

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проектування висотної житлової будівлі в Сумах з дослідженням
напружено-деформівного стану комбінованого каркасу

Виконав: студент 2 курсу, групи МБд-2
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Студент _____
(підпис) Дзьоба В.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Чорномаз Н.Ю.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Мещерякова О.М.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Ясній В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Бобик М.П.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Дзьобі Валентині Сергіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування висотної житлової будівлі в Сумах з дослідженням
напружено-деформівного стану комбінованого каркасу

Керівник роботи Чорномаз Н.Ю., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2022 року № 4/7-907

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
8-12 листів формату А1

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	7
1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, просторові та планувальні рішення	7
1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних та архітектурно-мистецьких рішень, у тому числі дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва	7
1.3 Обґрунтування та опис використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів	8
1.4 Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівлі	8
1.5 Обґрунтування проектних рішень та заходів, що забезпечують дотримання необхідних теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій	9
1.6 Обґрунтування проектних рішень та заходів, що забезпечують зниження шуму та вібрацій	9
1.7 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень, що забезпечують вимоги енергетичної ефективності	9
1.8 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне висвітлення приміщень з постійним перебуванням людей	10
1.9 Опис архітектурних рішень, що забезпечують дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов	11
1.10 Опис архітектурних рішень, що забезпечують пожежну безпеку.	11
1.11 Опис та обґрунтування обробки приміщень, конструкцій підлог, покрівлі та перегородок	11
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	12
2.1 Варіантне проектування	12
2.1.1 Варіантне проектування конструктивного рішення будівлі	12
2.1.2 Варіант 1	12

	4
2.1.3 Варіант 2	13
2.1.3 Вибір конструкції для житлового будинку	14
2.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі	14
2.3 Збір навантажень.....	15
2.4 Розрахунок плити перекриття.....	26
2.5 Конструювання з'єднань	28
2.6 Проектування фундаментів.....	30
2.6.1 Основні відомості про умови земельної ділянки для будівництва об'єкту.....	30
2.6.2 Проектування пального фундаменту	33
2.6.3 Підбір палейного обладнання.....	34
2.6.4 Проектування монолітного розверку.....	35
2.7 Техніко-економічні показники	39
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ.....	40
3.1 Моделювання роботи комбінованого каркасу висотної будівлі.....	40
3.3 Результати розрахунків	44
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	45
4.1 Охорона праці.....	45
4.1.2 Захисне заземлення.....	49
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	51
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості.....	51
4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва.....	53
ВИСНОВОК	57
БІБЛІОГРАФІЯ	58

ВСТУП

З усіх будівельних матеріалів деревина має багатовікову історію. Ще первісні люди будували з дерев'яних колод примітивні житла, невеликі мости та огорожі. Першочерговість деревини в історії будівництва обумовлена її поширеністю та простотою обробки. З розвитком науки відбувався розвиток будівництва з деревини.

Актуальність теми. Будівництво висотних житлових будинків з дерева – тенденція, що набирає все більшої популярності в країнах Європи та Америки. Технології дерев'яного будівництва постійно вдосконалюються, і стає очевидним той факт, що будувати з дерева – це вигідно, швидко, надійно і безпечно. З кожним роком з'являються нові рекорди зведення багатоповерхових будівель із застосуванням дерев'яних панелей CLT і клеєного бруса LVL. CLT-панелі забезпечують здоровий мікроклімат у приміщенні та не горять. Як показали випробування, стіна з цього матеріалу витримує нагрівання до +1200 °С. CLT-панелі можуть витримати дев'ятибальний землетрус.

Мета роботи: Розробка проекту висотної житлової будівлі з дослідженням напружено-деформівного стану комбінованого каркасу.

Об'єкт досліджень – просторові комбіновані каркаси висотних житлових будівель.

Предмет дослідження – просторові комбіновані каркаси висотних житлових будівель в об'ємній постановці при дії пульсуючих знакозмінних навантажень.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість підвищити економічність та довговічність висотних житлових будівель з комбінованим каркасом при їх експлуатації.

Завдання роботи:

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення висотної будівлі з комбінованим каркасом;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій багатоповерхової житлової будівлі;

– виконати статичний розрахунок комбінованого каркасу висотної житлової будівлі в об’ємній постановці при дії пульсуючих знакозмінних навантажень;

– розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи дослідження – скінченно-елементний з використанням прикладного програмного пакету SCAD.

Галузю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих висотних багатопверхових будівель із комбінованим каркасом.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання комбінованого каркасу у висотних житлових будівлях в об’ємній постановці.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції житлових висотних будівель із комбінованим каркасом в об’ємній постановці.

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на міжнародній науково-технічній конференції присвяченій 70 - річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 10-11 листопада 2022 року).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: комбінований каркас, житлова будівля, скінченні елементи.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, просторові та планувальні рішення

Об'єктом проектування є житловий будинок із вбудованою громадською частиною на перших двох поверхах. Проектована будівля є 32-поверховою будовою, висотою 107,5 метрів.

Має складну форму у плані, середні розміри в осях 1-15 становлять 50 метрів, осях А-Е17,4 метрів.

Висота поверхів громадської частини – 3,3 м, висота поверхів житлової частини – 3,1 м. За позначку 0,000 прийнято відмітку чистої статі першого поверху – приміщення громадського призначення, що відповідає абсолютній відмітці +1,200 м. Максимальна відносна позначка будівлі складає +107,500 м. Конструктивна схема будівлі – комбінована. У центральних частинах секцій розташовані два залізобетонні ядра жорсткості.

Архітектура будівлі відповідає вимогам, що пред'являються для житлових будівель. Просторова, планувальна та функціональна організація обумовлена специфікою функціонального призначення приміщень та відповідає принципам житлового будинку.

1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних та архітектурно-мистецьких рішень, у тому числі дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва

Проектом передбачається розробка об'ємно-планувальних рішень надземної частини висотної житлової будівлі з громадською частиною на перших поверхах відповідно до нормативів.

У ядрі жорсткості розташовуються ліфтові шахти, сходові марші та інженерні мережі.

На 1 та 2 поверхах розташовуються підприємства роздрібної торгівлі:

-2 продуктові магазини,

- 2 магазини побутової хімії та косметики,
- санвузли,
- кімнати для персоналу,
- пункт охорони.

З 3 по 32 поверх розташовані квартири для постійного проживання.

1.3 Обґрунтування та опис використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів

Зовнішнє оздоблення будівлі є вентильованим фасадом з фіброцементних панелей. Вентильований фасад складається з міцного каркасу та облицювальних матеріалів. Головна мета навісних конструкцій — не дати конденсату у великому обсязі скупчитися на поверхні споруди. Волога встигає сформуватися завдяки невеликому зазору між фасадом і стінами, де циркулює повітря.

Конструкція вентфасаду з утеплювачем. Такий пристрій використовується для захисту від низьких температур і негоди. Незважаючи на утеплювальні матеріали, вентильований фасад залишається в «дихаючому» режимі.

Для створення архітектурної виразності та індивідуальності вигляду будівлі використовується незвичайна форма даху: оформлення фігурними об'єктами. Фасад має не звичайну форму: перехід із громадської частини на житлову є зміною габаритів будівлі за шириною.

1.4 Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівлі

Міцність та стійкість будівлі забезпечується спільною роботою комбінованого каркасу із залізобетонних колон, двох монолітних ядер жорсткості та дерев'яних стін 3-32 поверхів та монолітних залізобетонних 1,2 поверхів у вертикальному напрямку та дерев'яними перекриттями у горизонтальному.

Для спільної роботи елементів будівлі проектом передбачено монолітне

жорстке з'єднання стін із ростверком.

1.5 Обґрунтування проектних рішень та заходів, що забезпечують дотримання необхідних теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій

Тепловий захист будівлі розроблений відповідно до вимог норм «Тепловий захист будівель»[5].

Будівля передбачена опалювальною. Температура внутрішнього повітря плюс 18°C.

Конструкція зовнішніх стін для перших двох поверхів: монолітна залізобетонна стіна товщиною 20 см з бетону класу В25 (М350), утеплювач Rockwool Лайт Баттс товщиною 150 мм з межею вогнестійкості EI150, вітро-гідрозахисна мембрана «Ізоспан А», облицювання фасадними фіброцементними плитами.

Світлові отвори заповнені блоками із ПВХ профілів.

Крівля має наведений опір теплопередачі $R_{\text{оприв}} = 2,94 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$.

1.6 Обґрунтування проектних рішень та заходів, що забезпечують зниження шуму та вібрацій

Для забезпечення необхідної звукоізоляції зовнішньої огорожі в житловій зоні вибрано віконні блоки з подвійним склопакетом, що забезпечує необхідні звукоізолюючі якості. Проектом не передбачено будь-яке обладнання, що має підвищений шумовий та вібраційний вплив.

1.7 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень, що забезпечують вимоги енергетичної ефективності

Будівлі та споруди повинні відповідати вимогам енергетичної ефективності, встановленим уповноваженим органом виконавчої влади відповідно до правил.

На енергетичну ефективність будівель, будов та споруд впливають багато факторів. Це і загальнобудівельні рішення (об'ємно-планувальні,

конструктивні) та рішення, що відносяться до інженерних систем життєзабезпечення будівель (енергозберігаюче обладнання, принципові та технологічні схеми, режими експлуатації). Конструктивні рішення: посилення теплозахисту оболонки будівлі, вибір матеріалу з меншою теплопровідністю, зниження повітропроникності (стикових з'єднань та швів, віконних та дверних блоків) тощо.

Об'ємно-планувальні рішення:

- а) раціональна орієнтація входів;
- б) влаштування тамбурів, тамбурів з повітряними завісами;
- в) зменшення питомої тепловіддачі поверхні огорожі.

До інженерних систем життєзабезпечення прийнято відносити системи, що забезпечують необхідні для людини умови проживання в режимі відпочинку та роботи, тобто. системи енерго-водо- повітряпостачання, водовідведення (каналізації) та видалення відходів. В галузі централізованого теплопостачання: впровадження приладового обліку теплової енергії, використання сучасних ізоляційних матеріалів на теплопровідних комунікаціях, у тому числі пінополіуретанової ізоляції.

У системах вентиляції застосування припливно-витяжної вентиляції. У системах кондиціювання: пріоритетне використання нової генерації. У системах водопостачання: забезпечення стабілізації та обмеження тиску води на вводах, встановлення регуляторів тиску, водозберігаючої арматури та водолічильників.

1.8 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне висвітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Планування житлових і службових приміщень виконано з урахуванням норми -ного освітлення. У всіх приміщеннях, призначеного для тривалого випробовування людей, передбачено природне освітлення через віконні отвори в зовнішніх стінах будівлі.

Нормативна інсоляція (не менше 1,5 години) у квартирах забезпечується проектним розташуванням будівлі на ділянці щодо сторін світла. Відповідно до

[6] та виконаних розрахунків, нормоване КЕО в будівлі, що проектується, у всіх приміщеннях, відповідає нормативним.

1.9 Опис архітектурних рішень, що забезпечують дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов

У приміщеннях проектного об'єкта не передбачається встановлення обладнання, що є джерелом електромагнітних та інших випромінювань, отже заходи щодо дотримання безпечного рівня даних випромінювань не потрібні.

1.10 Опис архітектурних рішень, що забезпечують пожежну безпеку

Основні параметри будівлі[7]:

Ступінь вогнестійкості – II.

Рівень відповідальності будівлі – підвищений.

