину та положення в прольоті.

- Зосереджений момент: Вказуємо величину моменту та його позицію в прольоті.

- Трапецієподібне навантаження: Вказуємо інтенсивність на початку й кінці, прив'язку й ширину прикладання.

- Власна вага: Додається кнопкою «Власна вага» без додаткових налаштувань.

Налаштування коефіцієнтів:

Усі введені навантаження належать до поточного завантаження, поки не створено наступне. Коефіцієнт тривалої частини й коефіцієнт надійності стосуються всього завантаження і при обчисленні РСУ враховується останнє введенне значення. Для збереження змін після редагування коефіцієнтів потрібно натиснути «Применить».

Управління завантаженнями:

- Видалення завантаження: Кнопка «Удалить» дозволяє видалити поточне завантаження.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Коригування завантажень: Для редагування вибираємо номер завантаження зі списку.

- Епюри завантажень: Якщо в полі «Епюри» обрано «Епюри поточного завантаження», програма буде автоматично оновлювати епюру після введення кожного нового параметра завантаження, відображаючи зміни в режимі реального часу.

Навантаження на екрані будуть показані схема завантаження й епюри моментів і поперечних сил поточного завантаження.

Кнопки «Все», «Сила» й «Момент» дозволяють вибрати режим відображення епюр. Кнопка «Опорні реакції»  приводить відображає значення опорних реакцій.

Програма дозволяє отримати не лише епюри моментів і поперечних сил для кожного навантаження, а й зусилля в ключових перерізах балки, що виникають від комбінацій заданих навантажень. У списку комбінацій, розташованому у верхній частині вікна епюр, відображаються:

- Екстремальні моменти та відповідні їм поперечні сили.
- Екстремальні поперечні сили та відповідні їм моменти.

Ці комбінації можна обчислити як для розрахункових, так і для нормативних значень навантажень, з урахуванням лише постійних і довготривалих навантажень, або з усіма видами навантажень.

Використання епюр

Під час переміщення курсора миші в області епюр на екрані з'являються числові значення моменту й поперечної сили в конкретному перерізі, який відповідає положенню курсора.

Редагування навантажень

Для коригування значень або видалення навантаження в межах одного завантаження використовується таблиця навантажень (доступ через кнопку у групі «Завантаження»). У діалоговому вікні «Таблиця навантажень»

відображаються тип, величина та позиція кожного навантаження. Після внесення змін потрібно натиснути «ОК», щоб зафіксувати оновлені дані.

Підбір арматури та експертиза

1. Вибір характеристик бетону: На вкладці «Бетон» (див. Рисунок 3.11) встановлюємо характеристики бетону, необхідні для розрахунку.

2. Розрахунок площі арматури: Після задання всіх параметрів (див. Рисунок 3.12) розраховуємо потрібну площу арматури. Отримані дані включають як верхню, так і нижню арматуру в кожній ділянці плити.

3. Експертиза арматури: Проводимо аналіз отриманих результатів, звертаючи увагу на дотримання конструктивних вимог щодо розміщення арматури (Рисунок 3.13). Для цього перевіряємо, чи значення відношення діючих навантажень і деформацій до граничних знаходяться в межах 0,7-0,9. Якщо є значний запас міцності, зменшуємо кількість арматури та повторюємо розрахунок.

4. Прогин плити: Визначаємо прогин конструкції на вкладці (Рисунок 3.14) та перевіряємо його відповідність вимогам норм.

5. Формування звіту: Після завершення розрахунків і експертизи формуємо звіт, який додається в Додаток Б.

Особливості армування залізобетонних конструкцій

Особливу увагу слід приділити конструктивним вимогам щодо розміщення арматури в залізобетонних конструкціях, щоб забезпечити міцність і стійкість плити.

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Общие параметры Нагрузки Бетон

Вид бетона: Тяжелый Класс бетона: B25

Плотность: 24 525 кН/м³

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия γ_{ld} : 1

Результирующий коэффициент без γ_{ld} : 1

Условия твердения: Естественное

Коэффициент условий твердения: 1

Меню

Вычислить Отчет Справка

Рисунок 3.11 – «Бетон»