Виходячи з цього, вживаються такі заходи щодо забезпечення пожежної безпеки: у будівлі знаходяться дві незадимлювані сходи з прорізами на їх майданчиках, передбачається встановлення пожежної сигналізації, обшивка конструкцій гіпсокартонними листами, що зменшує їхню пожежонебезпечність.

1.11 Опис та обґрунтування обробки приміщень, конструкцій підлог, покрівлі та перегородок

Внутрішнє оздоблення приміщень у цьому проекті є чорновим: Оздоблення стель являє собою обробку листами ГВЛ «KNAUFF», штукатурку, шпаклівку; оздоблення стін вологих приміщень – листи ГВЛ. "KNAUFF"; оздоблення стін приміщень із нормальним рівнем вологості – ГКЛ «KNAUFF», ґрунтовка, шпаклівка; обробка колон – дерев'яні облицювальні панелі ARFACM-R, обробка антисептиками та гідроізоляцією місць зіткнення залізобетону та дерева, конструкція підлог – звукоізоляція з плит Максфорте, стяжка «KNAUFF», листи ГВЛ.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Варіантне проектування

2.1.1 Варіантне проектування конструктивного рішення будівлі

Розглянемо два варіанти конструктивних рішень каркасу будівлі.

Будівля має комбінований каркас із дерева та залізобетону.

Передбачається два варіанти виконання.



Рисунок 2.1 – План типового поверху

2.1.2 Варіант 1

Каркас будівлі представлений двома ядрами жорсткості із залізобетону, перші два поверхи та фундамент також із залізобетону, перекриття, колони та огорожувальні конструкції – деревина. Несучими елементами є ядра жорсткості, колони та зовнішні стіни.

Приймаємо колони перетином 700x700 мм.



Рисунок 2.2 – Варіант 1

2.1.3 Варіант 2

В даному варіанті каркас складається з монолітних залізобетонних ядер жорсткості, в яких розташовуються ліфтові шахти. Перші два поверхи, фундаменти та вертикальні несучі конструкції (колони) – залізобетон, горизонтальні несучі конструкції, а також стіни виконані з деревини. Також несучими елементами є зовнішні стіни.

Приймаємо колони перетином 400x400 мм.



Рисунок 2.3 – Варіант 2

2.1.3 Вибір конструкції для житлового будинку

Проведемо порівняльний аналіз варіантів каркасу з урахуванням основних техніко-економічних показників, у яких видно відмінність варіантів.

Таблиця 2.1 - Порівняльний аналіз

Найменування показника	Варіант 1	Варіант 2
Житлова площа квартир на одному поверсі	564,4 м ²	594,1 м ²
Витрата бетону на колони	-	276,48 м ³
Витрата металу на колони	4409 кг	21 596 кг
Витрата деревини на колоні	846,72 м ³	-

З цього можна зробити висновок:

Переваги варіанта 1:

- матеріал колон більш екологічний,
- менші часові витрати на монтаж та зведення конструкцій.

Переваги варіанту 2:

- більш економічно вигідне рішення,
- більший досвід фахівців зі зведення залізобетонних колон, ніж колон з деревини.

Приймаємо для проектування варіант 2.

2.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі

Конструктивна схема будівлі каркасна. Несучі елементи будівлі – монолітні залізобетонні колони та ядра жорсткості.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується затисканням колон у фундаменті, з'єднанням з перекриттями.

Фундаменти – пальові з монолітним ростверком під колони, під монолітні з/б стіни – пальові стрічкові монолітні залізобетонні.

Огороджувальні конструкції перших двох поверхів – монолітні залізобетонні стіни завтовшки 250 мм. Огороджувальні конструкції з 2 по 32 поверхи – фасадні CLT панелі із встановленими у них вікнами.

Внутрішні стіни – стінові панелі CLT завтовшки 200 мм. Перегородки – ГКЛ KNAUF С 113 120 мм.

Полони монолітні залізобетонні перетином 400х400 мм. Переkritтя перших двох поверхів – монолітні залізобетонні товщиною 220 мм, з 2 по 32 поверх - CLT панелі завтовшки 195 мм.

Покриття – панель CLT завтовшки 200 мм.

2.3 Збір навантажень

Збір навантажень представлений таблицях 2.2, 2.3.

Таблиця 2.2 - Навантаження на переkritтя

Найменування	Нормативне значення, кН/м ²	Коеф.надійності γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Звукоізоляція ROCKWOOL, $\delta=30$ мм, $\gamma=0,125$ т/м ³	0,04	1,2	0,05
Гідроізоляція Кнауф $\delta=1$ мм	0,01	1,2	0,01
Суха стяжка, $\delta=40$ мм	0,49	1,3	0,637
Листи ГВЛКнауф $\delta=12,5$ мм	0,137	1,2	0,164
Власна вага	0,975	1,05	1,023
Разом постійна:	1,65	1,2	1,88
Від перегородок	0,21	1,2	0,252
Разом тимчасова:	0,21		0,252
Разом:	1,86		2,132

Таблиця 2.2 - Навантаження на покриття

Найменування	Нормативне значення, кН/м ²	Коеф.надійності γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Пароізоляція $\delta=1$ мм, $\gamma=1,8$ т/м ³	0,01	1,2	0,01
Утеплювач ROCKWOOL, $\delta=200$ мм, $\gamma=0,146$ т/м ³	0,02	1,2	0,02

Продовження таблиці 2.2

ПВХ-мембрана LOGICROOFV- GRFB	0,01	1,2	0,01
Разом постійна:	0,04	1,2	0,04
Снігова	1,5	1,4	2,1
Вітрова	0,38	1,4	0,532

Власна вага задається в ПК SCAD (рис.2.4).

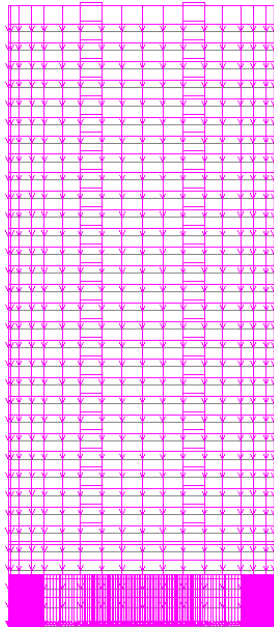


Рисунок 2.4 – Схема прикладання власної ваги в ПК SCAD

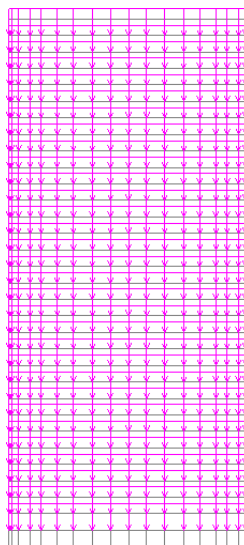


Рисунок 2.5 – Схема прикладання навантажень на перекриття

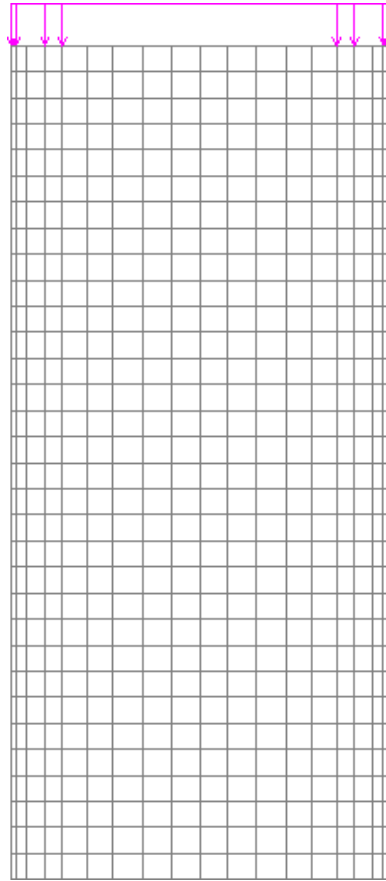


Рисунок 2.6 – Схема прикладання навантажень на покриття

Проводимо розрахунок каркасу щодо всіх несучих елементів. Розрахунок монолітної плити перекриття перших поверхів.

За певними у ПК «SCAD» зусиллям зробимо добір арматури. Приймаємо важкий бетон В30 з розрахунковим опором стиску $R_b = 17$ МПа, початковим модулем пружності $E_b = 32,5 \cdot 10^3$ МПа [39]. Коефіцієнт умов роботи $b_2 = 0,9$ [39].

Арматура поздовжня класу А500 С, розрахунковий опір $R_a = 450$ МПа [39], модуль пружності $E_a = 200000$ МПа. Приймаємо мінімальне армування стрижнями вздовж осей нижнього шару зі стрижнів $\varnothing 12$ з кроком 200 мм, верхнього шару $\varnothing 12$ з кроком 200 мм.

Зробимо розрахунок плити за нормальним перерізом.

Максимальний прогоновий момент $M_x = 56,75$ кН·м/м, $M_y = 41,33$ кН·м/м.

$$h_{0x} = h_a = 220 - 30 = 190 \text{ мм,}$$

$$h_{0y} = h_a = 220 - 30 = 190 \text{ мм.}$$

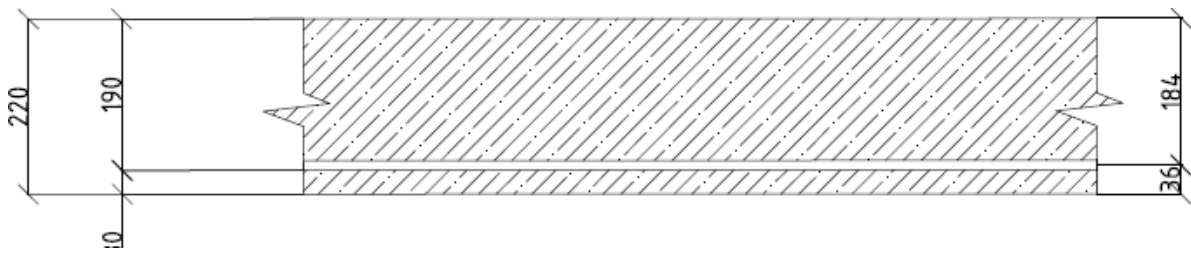


Рисунок 2.7 – Схема розташування нижньої арматури

Обчислюємо α_m в напрямку X по [40]

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{56,75}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,1$$

за таблицею 2.2 [40] визначаємо $a_R = 0,372$, $\alpha_m < R$. За розрахунком потреби встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0,89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2$$

Результат армування в ПК «SCAD» = 614,5 мм², що менше обчисленої.

Обчислюємо α_{my} напрямку Y [40]

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{41,33}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,06$$

за таблицею 3.2 [40] визначаємо $R = 0,372$, $\alpha_m < R$. За розрахунком потреби встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0,89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2$$

Результат армування в ПК «SCAD» = 612,4 мм², що менше обчисленої.