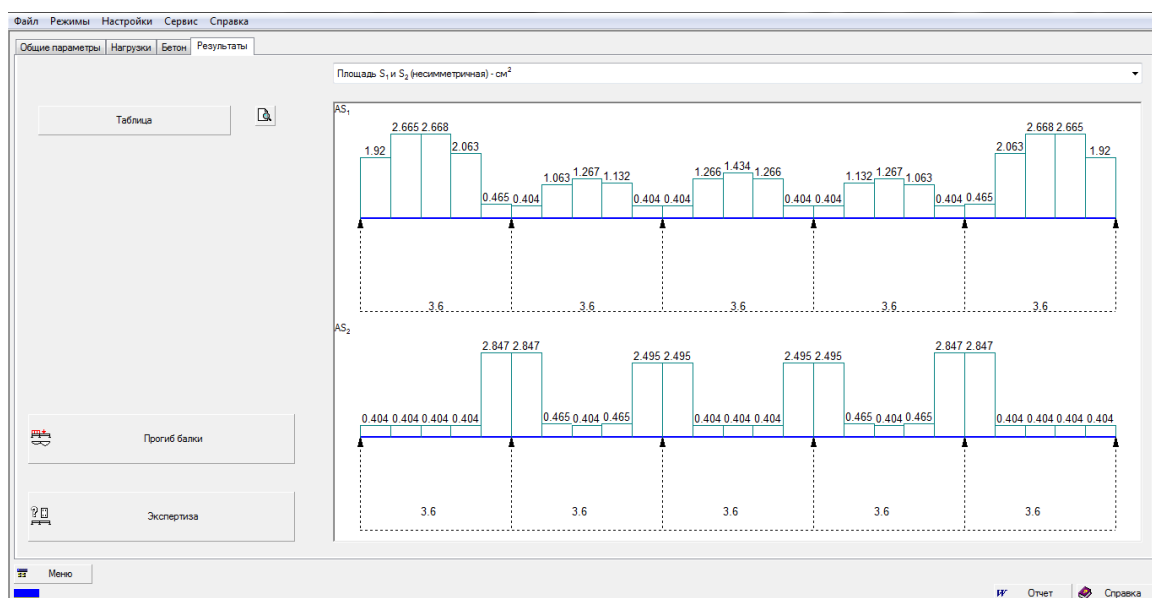


Рисунок 3.12 –Епюра армування балочної конструкції

Файл Режимы Настройки Сервис Справка					
Общие параметры Нагрузки Бетон Участки Результаты экспертизы					
Пролет	Участок	Проверка	Коэффициент		Факторы
пролет 1	1	Прочность по предельному моменту сечения	0.76		Факторы
	2	Прочность по предельному моменту сечения	0.734		Факторы
	3	Прочность по предельному моменту сечения	0.735		Факторы
	4	Прочность по предельному моменту сечения	0.672		Факторы
	5	Прочность по предельному моменту сечения	0.782		Факторы
пролет 2	1	Прочность по предельному моменту сечения	0.782		Факторы
	2	Прочность по предельному моменту сечения	0.544		Факторы
	3	Прочность по предельному моменту сечения	0.646		Факторы
	4	Прочность по предельному моменту сечения	0.578		Факторы
	5	Прочность по предельному моменту сечения	0.808		Факторы
пролет 3	1	Прочность по предельному моменту сечения	0.808		Факторы
	2	Прочность по предельному моменту сечения	0.646		Факторы
	3	Прочность по предельному моменту сечения	0.73		Факторы
	4	Прочность по предельному моменту сечения	0.646		Факторы
	5	Прочность по предельному моменту сечения	0.808		Факторы
пролет 4	1	Прочность по предельному моменту сечения	0.808		Факторы
	2	Прочность по предельному моменту сечения	0.578		Факторы
	3	Прочность по предельному моменту сечения	0.646		Факторы
	4	Прочность по предельному моменту сечения	0.544		Факторы
	5	Прочность по предельному моменту сечения	0.782		Факторы
пролет 5	1	Прочность по предельному моменту сечения	0.782		Факторы
	2	Прочность по предельному моменту сечения	0.672		Факторы
	3	Прочность по предельному моменту сечения	0.735		Факторы
	4	Прочность по предельному моменту сечения	0.734		Факторы
	5	Прочность по предельному моменту сечения	0.76		Факторы

Рисунок 3.13 – Экспертиза плиты

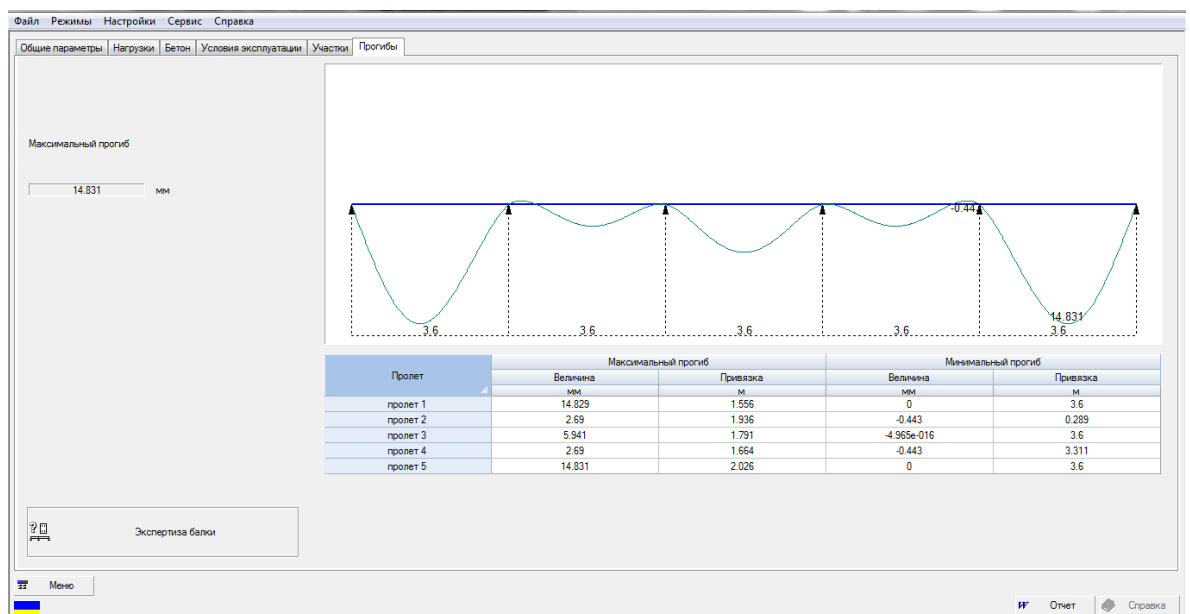


Рисунок 3.14 – Визначення прогинів плити

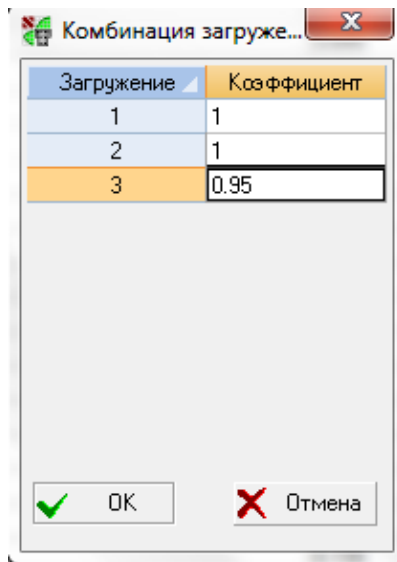


Рисунок 3.15 – Комбінація навантажень для визначення прогинів
Звіт по розрахунку конструкції і армування плити представлений у Додатку

3.2.2 Розрахунок балки перекриття

Спочатку запускаємо програму «АРБАТ» через комплекс SCAD. Після запуску виконуємо налаштування будівельних норм та одиниць виміру відповідно до зображення на Рисунку 3.3, щоб забезпечити правильність параметрів під час розрахунків.

Далі переходимо в режим «Підбір арматури в балці» та створюємо розрахункову схему для монолітної залізобетонної балки з довжиною 3,6 м. Налаштування параметрів балки та розрахунки для балки довжиною 7,2 м будуть аналогічними. Після формування схеми на екрані з'явиться вікно, як показано на Рисунку 3.16, де можна продовжити налаштування та виконати розрахунок арматури для балки.

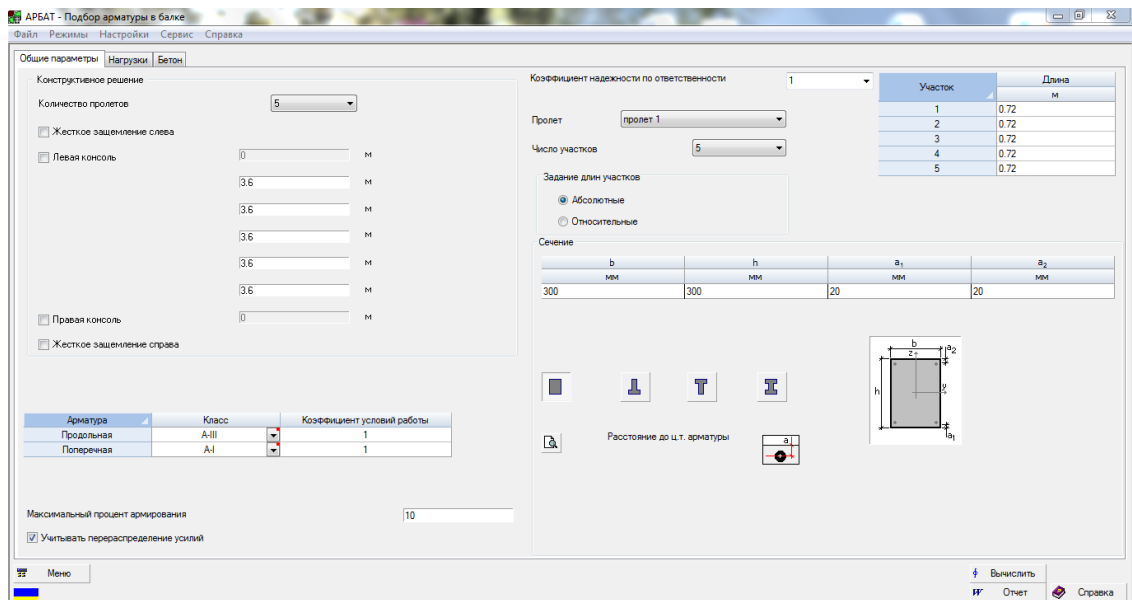


Рисунок 3.16 - Геометрична схема балочної конструкції

Після запуску програми та виконання налаштувань переходимо до конфігурації параметрів для розрахунку армування балки:

1. ****Призначення прольотів****:

- У полі «Кількість прольотів» вибираємо значення «5».
- Нижче задаємо довжину для кожного прольоту – для нашої балки це 3,6 м, тому вводимо це значення для всіх п'яти прольотів.

2. ****Вибір класу арматури****:

- Для поздовжньої арматури обираємо клас А-III.
- Для поперечної арматури – клас А-I.

3. ****Розбивка прольотів на ділянки****:

- Кожен з 5 прольотів ділимо на 5 рівних ділянок (по 20% від довжини прольоту), щоб забезпечити точніше розміщення арматури. Це допоможе оптимізувати розрахунок відповідно до вимог для різних зон балки.

4. ****Параметри перерізу балки****:

- У розділі «Перетин» вказуємо розміри перерізу балки, встановлюючи значення 300x300 мм.

- Вказуємо товщину захисного шару бетону – 20 мм.

5. Задання навантажень:

- На вкладці «Навантаження» (див. Рисунок 3.17) передбачаємо чотири типи навантаження:

1. Власна вага конструкції.
2. Навантаження від конструкцій підлоги.
3. Тимчасове навантаження.
4. Вага плити перекриття (на 1 м²).

- Для навантажень від конструкцій підлоги та тимчасового навантаження (пункти 2 та 3) використовуємо дані зі збору навантажень.

Завдання цих параметрів дозволить провести коректний розрахунок армування та забезпечить відповідність балки необхідним нормативним вимогам.