Зробимо розрахунок арматури на опорі

Максимальний прогоновий момент $M_x = 55,35 \text{ кН}\cdot\text{м/м}$, $M_y = 20,65 \text{ кН}\cdot\text{м/м}$.

$$h_{0x} = h_a = 220 - 30 = 190 \text{ мм,}$$

$$h_{0y} = h_a = 220 - 30 = 190 \text{ мм.}$$

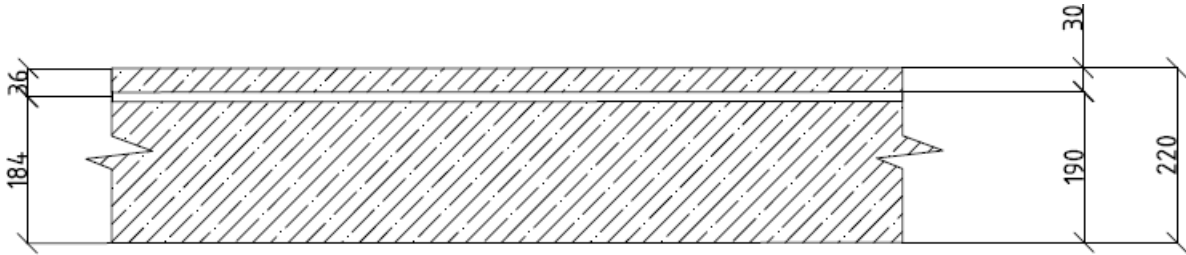


Рисунок 2.8 – Схема розташування верхньої арматури

Обчислюємо α_{my} напрямку X [40]

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{55,35}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,1$$

за таблицею 2.2 [40] визначаємо $R=0,372$, $\alpha_m < R$. За розрахунком потреби встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0,89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2$$

Результат армування в ПК «SCAD» $A_s = 986,2 \text{ мм}^2$, що більше обчисленої.

Обчислюємо α_{my} напрямку Y [40]

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{20,65}{17500 \cdot 1 \cdot 0,19^2} = 0,03$$

за таблицею 2.2 [40] визначаємо $R=0,372$, $\alpha_m < R$. За розрахунком потреби встановлювати розтягнуту арматуру немає.

Площу перерізу розтягнутої арматури обчислюємо за формулою

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{17,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 190 \cdot (1 - 0,89)}{450} = 731,5 \text{ мм}^2$$

Результат армування в ПК «SCAD» $A_s = 880,5 \text{ мм}^2$, що більше обчисленої.

Приймаємо армування за результатами ручного рахунку.

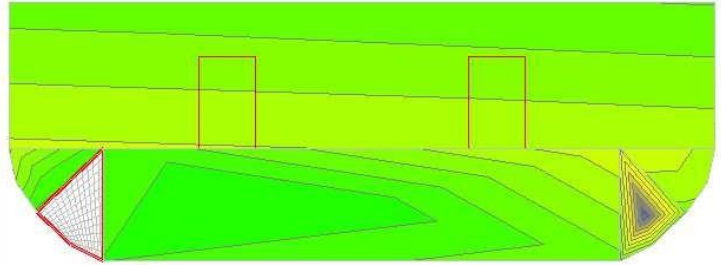


Рисунок 2.9 – Интенсивність S_1 X нижня

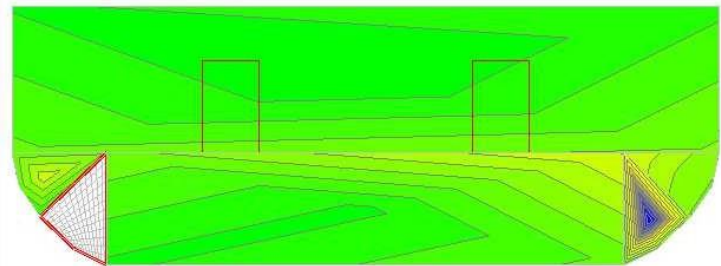
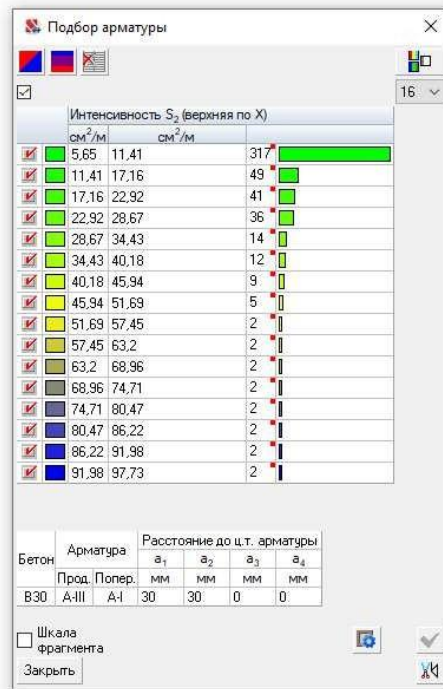


Рисунок 2.10 - Интенсивність S_2 X верхня

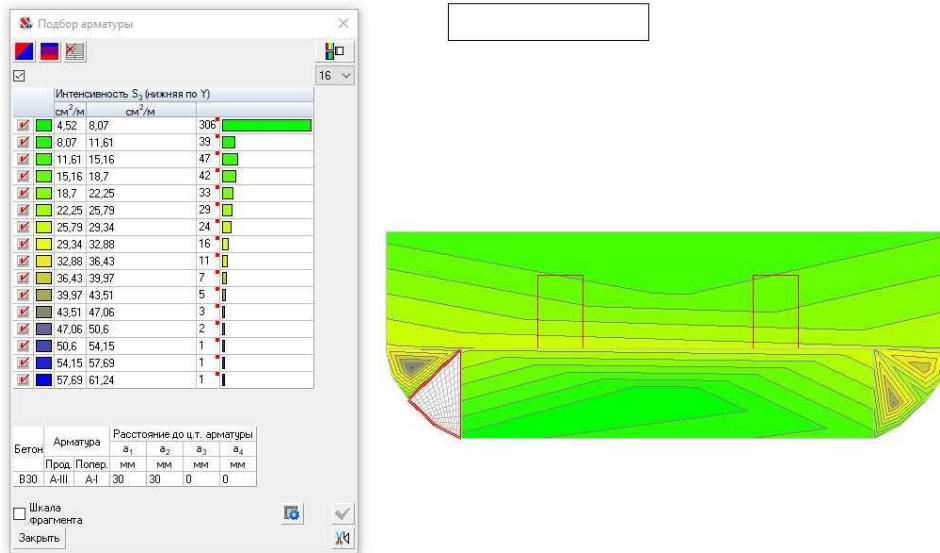


Рисунок 2.11 – Інтенсивність S_3Y нижня

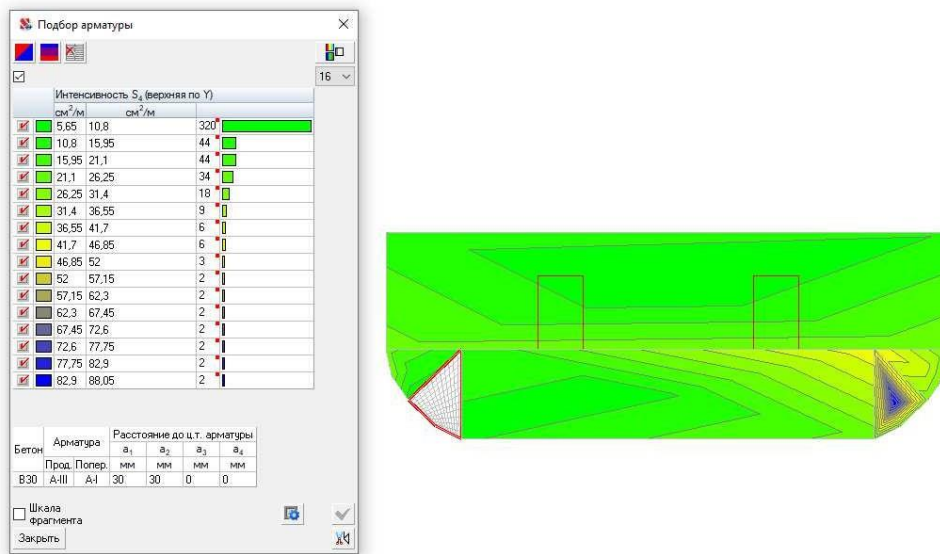


Рисунок 2.12 – Інтенсивність S_4Y верхня

Розрахунок армування ядра жорсткості зробимо в ПК «SCAD». Задаємо армування робоче вертикальне $\varnothing 12$ з кроком 200 мм та горизонтальне $\varnothing 12$ з кроком 200 мм. Поперечне армування приймаємо $\varnothing 10$ з кроком 200 мм.

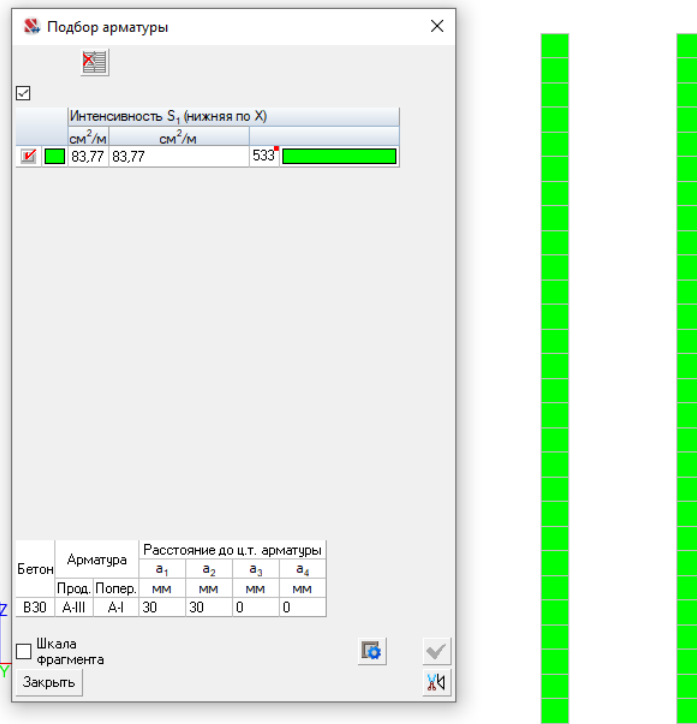


Рисунок 2.13 – Интенсивность S_1 X нижня

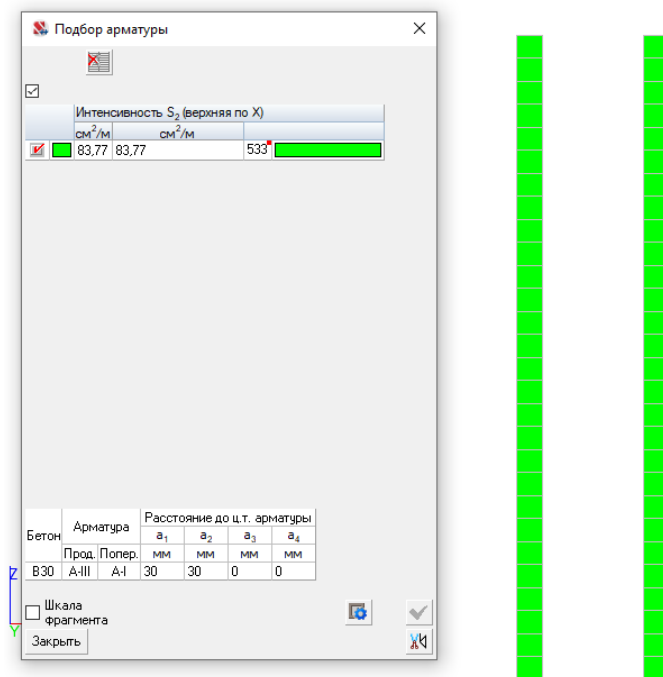
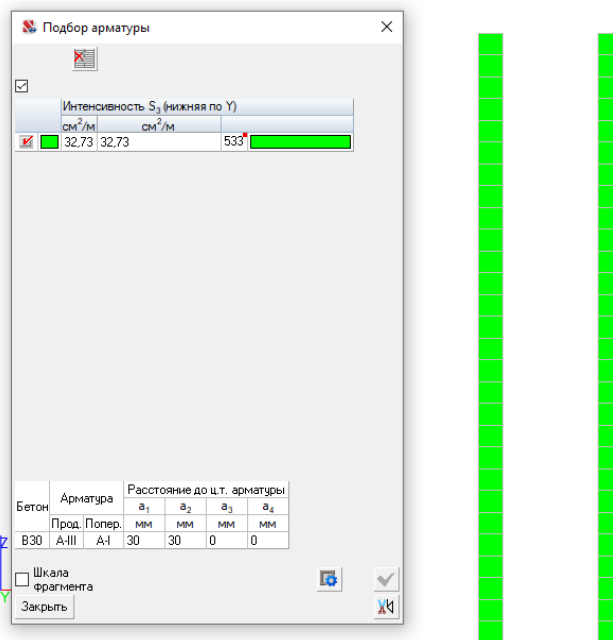
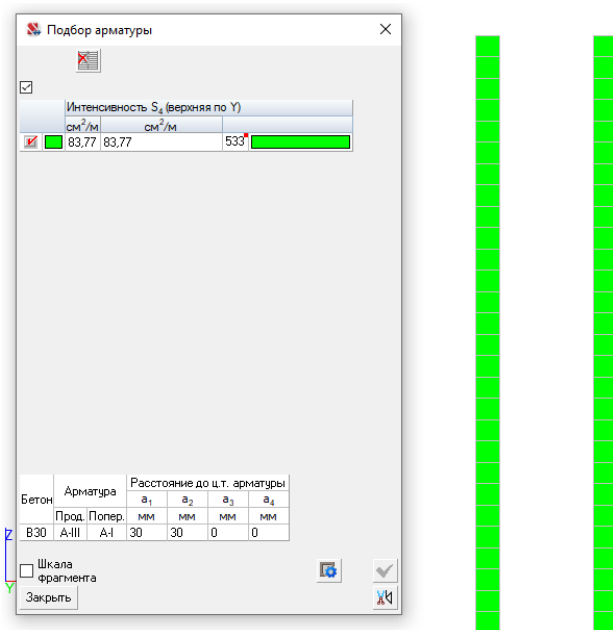