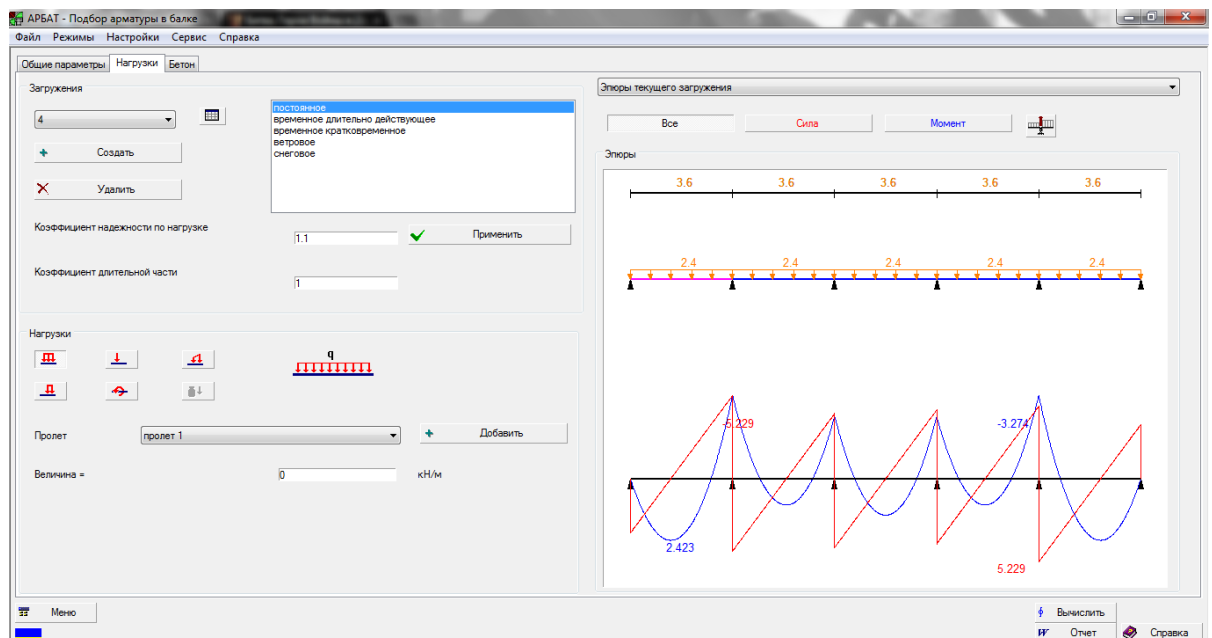


Рисунок 3.17 – Навантаження на балочну конструкцію та визначення внутрішніх зусиль і опорних реакцій

Для введення завантажень на вкладці «Нагрузка» слідуємо таким крокам:

1. Створення завантаження:

- Натискаємо кнопку «Створити» для створення нового завантаження.
- Вибираємо тип завантаження зі списку (постійне, тимчасове довготривале, короткочасне, вітрове або снігове).

2. Призначення типу навантаження:

- Обираємо тип навантаження, натиснувши кнопку із зображенням розподіленого або зосередженого навантаження. Для власної ваги використовуємо окрему кнопку, тоді як решта завантажень будуть рівномірно розподіленими.

3. Введення значень навантаження:

- Вводимо значення розрахункової величини для навантаження й застосовуємо його до всіх п'яти прольотів.

4. Задаємо коефіцієнт надійності:

- Встановлюємо значення коефіцієнта надійності, яке дорівнює 1,1 для всіх типів навантажень.

5. Призначення прольотів або консолей:

- Вибираємо проліт або консоль, де буде діяти навантаження. Обраний проліт буде підсвічений червоним кольором.

6. Додавання навантаження:

- Натискаємо кнопку «Додати», щоб зафіксувати введені навантаження.
- Повторюємо цей процес для кожного наступного типу навантаження.

Примітка: До моменту створення нового завантаження всі введені навантаження належатимуть поточному завантаженню. Пам'ятайте, що коефіцієнт тривалої частини та коефіцієнт надійності відносяться до всього завантаження і застосовується останнє введені значення. Після зміни коефіцієнта потрібно натиснути «Застосувати», щоб зберегти оновлення.

7. Видалення завантаження:

- Якщо потрібно видалити поточне завантаження, натискаємо кнопку «Видалити».

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						55
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Вибір бетону та розрахунок

Після введення завантажень переходимо на вкладку «Бетон», де вибираємо тип бетону. Для цього прикладу обираємо важкий бетон класу В25.

Підбір арматури та експертиза

1. Натискаємо кнопку «Обчислити», щоб отримати підібрані значення площ арматури, які з'являться у вікні (див. Рисунок 3.18).

2. Для аналізу та можливого редагування розрахованих параметрів переходимо до «Експертизи балки», натиснувши кнопку «Експертиза». Тут можна провести перевірку та внести коригування для оптимізації арматури відповідно до конструктивних вимог.

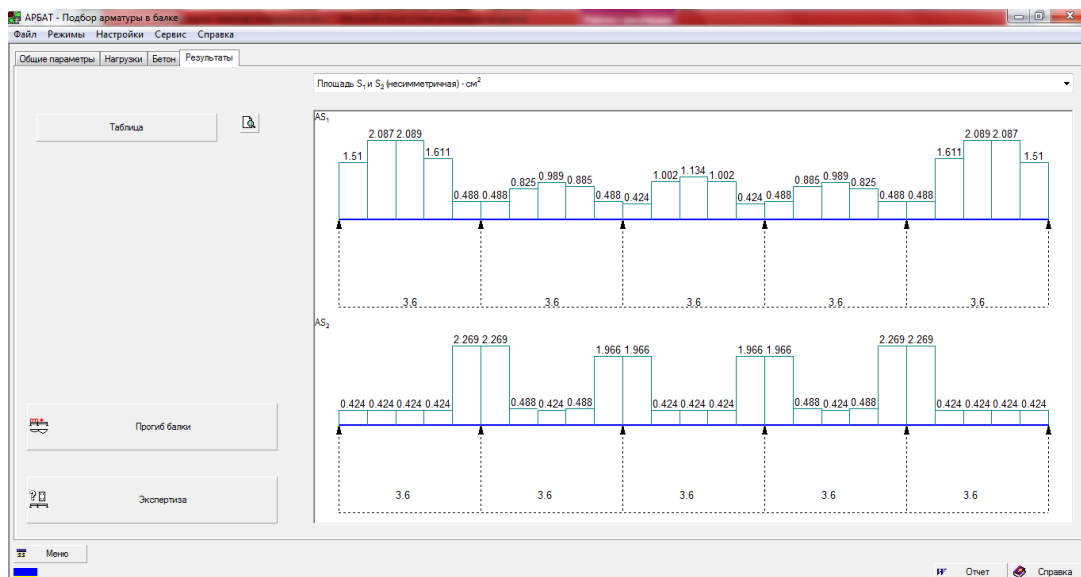


Рисунок 3.18 – Площі арматури

У вікні, яке з'явилося переходимо на вкладку «Ділянка», де перевіряємо, щоб арматура в перерізах відповідала нормам (Рисунок 3.19)

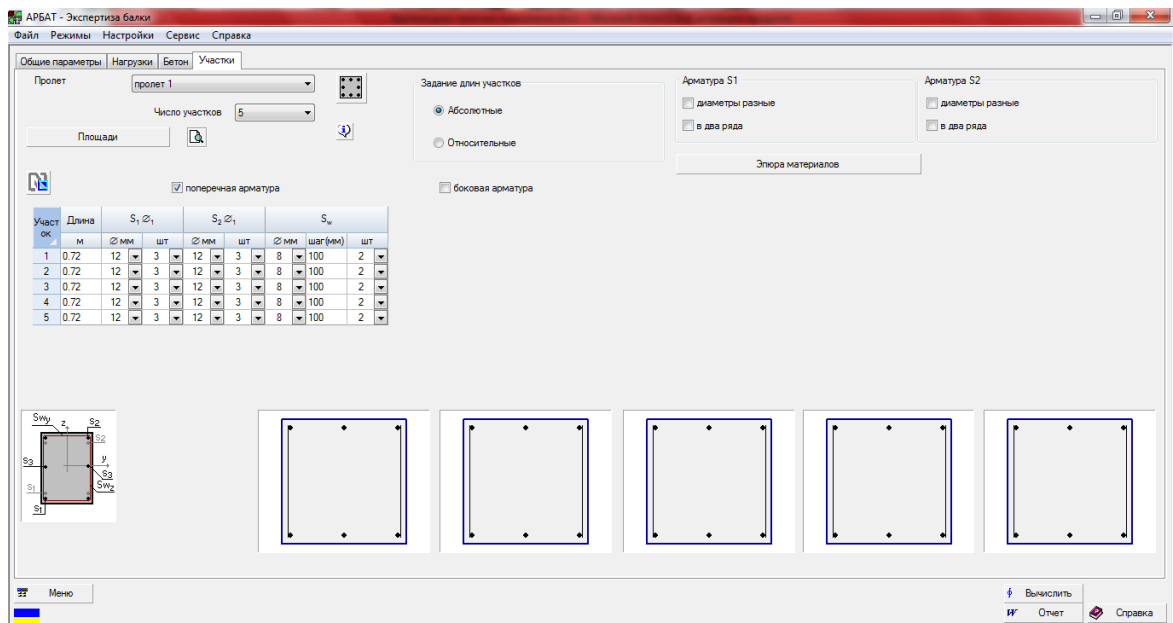


Рисунок 3.19 – Экспертиза балки

Натискаємо «Обчислити», отримуємо значення міцності по максимальному моменту в перерізі. Перевіряємо щоб значення не були більше 0,9. (Рисунок 3.20)

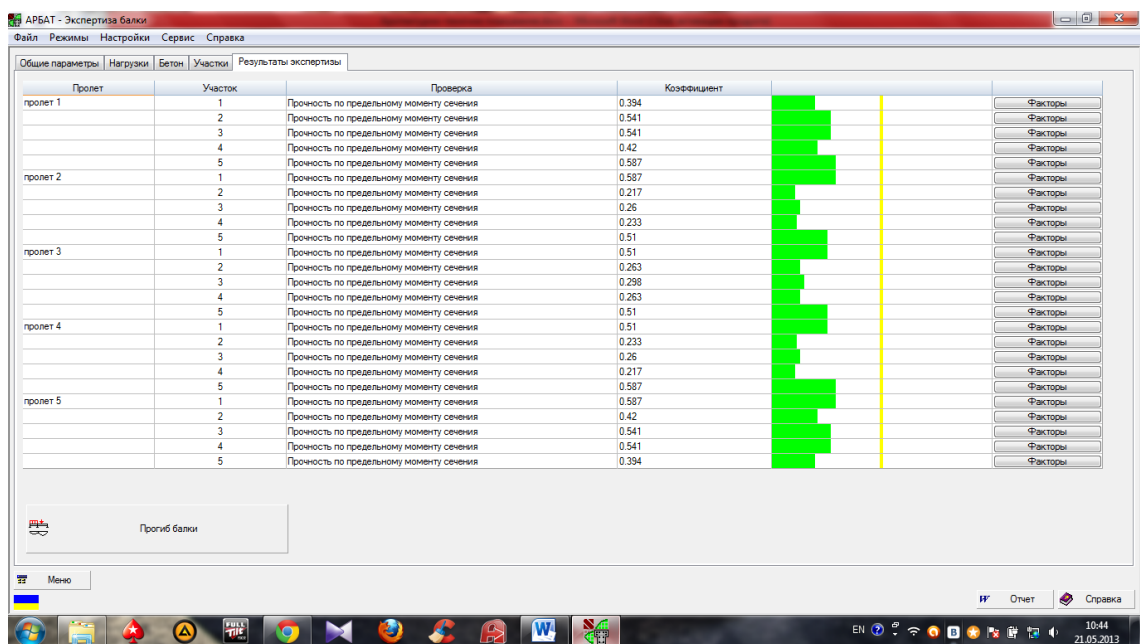


Рисунок 3.20 – Экспертиза балки

На завершальном этапе проектирования балки проводимо перевірку прогинів:

1. Перехід до перевірки прогинів:

- У відкритому вікні (Рисунок 3.20) натискаємо кнопку «Прогин балки».

2. Задання коефіцієнтів:

- У діалоговому вікні, що з'явиться (Рисунок 3.21), задаємо коефіцієнти для навантажень:

- Для постійних навантажень встановлюємо коефіцієнти рівні 1.
- Для тимчасових навантажень задаємо коефіцієнт 0,95.
- Після введення значень натискаємо «Ок».

3. Обчислення прогинів:

- У наступному вікні натискаємо «Обчислити», і програма обчислить максимальні та мінімальні прогини балки, відображаючи результати (Рисунок 3.22).

Отримані значення прогинів використовуються для остаточної перевірки відповідності конструкції вимогам проектування, забезпечуючи належну міцність і надійність балки.