Рисунок 2.14 – Интенсивность S_2 X верхня

Рисунок 2.15 – Интенсивність S_3Y нижняРисунок 2.16 – Интенсивність S_4Y верхня

За допомогою експертизи залізобетону в ПК SCAD перевіримо правильність прийнятого армування. Як видно з малюнку 2.17, армування підібрано правильно.

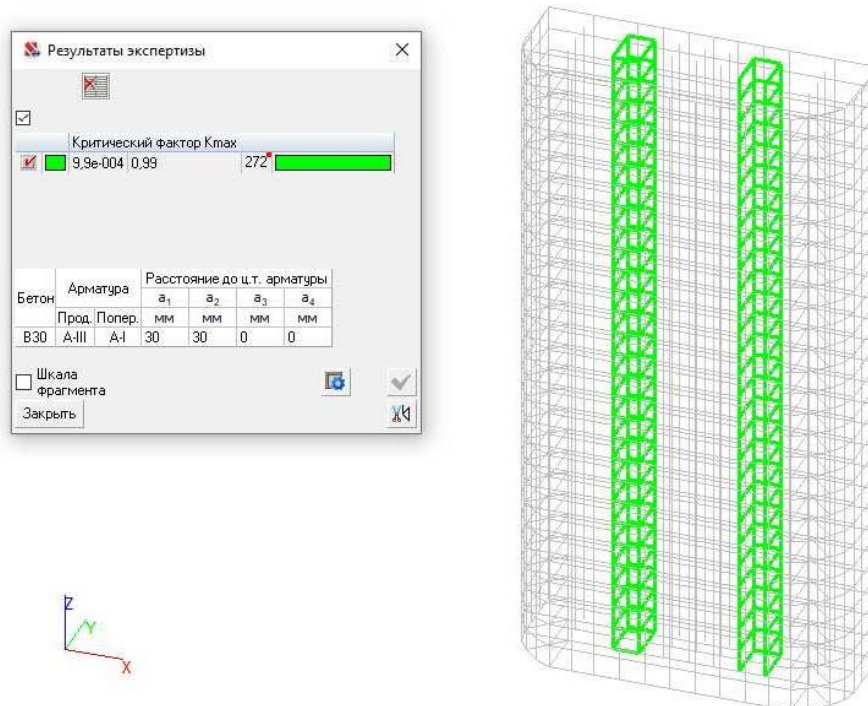


Рисунок 2.17 – Результаты экспертизы у ПК SCAD

Розрахунок армування колон перерізом 400x400 мм.

Зробимо армування в ПК "SCAD". Перетин колон 400x400 мм. Бетон важкий В30.

Значення $a_1 = 20$ мм, $a_2 = 20$ мм.

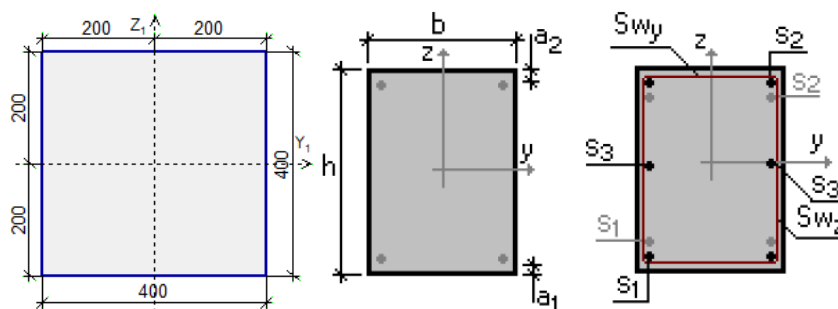


Рисунок 2.18 – Переріз колон

Арматура, що приймається поздовжня класу А500, поперечна класу А240. Коефіцієнти умов роботи дорівнюють 1.

Приймаємо армування S_1 -2Ø18 з кроком 200 мм, S_2 -2Ø18 з кроком 200 мм. Поперечне армування- 2Ø12 з кроком 150 мм.

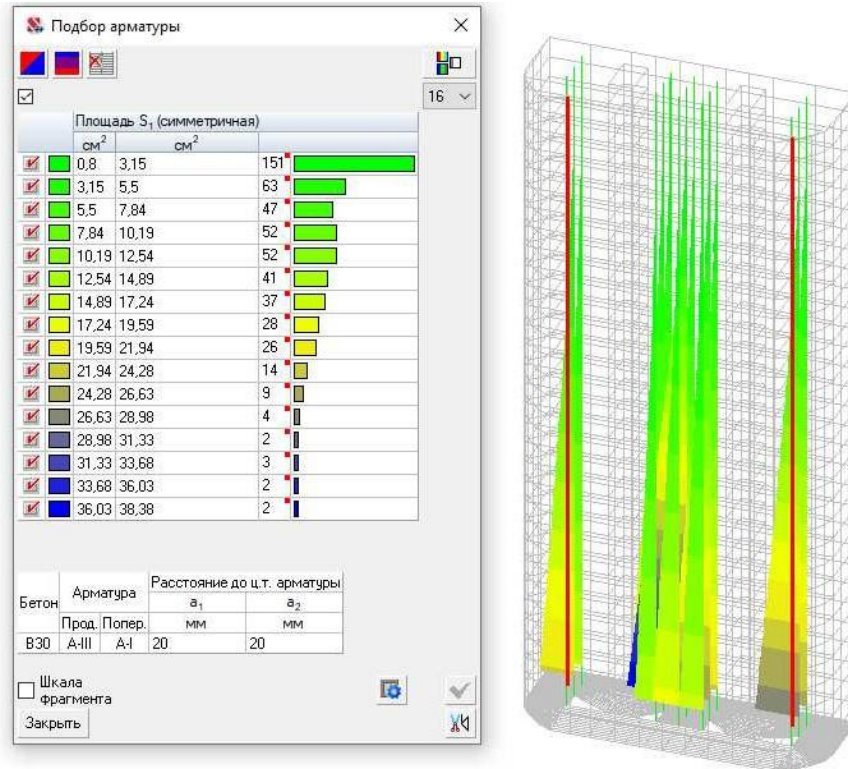


Рисунок 2.19 – Площа симетричної арматури S_1

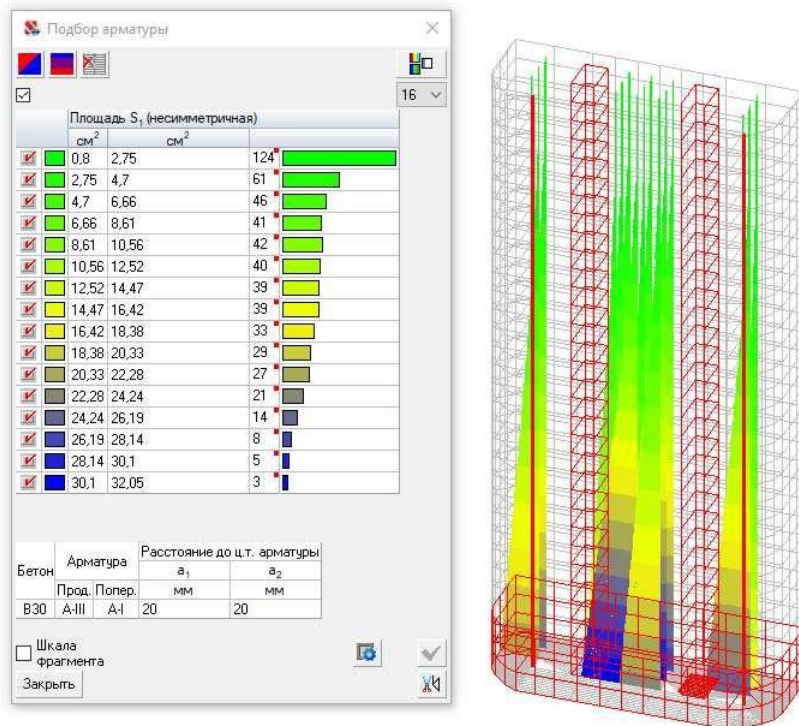


Рисунок 2.20 – Площа несиметричної арматури S_1

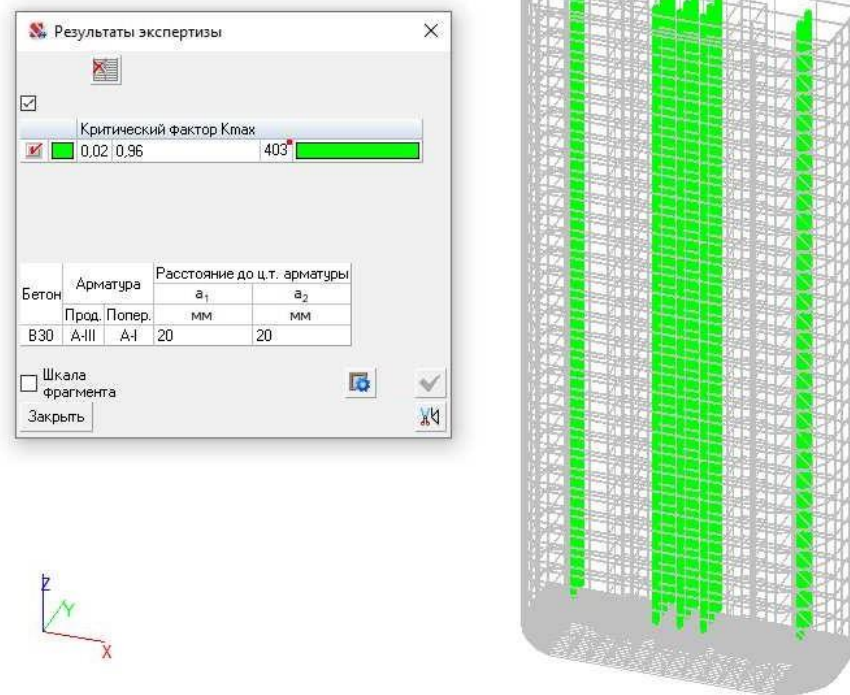


Рисунок 2.21 – Результаты экспертизы армування колон

Правильність підбору арматури перевіряємо за допомогою критичного фактора K_{\max} у вкладці експертизи залізобетону ПК «SCAD». Як очевидно з малюнка 2.26, критичний чинник досягає значень більше 1, отже армування проведено правильно.