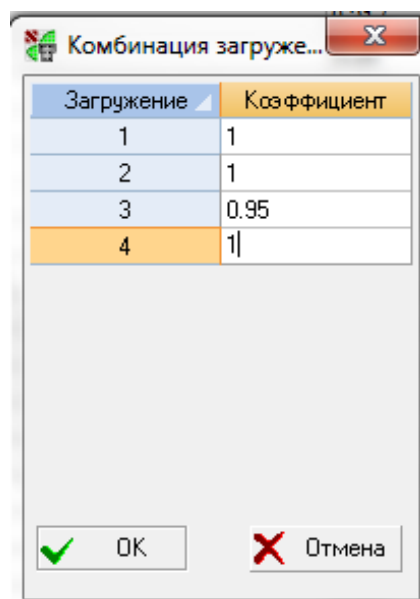


Рисунок 3.21 - Комбінація завантажень

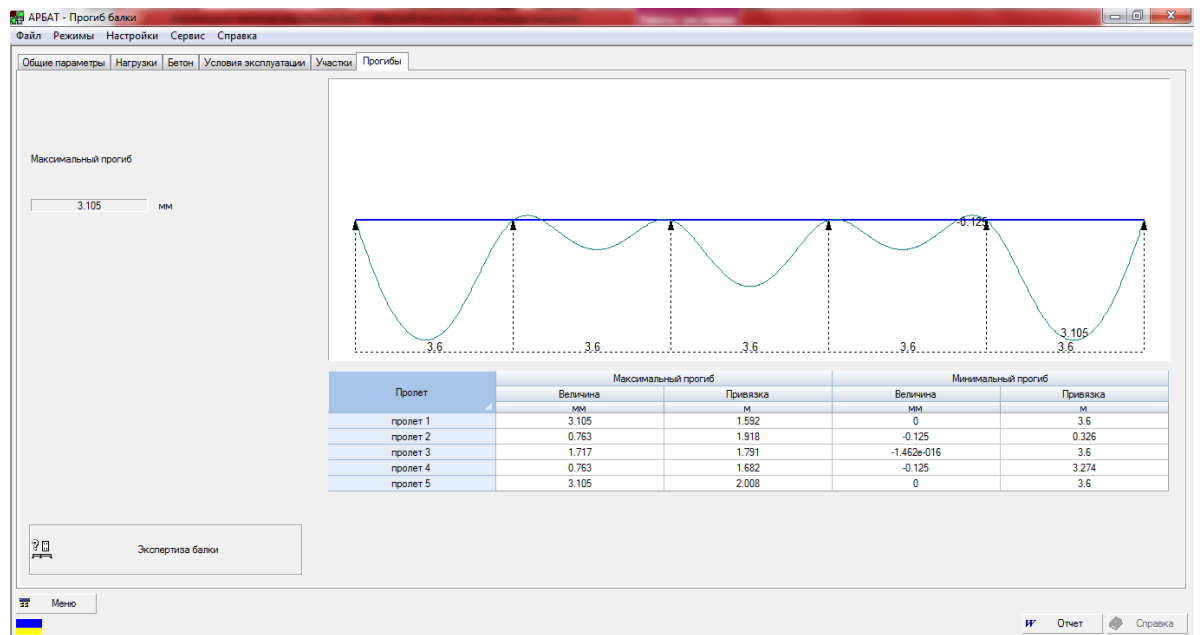


Рисунок 3.22 – Визначення прогинів балки

Для балки довжиною 3,6м ми отримали прогин 3,1 мм на балку, що становить 1/1100. Далі зберігаємо звіт.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Нормативні вимоги техніки безпеки при виконанні основних видів будівельно-монтажних робіт

Земляні роботи

Під час земляних робіт треба дотримуватись сучасних українських норм ДБН та ДСТУ, а також інструкцій із використання будівельної техніки. Щоб уникнути травм, усі працівники, особливо інженери та механізатори, повинні пройти навчання та інструктаж з безпеки. Керування машинами дозволяється тільки тим, хто пройшов навчання та отримав відповідний сертифікат.

Основні правила для земляних робіт такі:

- Ніхто не повинен знаходитись поруч із працюючою технікою. Траєкторії руху машин слід чітко позначити та, за потреби, огородити.
- Роботи в місцях підземних комунікацій виконують лише за письмовим дозволом відповідальних організацій.
- Біля комунікацій копати землю потрібно вручну, лопатами.
- Вийнятий ґрунт розміщують на відстані не ближче 0,5 метра від краю траншеї.
- Незакріплені схили перевіряють перед кожною зміною, щоб переконатись у їхній безпеці.
- Біля ліній електропередач машини працюють під контролем технічного персоналу з дотриманням безпечної відстані.
- Працювати машинами біля виїмок можна тільки за межами зони, де можливий обвал ґрунту.

Техніка безпеки для екскаваторів:

- Ніхто не має наближатися до екскаватора ближче, ніж на 5 метрів.
- Під час перерви екскаватор треба відсунути на відстань мінімум 2 метри від краю котловану, а ківш опустити на землю.

Техніка безпеки під час улаштування фундаментів:

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						60
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Роботи з фундаментами можуть виконувати лише працівники старші 18 років, які мають відповідні документи та пройшли медичний огляд. Перед початком робіт необхідно отримати письмовий дозвіл організацій, які відповідають за експлуатацію інженерних мереж на майданчику.

Майданчик із забиванням паль вважається небезпечною зоною, тому його обмежують і позначають знаками. Монтаж і демонтаж обладнання виконуються відповідно до технічних карт, під наглядом відповідальної особи. У разі сильного вітру або грози такі роботи припиняються.

Агрегати повинні мати звукову сигналізацію, і запуск проводиться тільки після звукового сигналу. Пересування копра дозволено лише з опущеним молотом. Про будь-які несправності працівники інформують наступну зміну.

Улаштування ростверків виконується за нормами ДБН.

Земляні роботи поблизу котлованів і траншей

Якщо різниця висоти біля котловану або траншеї перевищує 1300 мм, то такі місця слід обгородити за сучасними нормами ДСТУ, щоб уникнути небезпеки для працівників. Поверхню ділянки поруч із котлованом треба так вирівняти, щоб вода не могла стікати у вириті виїмки. Подачу фундаментних блоків здійснюють акуратно, щоб уникнути їх розгойдування.