2.4 Розрахунок плити перекриття

Приймаємо плиту перекриття із CLT товщиною 195 мм. Матеріал плит сосна I і II сорту [41]. Покриття підлоги виконуємо із звукоізоляційних плит Максфорте товщиною 50 мм, сухої стяжки Knauf 40 мм та листів ГВЛ 12,5 мм. Перетин панелі приймаємо 3000x195 мм, вологість (12 ± 2) %.

Розрахункові характеристики матеріалів:

- розрахунковий опір розтягуванню вздовж волокон $R_p=12$ МПа,
- розрахунковий опір стиску вздовж волокон $R_c=16$ МПа,
- розрахунковий опір сколюванню вздовж волокон $R_{ck}=1,6$ МПа,
- модуль пружності вздовж волокон $E=10000$ МПа
- модуль пружності уперек волокон $E_{90} = 400$ МПа.

Конструктивна довжина панелі визначається за формулою

$$l_c = l_n - 2c,$$

де c - величина спирання,

l_n - номінальна довжина панелі, м.

Приймаємо $l_n = 8000$ мм, $c = 50$ мм. $l_c = 8000 - 50 = 7950$ мм.

Виконаємо перевірку проміжного опорного вузла панелі на зминання

$$a = \frac{A}{R_{зм} \cdot b},$$

де $R_{зм}$ - розрахунковий опір місцевому зминання поперек волокон деревини,

b - ширина перерізу, м,

A - величина опорної реакції, кН.

Приймаємо $R_{зм} = 3$ МПа [35], $b = 195$ мм, $A = 39,79$ кН.

$$a = \frac{39790}{300 \cdot 195} = 0,68 \text{ мм.}$$

Фактичне значення майданчика спирання на проміжній опорі становить 50 мм, що забезпечує міцність опорного вузла.

Збір навантажень наведено у таблиці 2.1. Розрахункова схема наведена на малюнку 2.27.



Рисунок 2.22 – Розрахункова схема плити

Розрахунок зробимо в ПК "SCAD ". Результати представлені малюнку 2.28 згідно [35].

Максимальний прогин становить 0,008 м.

Таким чином, умови міцності за граничними станами виконуються, тому приймаємо плиту перекриття з параметрами $l=8000$ мм, $b=195$ мм.

2.5 Конструювання з'єднань

Розрахунок консолі залізобетонної колони [39]

Консоль колони сприймає поперечну силу від перекриття, рівну

$$V_{sd} = \frac{(G_{\text{перек.}} + Q_{\text{перек.}})}{2} = \frac{480 + 61,79}{2} = 270,9 \text{ кН.}$$

Мінімально допустима довжина площі спирання перекриття з умови міцності бетону на зминання

$$l_{sup} = \frac{V_{sd}}{\mu \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{270900}{1 \cdot 10,67 \cdot 300} = 84 \text{ см,}$$

де b - ширина спирання плити, що дорівнює ширині колони.

Необхідна робоча висота консолі з умови міцності похилого перерізу стиснутою смугою визначається з умови

$$d \geq \frac{V_{sd}}{0,25 \cdot \eta \cdot \alpha \cdot f_{sd} \cdot b_c} = \frac{270,9}{0,25 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10,67 \cdot 300} = 35 \text{ см}$$

Приймаємо розмір консолі 90x50 мм. Зробимо розрахунок пластини консолі на зріз.

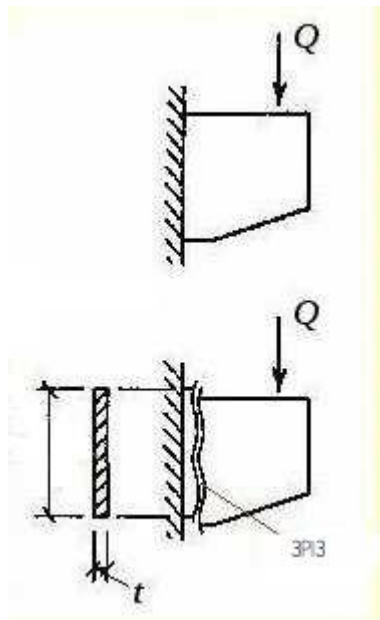


Рисунок 2.23 – Схема роботи пластини

Умова міцності пластини

$$\tau = \frac{Q}{ht} \leq R_s \cdot \gamma_s,$$

де Q -розрахункове поперечне зусилля кН, ht – площа зрізу, см^2 .

$$\tau = \frac{270,9}{30 \cdot 2} \leq 245 \cdot 0,9.$$

Умова виконується, приймаємо пластину товщиною 20 мм із сталі С245.

З'єднання перекриттів з консолями виробляємо за допомогою вклеєних поперек волоко стрижнів. Розрахуємо це з'єднання виходячи з розрахунку з'єднання на стрижнях, вклеєних під кутом до волокон [35].

Розрахункову несучу здатність, T , МН, що вклеюється під кутом до волокон стрижня на висмикування слід визначати за формулою

$$T = R^E \cdot \pi \cdot d_1 \cdot l_p \cdot k_c \cdot k_{\Pi} \cdot m_d \cdot m_{\text{дл}} \cdot \Pi \cdot m_1 \leq F \cdot Ra \quad (3.15)$$

де Ra - розрахунковий опір деревини висмикування вклеєного стрижня, що приймається рівним 6,8 МПа,

d_1 -діаметр отвору,

l_p -розрахункова довжина стрижня, м

$$l_p = l - l_0 \leq 30d = 0,18 \text{ м},$$

l -довжина частини, що защемляється, м,

$l_0 = 3d$ – глибина можливого зниження міцності клейового прошарку при зварюванні,

d - діаметр стрижня, що вклеюється,

k_c - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу напруг зсуву в залежності від довжини частини стрижня, що защемляється, який слід визначати за формулою

$$k_c = 1,2 - 0,02 \frac{l_p}{d} = 1,2 - 0,02 \cdot \frac{0,18}{0,10} = 1,1,$$

k_{Π} -коефіцієнт, що залежить від знака нормальних напруг вздовж волокон у зоні установки стрижнів,

m_d - коефіцієнт, що враховує залежність розрахункового опору від діаметра стрижня

$$m_d = 1,12 - 0,1d = 1,12 - 0,1 \cdot 0,1 = 1,1,$$

F_a - площа перерізу стрижня,

R_a -розрахунковий опір матеріалу стрижня.

$$T = 6,8 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 0,18 \cdot 1,1 \cdot 0,09 \cdot 1,1 \cdot 0,66 \cdot 0,9 \leq 0,000113 \cdot 400, \\ 0,029 < 0,0452.$$

Умова виконується. Приймаємо стрижні з арматури $\varnothing 10$ А500.

2.6 Проектування фундаментів

2.6.1 Основні відомості про умови земельної ділянки для будівництва об'єкту

Абсолютні позначки рельєфу ділянки будівництва варіюються від 151 до 152 м. Відносна позначка чистої підлоги першого поверху 0,000 відповідає абсолютній 152,1 м. Грунтові води залягають на глибині 15,7 м, що відповідає абсолютній позначці 139,9 м.

Геологічна колонка :

1. Супісок пластичний, сірого кольору, з лінзами суглинку тугопластичного.
2. Пісок гравелистий, маловологий, коричневого кольору,
3. Суглинок тугопластичний,
4. Галечниковий ґрунт з піщаним заповнювачем до 15-30 % маловологий.

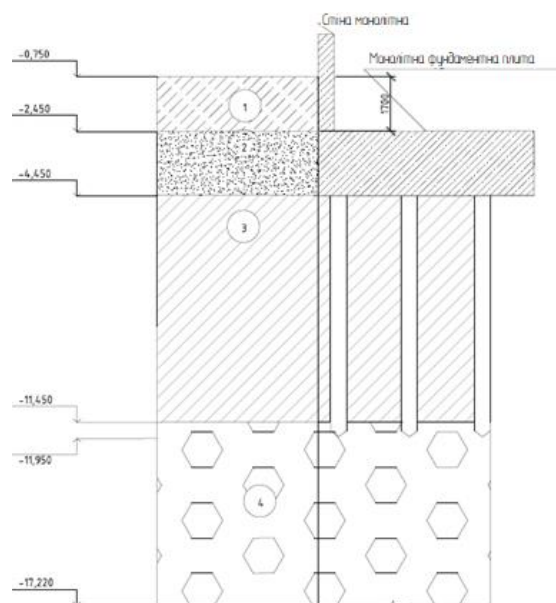


Рисунок 2.24 – Інженерно-геологічна колонка

Збір навантажень на фундамент виробляємо за допомогою програмного комплексу SCAD.

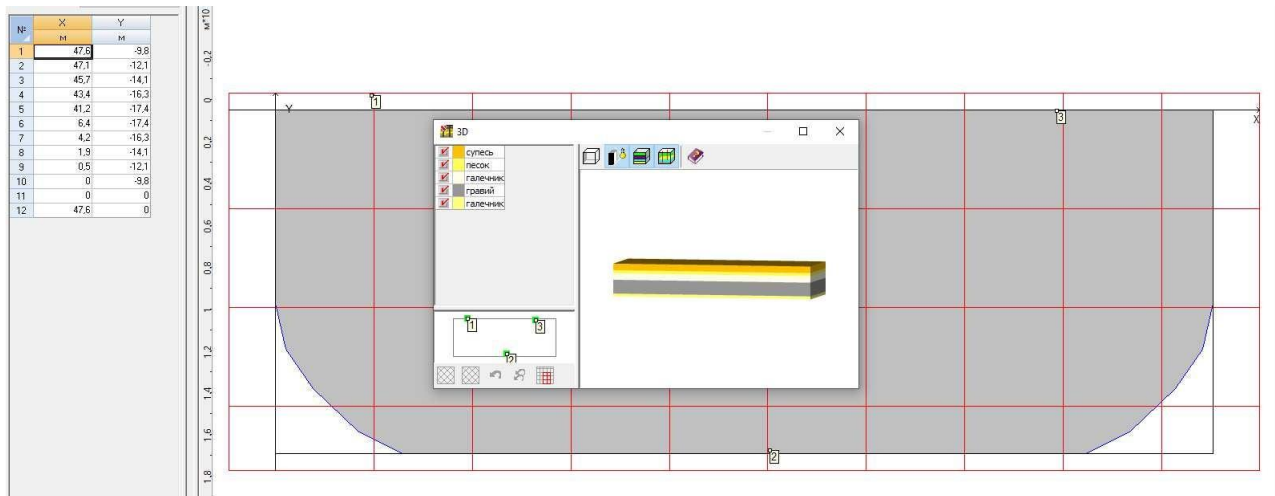


Рисунок 2.25- Інженерно-геологічні умови

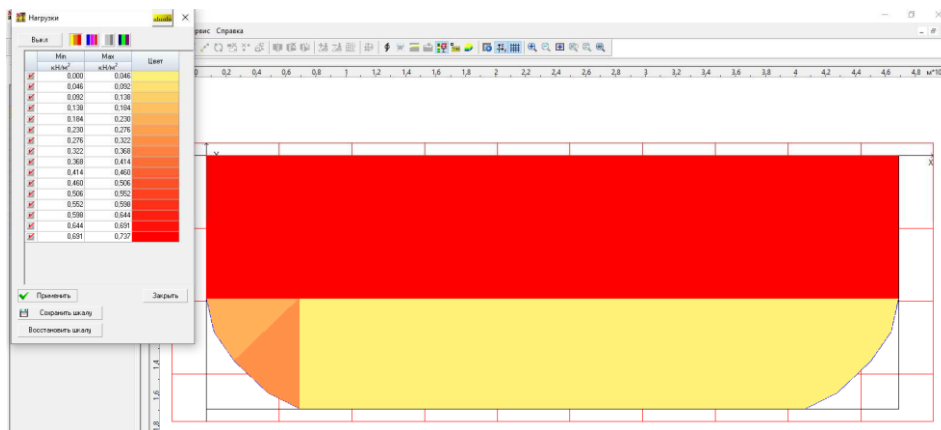


Рисунок 2.26 – Навантаження на фундамент

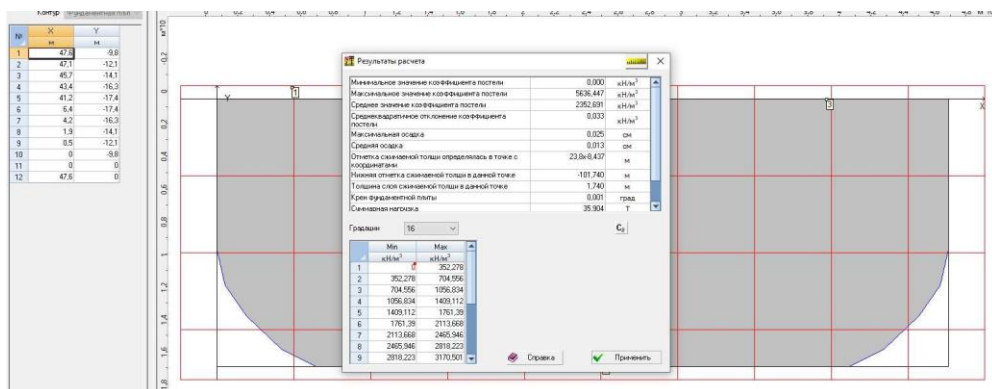


Рисунок 2.27 – Розрахунок усадки та коефіцієнтів пастелі плитної основи

Рівномірно розподілене навантаження становить 903,39 кН/м. Зробимо розрахунок перекидальних сил на стіни підвалу.

Основні розрахунки стійкості стіни ведуться за I граничним станом, виходячи з цього, знайдемо розрахункові характеристики ґрунтів за формулою.

$$\gamma_p = 1,05 \cdot \gamma_n$$

$$\phi_p = 1,15 \cdot \phi_n$$

$$C_p = C_n / 1,5$$

$$\Theta = 45 - \phi / 2$$

$$\lambda = \operatorname{tg} 2 \Theta$$

$$K = 2 \sqrt{\lambda}$$

Розраховані характеристики наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3- Розрахункові характеристики ґрунтів

Ґрунт	γ_p	ϕ_p	C_p	Θ	λ	K
Супісок пластичний, сірого кольору	18,37	-	-	-		
Пісок гравелистий, маловологий, коричневого кольору	-	-	-	-		
Галечниковий ґрунт з піщаним заповненням до 15-30% маловологий	2,13	44,85	0,02	25,5	13,065	10,10
Суглинок туго-пластичний	18,37	-	-	-		

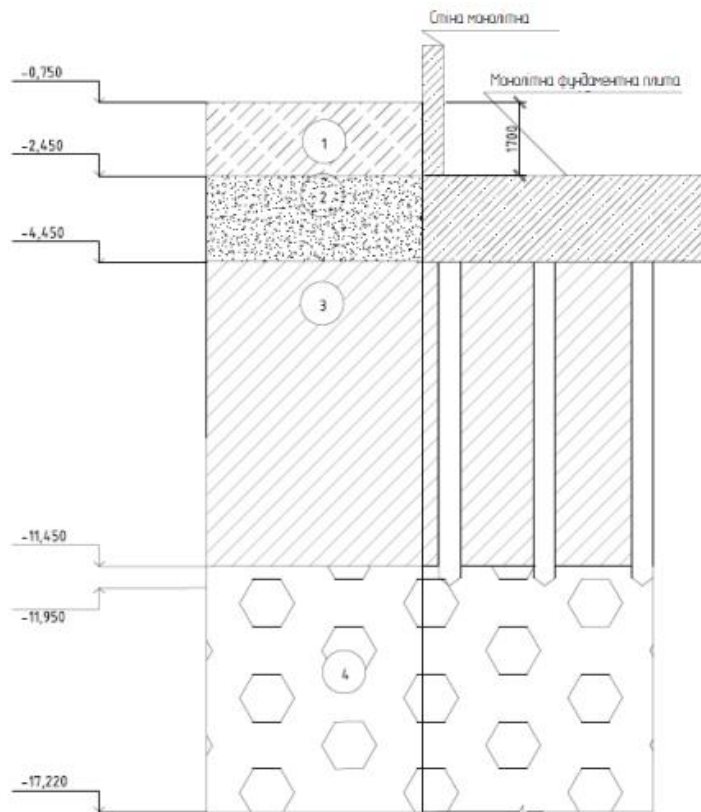


Рисунок 2.28- Схеми стіни підвалу

Тиск ґрунту розраховуємо за формулою:

$$P_y = \frac{[\gamma_i \gamma_f \cdot h \cdot \lambda - c_i (K_i + K_{i+1})] y}{h} + P,$$

де $\gamma_f = 1.2$ для насипного ґрунту та 1,15 для інших.

$$P_0 = 18.37 \cdot 1,15 \cdot 1.7 = 35,91 \text{ кПа}$$

2.6.2 Проектування пальового фундаменту

Глибину закладення ростверку d_p приймаємо з конструктивних вимог. Відмітка підлоги цокольного поверху та відмітка верху фундаментної плити складає -2,450 м. Висоту ростверку приймаємо рівною 1 м. Відмітка підшви фундаменту складає -3,450 м.

Позначка голови палі до забивання складатиме -3,420 м, після забивання - 3,450 м. Закладення палі в ростверк становить 500 мм.

Використовуємо як несучий шар суглинок тугопластичний. Приймаємо довжину палі 8 м, марки С80.30. Відмітка низу палі складатиме -11,950 м.

Несуча здатність палі по ґрунту визначається за формулою [38]

$$Fd = \gamma_c \cdot R \cdot A, (2.17)$$

де γ_c - коефіцієнт умови роботи палі в ґрунті, що приймається рівним 1,0,

$A=0,3 \cdot 0,3=0,09\text{м}^2$ -площа поперечного перерізу палі,

R -розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі. кПа.

Для забивних палей приймається рівним 20000 кПа.

$$Fd = 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кН.}$$

Основним критерієм проектування палевих фундаментів є умова

$$N_{св} \leq \gamma_0 \cdot F_d / \gamma_n \cdot \gamma_k$$

Навантаження на палю, що допускається, відповідно до розрахунку складе

$$N_{св} = 1 \cdot \frac{1800}{1,15} \cdot 1,4 = 1118 \text{ кН.}$$

Використовуючи допустимі значення, що використовуються в м. Суми, приймаємо значення $0,3 \cdot 10 = 800 \text{ кН.}$ [38].

Визначимо кількість палей у куці

$$n = \frac{\sum N}{\frac{F_d}{\gamma_n} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{ср}},$$

де $\sum N = N_{max} = 903,39 \cdot 480 + 1806,78 \cdot 32 = 491444,6 \text{ кН}$ – розрахункове навантаження.

$$n = \frac{491444,6}{800 - 0,9 \cdot 2,45 \cdot 20} = 640$$

Розташування палей у куці приймаємо з відстанями між осями 1 м.

2.6.3 Підбір палевийного обладнання

$$E_{min} = 1,75 \cdot a \cdot Fd / \gamma_k, (2.20)$$

де $a=25 \text{ Дж/кН.}$

$$E_{min} = 1,75 \cdot 25 \cdot 433,86, = 18981 \text{ Дж} = 18,98 \text{ кДж.}$$

Вибираємо штанговий дизель-молот С330, який має енергію удару

$E_d=22 \text{ кДж}$, масу ударної частини $m_4=2,5 \text{ т}$, повну масу молота $m_1=4,2 \text{ т}$.

Визначимо відмову палі наприкінці забиття

$$S_d = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3},$$

де $\eta=1500 \text{ кН/м}^2$,

A -площа перерізу палі, м^2 ,

F_d - несуча здатність палі, кН ,

m_1 - повна маса молота, т ,

m_2 - маса палі, т ,

m_3 - маса наголовника, що приймається $0,2 \text{ т}$.

$$S_a = \frac{22 \cdot 1500 \cdot 0,09}{800 \cdot (800 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{4,2 + 0,2 \cdot (2,28 + 0,2)}{4,2 + 2,28 + 0,2} = 0,028 \text{ м} = 2,8 \text{ см.}$$

2.6.4 Проектування монолітного ростверку

Як ростверк приймаємо монолітну залізобетонну плиту. Розрахунок армування плити проводиться у програмному комплексі SCAD. Для створення схеми плити використовуємо "генерацію сітки довільної форми на площині". Задаємо контур плити та вибираємо критерій триангуляції.

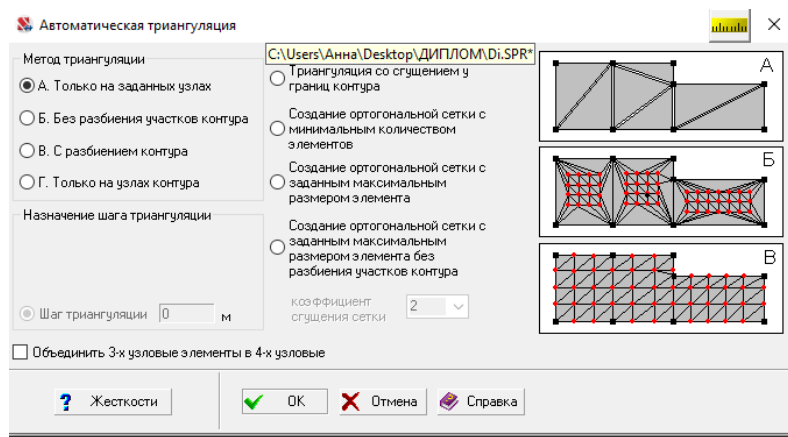


Рисунок 2.29- Вибір критерію триангуляції

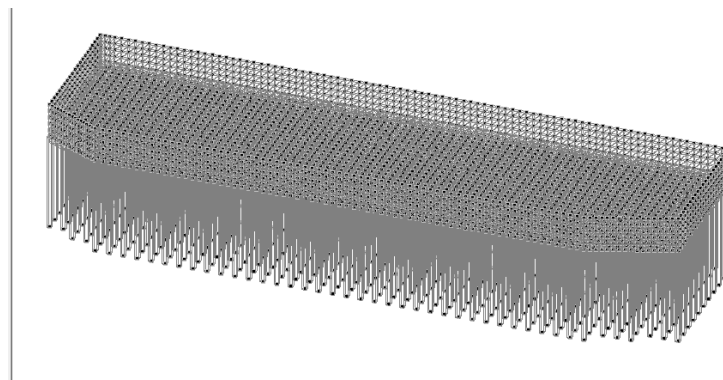


Рисунок 2.30- Схема фундаменту в SCAD

Прикладаємо навантаження:

- власна вага,
- навантаження від стін,
- навантаження на підлогу
- навантаження від ґрунтів на стіни.