Для надійного встановлення блоків використовують канат, блок опускають на висоту приблизно 300 мм над місцем укладання, де зупиняють і перевіряють його положення, а потім знімають строп.

Техніка безпеки під час зведення стін і перегородок

Перед початком робіт усі муляри та працівники суміжних професій проходять вступний інструктаж і навчання на робочому місці, що фіксується в журналі інструктажу з підписом працівника та інструктора. Під час роботи на риштуваннях слід дотримуватись таких правил:

- Рівень робочого помосту встановлюється трохи нижче верхнього краю кладки (на 150 мм).

- Ширина помосту має бути не менше 2 метрів, а відстань між кладкою і помостом не більше 50 мм.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						61
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- На риштуваннях встановлюються поручні висотою не менше 1,1 метра та бортики, щоб уникнути падіння предметів.

- Інструменти та матеріали не залишають на стінах.

- Розвантаження матеріалів проводять механізовано, забезпечуючи робоче місце муляра так, щоб між матеріалами й стіною було достатньо простору для безпечної роботи.

- Усі працівники повинні бути в касках, а за потреби — з захисними поясами.

Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Монтажні роботи виконують за проектом і згідно з ДБН. Перед допуском до таких робіт працівники проходять медичний огляд, спеціальне навчання, складають іспит і отримують відповідне посвідчення. Вантажопідйомні машини перевіряють перед роботою та в процесі експлуатації.

Особлива увага приділяється стану канатів — їх перевіряють на наявність обривів. Перед підняттям конструкцій обов'язково перевіряють вагу конструкції, справність такелажних пристроїв та відповідність міцності канатів.

Під час роботи краном не можна:

- Підтягувати вантаж нахиленим канатом чи поворотом стріли.

- Переміщати вантаж із людьми на ньому.

- Проходити під піднятими конструкціями або залишати їх піднятими без нагляду.

Команди для підняття конструкцій подає бригадир або ланковий за допомогою спеціальних сигналів. Команду «Стій» може подати будь-який працівник у разі небезпеки. Щоб запобігти розгойдуванню конструкцій під час підйому, їх направляють за допомогою канатів.

Роботи на висоті понад 5 метрів виконують працівники не молодше 18 років із досвідом роботи не менше року. Під час монтажу конструкцій важливо дотримуватися послідовності встановлення елементів, як передбачено проектом.

Монтажні крани встановлюють на безпечній відстані від електроліній та країв котлованів, дотримуючись правил ДБН.

					АСС 2319226 ПЗ	Лист
						62
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Техніка безпеки при виконанні електрозварювальних робіт.

Під час виконання електрозварювальних і газозварювальних робіт необхідно дотримуватись сучасних норм ДБН та вимог Санітарних правил щодо зварювання, наплавлення та різання металів. Також потрібно звільнити робоче місце від легкозаймистих матеріалів у радіусі 5 метрів, а вибухонебезпечні матеріали та обладнання мають бути розміщені не ближче 10 метрів від місця робіт.

При різанні елементів конструкцій важливо убезпечити їх від раптового обвалення. Рукави для подачі газу необхідно надійно закріплювати на ніпелях стяжними хомутами.

Подачу зварювального струму до пальників та електродотримачів виконують через ізольовані гнучкі кабелі, які здатні витримати максимальні електричні навантаження. З'єднання кабелів повинно бути виконане шляхом обпресування, пайки чи зварювання. Під час укладання кабелів важливо уникати їхнього контакту з водою, олією, металевими канатами або гарячими трубопроводами, тримаючи кабелі на відстані не менше 0,5 м від гарячих труб та не менше 1 м від газових балонів.

Електрозварювальне обладнання повинно мати надійні огороження для елементів, що перебувають під напругою. Металеві частини обладнання, які не під напругою, мають бути заземлені, а зварювальний трансформатор підключений до корпусного болта через затиск вторинної обмотки.

Зварювальні роботи під відкритим небом дозволяється проводити тільки за наявності навісу, який захищає від дощу чи снігу. У приміщенні місця зварювальників необхідно відділяти негорючими екранами висотою не менше 1,8 метра.

Балони з газом дозволяється транспортувати, зберігати та видавати лише тим працівникам, які пройшли навчання. Під час транспортування балони перевозять на спеціальних візках або контейнерах, щоб уникнути їхнього перекидання.

Контроль якості зварних швів проводять, дотримуючись правил безпеки при використанні джерел іонізуючого випромінювання та ультразвукових методів.

Техніка безпеки при влаштуванні покрівель

До покрівельних робіт допускаються лише працівники віком від 18 років, які пройшли відповідне навчання. Роботи виконують за наявності огорож та запобіжних поясів. Заборонено проводити покрівельні роботи за несприятливих погодних умов.

Техніка безпеки при склярських роботах

Під час склярських робіт важливо дотримуватись безпеки. Нарізка скла виконується в майстернях, а подача скла на робоче місце здійснюється в спеціальній тарі. Перед початком робіт перевіряють міцність віконних рам. При роботі на висоті обов'язково використовують риштування або підмостки.

Техніка безпеки при штукатурних роботах

Штукатури повинні мати спеціальний одяг, захисні засоби та пройти інструктаж. Робочі місця на висоті понад 1,3 м огорожують тимчасовими бар'єрами. Під час підготовки поверхонь використовують захисні окуляри та рукавиці. Підмостки та риштування встановлюють згідно з проектними вимогами, а їхня ширина повинна становити не менше 1,5 м.