Армування провадимо за допомогою окремих груп.

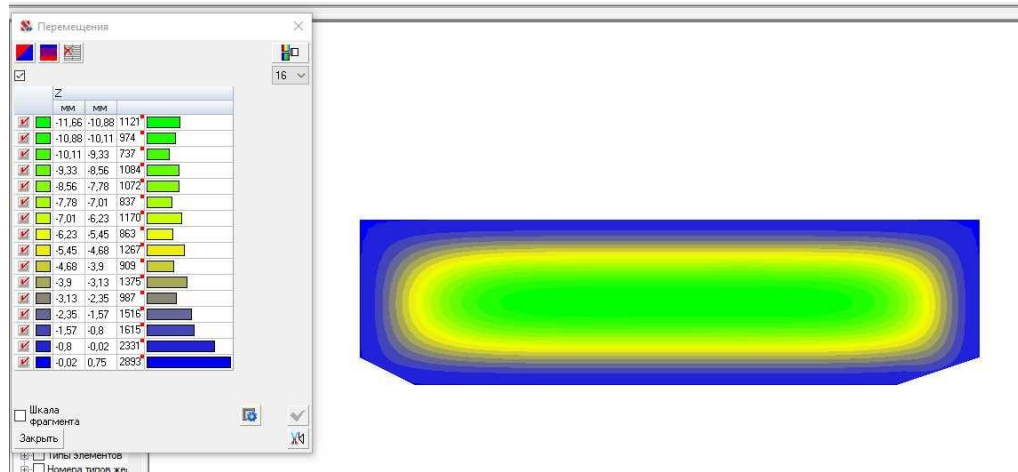


Рисунок 2.31 – Переміщення від навантажень

Максимальні переміщення становлять 11,66 см, що менше гранично допустимого 15 см.[38]

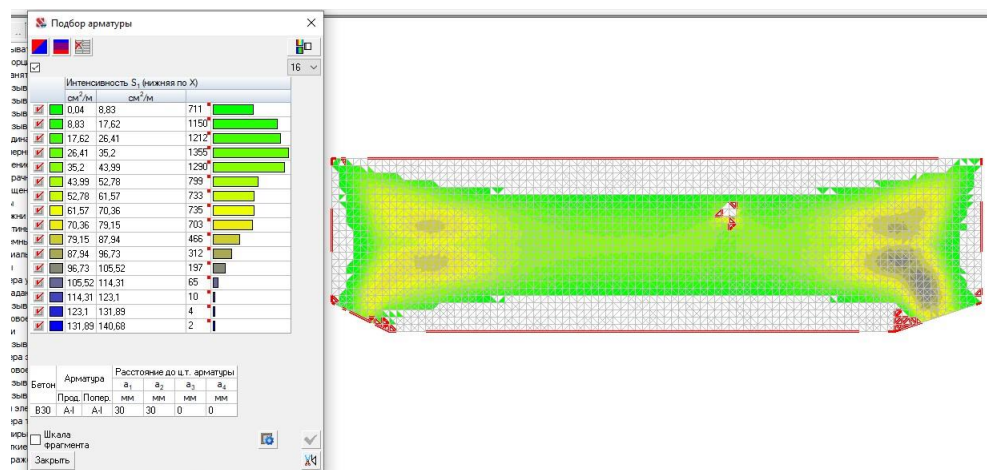


Рисунок 2.32 – Інтенсивність нижня за X

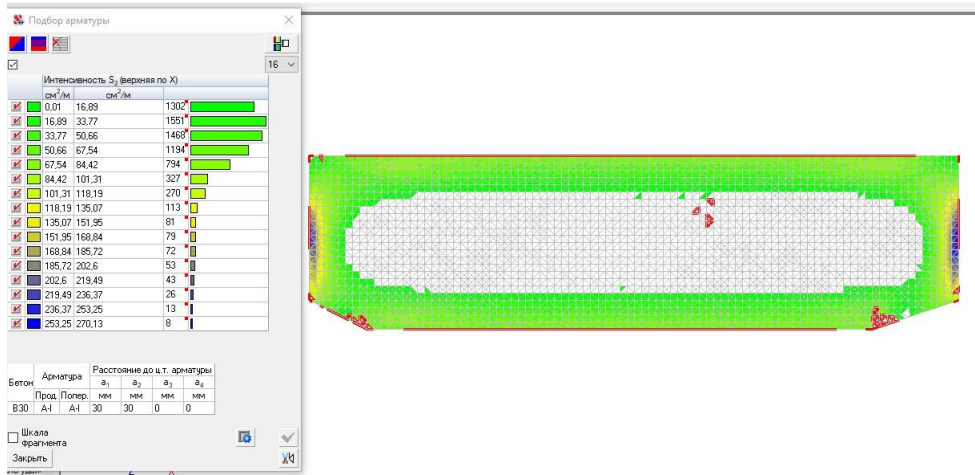


Рисунок 2.33- Интенсивність верхня по X

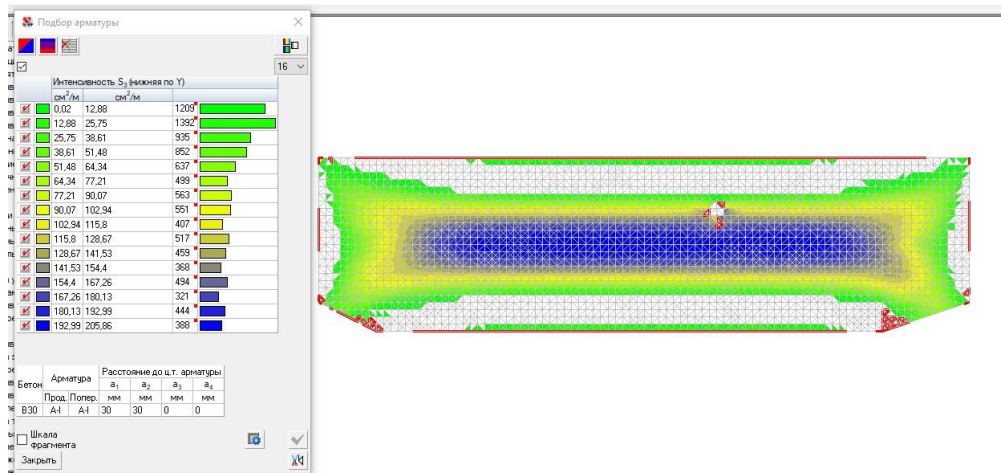


Рисунок 2.34 – Интенсивність нижня по Y

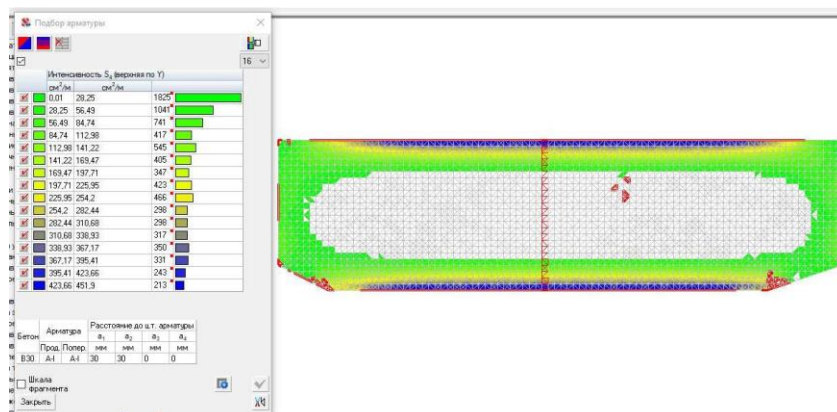


Рисунок 2.35 – Интенсивність верхня по Y

Приймаємо армування:

- для основної нижньої сітки приймаємо арматурні стрижні в подовжньому напрямку $\varnothing 20$ з кроком 200 мм, у поперечному $\varnothing 20$ з кроком 200 мм,
- для основної верхньої сітки в подовжньому та поперечному напрямку – $\varnothing 28$ з кроком 200 мм.

У місцях найбільш навантажених ділянок під колонами укладаємо додаткові сітки з арматури $\varnothing 36$ із кроком 150 мм.

2.6.5 Розрахунок монолітного плитного ростверку на продавлювання

Схема роботи ростверку представлена малюнку 2.38.

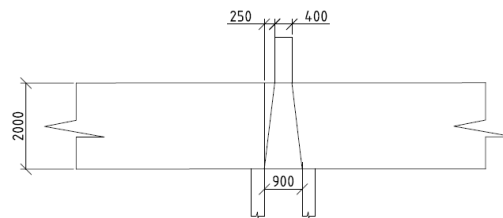


Рисунок 2.36 – Схема роботи ростверку

Перевірка на продавлювання проводиться виходячи з умови перевищення міцності бетону на розтяг по грані піраміди продавлювання над силою, що продає

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_{op}}{c_1} \cdot (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} \cdot (l_c + c_1) \right],$$

де F - сила, що продавлює,

R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню, кПа. Для бетону В30 $R_{bt} = 1150$ кПа,

h_{op} - робоча висота перерізу ростверку, м,

α - коефіцієнт, що враховує часткову передачу подовжньої сили N ,

b_c, l_c - розміри перерізу колони, м,

c_1, c_2 - відстані від граней колони до граней основи піраміди продавлювання, м.

$$2880 \leq \frac{2 \cdot 1150}{1} \cdot \left[\frac{1,95}{0,25} \cdot (0,4 + 0,25) + \frac{1,95}{0,25} \cdot (0,4 + 0,25) \right] = 23322 \text{ кН.}$$

Умова виконується.

2.7 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники є обґрунтуванням технічних, технологічних, планувальних та конструктивних рішень та становлять основу кожного проекту. Техніко-економічні показники є підставою для вирішення питання доцільності будівництва об'єкта при запроєктованих параметрах та затвердження проектної документації для будівництва. Основні техніко-економічні показники представлені у таблиці 2.4.

Планувальний коефіцієнт $K_{пл}$ визначається за формулою (2.1) і є відношенням житлової площі $S_{жит}$ до корисної $S_{заг}$, залежить від внутрішнього планування приміщень: чим раціональніше співвідношення житлової та допоміжної площі, тим економічніший проект.

$$K_{пл} = S_{житл} / S_{заг} = 19011/27200 = 0,70. (2.1)$$

Об'ємний коефіцієнт $K_{заг}$ визначається за формулою (3.2) і виражений відношенням об'єму будівлі $V_{буд}$ до житлової площі будівлі, що залежить від загального обсягу будівлі.

$$K_{заг} = V_{буд} / S_{житл} = 2910400/19011 = 153. (2.2)$$

Ці коефіцієнти є відносними. Зменшення цих показників призводить до збільшення розмірів жилої площі за рахунок допоміжної, тобто. погіршення побутових умов проживання у такій будівлі.

Таблиця 2.4-Основні техніко-економічні показники

Показник	Значення
Об'ємнопланувальні показники:	
Площа забудови, м ²	870,00
Кількість поверхів, прим.	32
Висота поверху, м	3,30/3,00
Будівельний об'єм всього, м ³	2910400
Житлова площа квартир, м ²	19011
Загальна площа, м ²	27200
Планувальний коефіцієнт	0,7
Об'ємний коефіцієнт	153
Інші показники проекту:	
Тривалість будівництва, міс.	20,67

РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Моделювання роботи комбінованого каркасу висотної будівлі

Розрахунок проводимо методом скінченних елементів з використанням як основних невідомих переміщення та повороти вузлів розрахункової схеми. Тому дана розрахункова схема представлена у вигляді набору елементів стандартного типу – стрижнів, пластин, оболонок тощо.