Техніка безпеки при малярних роботах

Маляри забезпечуються спецодягом, захисними окулярами та респіраторами. Робочі приміщення повинні мати вентиляцію. Малярні роботи проводять з міцних інвентарних підмостків, а зовнішні — з пересувних вишок або стрім'янок.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розробка методів розрахунку на стійкість і міцність вільно стоячих цегляних стін є необхідною у зв'язку з процесом реконструкції старих будівель. Цей процес часто передбачає збереження фасадних стін при повному або частковому заміні перекриттів і розбиранні всіх внутрішніх стін для створення нового сучасного планування приміщень.
2. Здійснені чисельні дослідження показали, що для окремо стоячої глухої стіни граничні горизонтальні навантаження становлять 40 кг/м^2 і 70 кг/м^2 для тієї ж самої стіни з отворами.
3. Глуха стіна з отворами, порівняно зі схожою суцільною стіною і однаковою неоднорідністю основи в поперечному напрямку фундаментів, є більш стійкою завдяки своїй меншій масі.
4. Результати розрахунків стін, враховуючи нелінійне деформування кладки і утворення тріщин, практично не відрізняються від результатів розрахунків на пружній стадії. проте слід відзначити, що у цьому випадку значення переміщень виявляються значно більшими.
5. При навантаженні горизонтальних сил на ізольовану стіну найбільші зусилля виникають в точці з'єднання стіни з фундаментом. це пояснюється розподіленням вітровим тиском вздовж стіни, що зумовлює роботу стіни як одновимірної консольної системи.

GENERAL CONCLUSIONS

1. The development of methods for calculating the stability and strength of free-standing brick walls is necessary in connection with the process of reconstruction of old buildings. this process often involves the preservation of facade walls while full or partial replacement of floors and dismantling of all internal walls to create a new modern layout of premises.
2. Numerical studies have shown that for a free-standing solid wall, the maximum horizontal loads are 40 kg/m² and 70 kg/m² for the same wall with openings.
3. A blank wall with openings is more stable than a similar solid wall with the same foundation heterogeneity in the transverse direction of the foundations due to its lower mass.
4. The results of the wall calculations, taking into account the nonlinear deformation of the masonry and the formation of cracks, are practically the same as those of the elastic stage. however, it should be noted that in this case the displacement values are much higher.
5. When horizontal forces are applied to an isolated wall, the greatest forces occur at the point where the wall joins the foundation. this is due to the distributed wind pressure along the wall, which causes the wall to act as a one-dimensional cantilever system.

					ACC 2319226 ПЗ	Лист
						66
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Семко О.В. Особливості конструювання і розрахунку вузлів сталобетонних колон з швелерів / О.В. Семко, А.В. Гасенко // Будівельні конструкції : зб. наук. пр. – К. : НДІБК, 2006. – Вип. 65. – С. 183–186.
2. Гасенко А.В. Конструктивні рішення вузлів поєднання сталобетонних колон з перекриттям у громадських та промислових будівлях / А.В. Гасенко // Зб. наук. праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – Вип. 3 (33). – С. 55 – 61.
3. Навантаження і впливи / норми проектування / дбн в.1.2-2:2006 / Київ / мінбуд україни /2006. 75 с.
4. Бетонні і залізобетонні конструкції дбн 09.01.2010 / Київ / Мінбуд україни /2010. 75 с.
5. Конструювання і розрахунок монолітних ребристих перекриттів: навч. посібник / А.М. Павліков. – К.: УМК ВО, 1992. – 100 с.
6. Бабич С.В. Розрахунок стиснутих залізобетонних елементів у складі стержневих систем / С.В. Бабич // Науково-практичні проблеми сучасного залізобетону : Збірник тез Першої всеукраїнської науково-технічної конференції. – Київ, 1996. – С. 28–31.
7. Вахненко П.Ф. Залізобетонні конструкції / П.Ф. Вахненко, А.М. Павліков, О.В. Горік, В.П. Вахненко. – Київ : Вища школа, 2000. – 508 с.
8. ДБН В.1.1-5-2000. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах // Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. – У 2-х частинах. – Частина II. Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах. – К.: Держбуд України, 2000. – 84 с.
9. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 98 с. 7. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 79 с.

					ACC 2319226 ПЗ	Лист
						67
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

10. Wiener-Gasometer [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.wienergasometer.at> – Title from the screen
11. Gasometer [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.gasometercity.eu/umbau.htm> – Title from the screen.
12. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи: Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
13. ДСТУ Б В.2.6.-62: 2008 «Марши и лестничные площадки железобетонные. Технические условия».
14. Сипко М.Т. Технологія зведення будинків та споруд. Рівне: РДТУ, 2001р-219с.
15. Методичні вказівки до оформлення курсових та дипломних проектів із залізобетонних конструкцій для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Ковальчук Я.О., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П., Конончук О.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 52 с.
16. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
17. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010.– 166 с.
18. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009 [Чинний від 2009-12-01].
19. Ковальчук Я.О. Дубіжанський Д.І., Методичний посібник для виконання дипломної роботи магістра за спеціальністю “Промислове та цивільне будівництво” Тернопіль, 2013. – 49 с.
20. ДБН В.2.5-64-2012. Внутрішні водопровід та каналізація. Київ Мінрегіонбуд України. 2012. – 105 с.
21. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Київ: Мінбуд України, 2006. – 71 с.

					ACC 2319226 ПЗ	Лист
						68
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

22. ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. Строительная климатология. [Дата введения 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
23. ДБН Д2.4-1-2000. Збірник 1. Земляні роботи.
24. ДБН Д2.4-2-2000. Збірник 2. Фундамента.
25. ДБН Д2.4-7-2000. Збірник 7. Підлоги.
26. ДБН Д2.4-8-2000. Збірник 8. Дахи, покрівлі.
27. ДБН Д2.4-12-2000. Збірник Малярні роботи.
28. ДБН Д2.4-15-2000. Збірник 15. Внутрішні санітарно-технічні роботи.
29. ДБН Д2.4-18-2000. Збірник Благоустрій.
30. ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. Будівельна кліматологія. [Дата введення 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
31. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи: Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
32. ДБН В.2.1 – 10 – 2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ: Мінбуд України, 2010. – 98 с.
33. ДБН В.2.5-28-2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінбуд України, 2006. – 65 с.