Тип скінченного елемента визначається його геометричною формою та правилами, які визначають залежність між переміщеннями вузлів елемента та вузлів системи, а також фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями, набором параметрів, що входять до цього закону та т.п. .п.

У розрахункову схему включені скінченні елементи таких типів.

Стрижневі кінцеві елементи, для яких передбачена робота за звичайними правилами опору матеріалів. Опис їх напруженого стану пов'язаний із місцевою системою координат, у якої вісь X_1 орієнтована вздовж стрижня, а осі Y_1 та Z_1 – вздовж головних осей інерції поперечного перерізу.

Конічні елементи оболонок, геометрична форма яких на малій ділянці елемента є плоскою (вони утворюють багатогранник, вписаний у дійсну криволінійну форму серединної поверхні оболонки).

Обчислення розрахункових поєднань зусиль проводиться на підставі критеріїв, характерних для відповідних типів кінцевих елементів – стрижнів, плит, оболонок, масивних тіл. Як такі критерії прийнято екстремальні значення напруги в характерних точках поперечного перерізу елемента. При розрахунку враховуються вимоги нормативних документів та логічні зв'язки між завантаженнями.

Основою вибору невідповідних розрахункових поєднань зусиль є принцип суперпозиції. З усіх можливих поєднань відбираються ті РСУ, які відповідають максимальному значенню певної величини, обраної як критерій і залежної від усіх компонентів напруженого стану.

Розрахункова схема представлена малюнку 3.1.

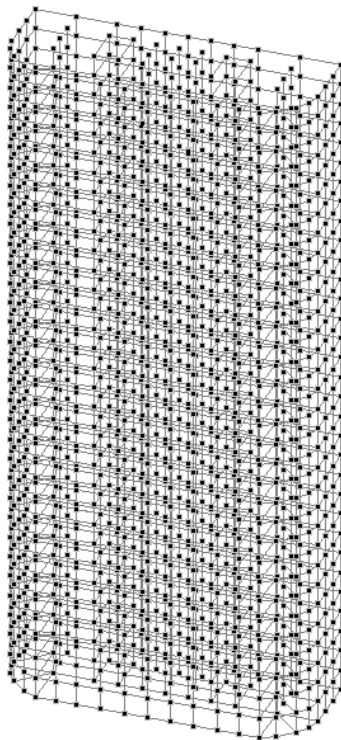


Рисунок 3.1- Розрахункова схема будівлі

Вітрове навантаження розраховується у розрахунковому комплексі ПК SCAD (Рис.3.2).

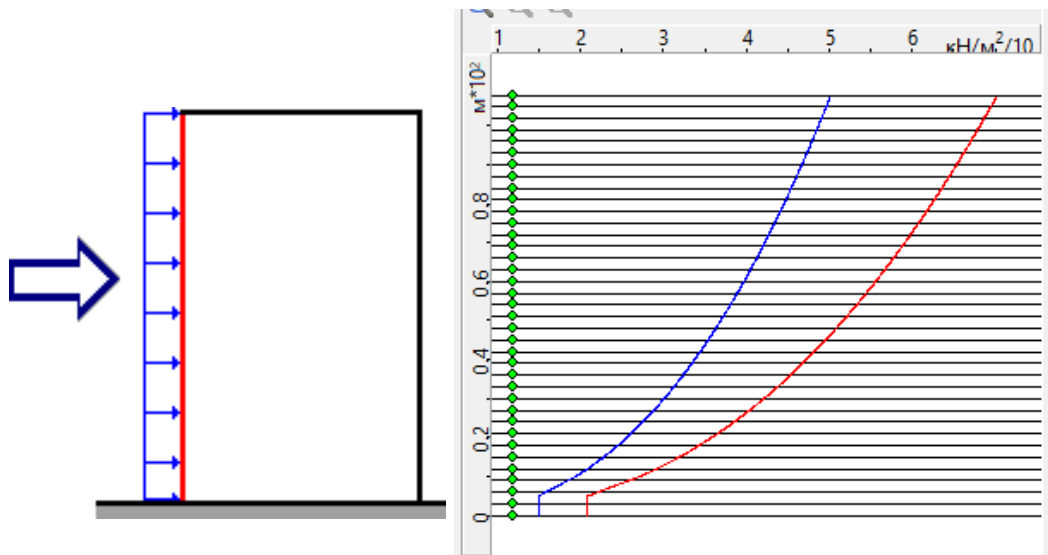


Рисунок 3.2 – Результати розрахунку вітрового навантаження з навітряного боку

Таблиця 3.1 – Вітрове навантаження з навітряного боку

Висота (м)	Нормативне значення (кН/м ²)	Розрахункове значення (кН/м ²)
0	0,149	0,209
3	0,149	0,209
6	0,158	0,221
9	0,185	0,259
12	0,209	0,292
15	0,228	0,319
18	0,245	0,343
21	0,261	0,365
24	0,275	0,385
27	0,288	0,404
30	0,301	0,421
33	0,313	0,438
36	0,324	0,453
39	0,334	0,468
42	0,344	0,482
45	0,354	0,495
48	0,363	0,508
51	0,372	0,521
54	0,381	0,533
57	0,389	0,544
60	0,397	0,556
63	0,405	0,567
66	0,412	0,577
69	0,42	0,588
72	0,427	0,598
75	0,434	0,608
78	0,441	0,617
81	0,448	0,627
84	0,454	0,636
87	0,461	0,645
90	0,467	0,654
93	0,473	0,662
96	0,479	0,671
99	0,485	0,679
102	0,491	0,687
105	0,497	0,695
107,5	0,501	0,702

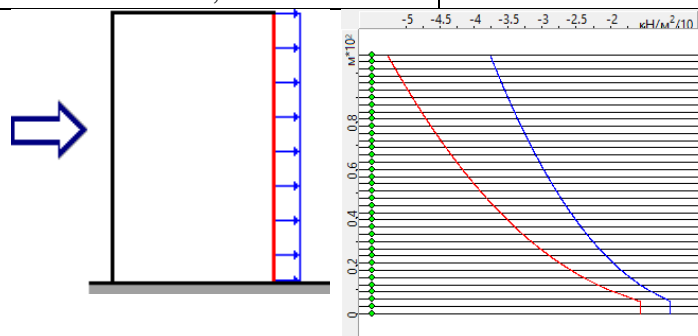


Рисунок 3.3 – Результати розрахунку вітрового навантаження з підвітряного боку

Таблиця 3.2 – Вітрове навантаження з підвітряного боку

Висота (м)	Нормативне значення (кН/м ²)	Розрахункове значення (кН/м ²)
0	-0,112	-0,157
3	-0,112	-0,157
6	-0,119	-0,166
9	-0,139	-0,194
12	-0,156	-0,219
15	-0,171	-0,239
18	-0,184	-0,257
21	-0,196	-0,274
24	-0,206	-0,289
27	-0,216	-0,303
30	-0,226	-0,316
33	-0,234	-0,328
36	-0,243	-0,34
39	-0,251	-0,351
42	-0,258	-0,361
45	-0,265	-0,371
48	-0,272	-0,381
51	-0,279	-0,391
54	-0,285	-0,4
57	-0,292	-0,408
60	-0,298	-0,417
63	-0,304	-0,425
66	-0,309	-0,433
69	-0,315	-0,441
72	-0,32	-0,448
75	-0,325	-0,456
78	-0,331	-0,463
81	-0,336	-0,47
84	-0,341	-0,477
87	-0,345	-0,484
90	-0,35	-0,49
93	-0,355	-0,497
96	-0,359	-0,503
99	-0,364	-0,509
102	-0,368	-0,515
105	-0,372	-0,521
107,5	-0,376	-0,526

3.3 Результати розрахунків

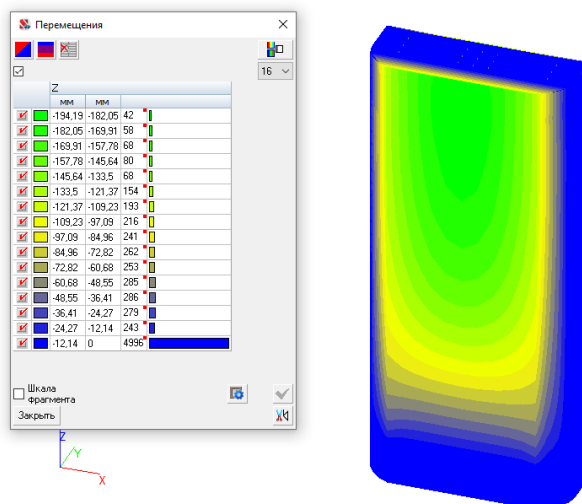


Рисунок 3.4 – Вертикальні переміщення від найбільш несприятливої комбінації.

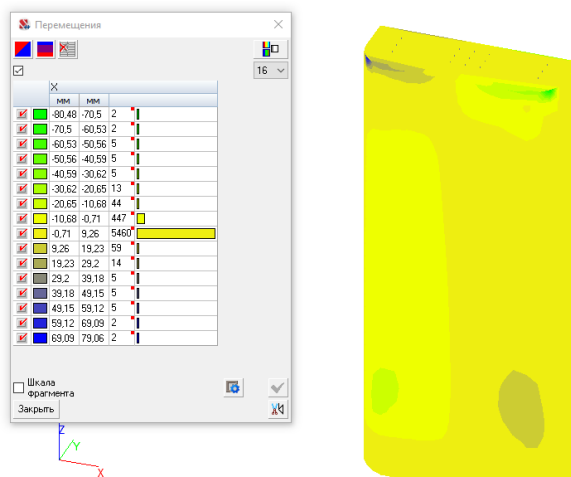


Рисунок 3.5 – Горизонтальні переміщення від найбільш несприятливої комбінації завантажень

Максимальні горизонтальні переміщення каркасу будівлі від вітрових навантажень з урахуванням крену фундаменту становлять 116 мм [34], як видно з рисунка 3.5, значення не перевищують гранично допустимих. Максимальні вертикальні переміщення з урахуванням висоти будівлі не повинні перевищувати 216 мм, бачимо, що ця умова виконується.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Техніка безпеки та пожежна безпека на будівельному майданчику

Організація будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці працюючих на всіх етапах виконання робіт.

Майданчик будівництва знаходиться в центрі міста, тому, щоб запобігти доступу сторонніх осіб, повинен бути огорожений. Огородження, які примикаються до місць масового проходу людей, необхідно облаштувати суцільним захисним козирком. Конструкція огороження повинна задовільняти вимоги [27]: конструкція огороження повинна бути збірною-розбірною з уніфікованими елементами, з'єднаннями і деталями кріплення, висота захисних панелей з козирком становить 2,0 м, в розріжених панелях огороження відстань в просвіті (розрідженість) між деталями заповнення полотна панелей повинна бути в межах 80-100 мм, захисний козирок встановлюється по верху огороження з підйомом до горизонту під кутом 20° в сторону тротуару, панелі козирка повинні забезпечити перекриття тротуару і виходити за його край (зі сторони руху транспорту) на 50-100 мм.

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів повинні мати сигнальні огороження, які задовільняють вимоги [27]: висота стійок сигнального огороження повинна бути 0,8 м, відстань між стійками не повинна перевищувати 6,0 м.

На будівельний майданчик влаштовані 1 в'їзд та 1 виїзд, тимчасові дороги шириною 6,0 м дозволяють рухатись автомобільному транспорту з під'їздом до всіх складів та вузлів.

При в'їздах на будівельний майданчик повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів, а на обочинах доріг і проїздів – добре видимі дорожні знаки, що регламентують порядок руху транспортного засобу в відповідності з правилами дорожнього руху.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виробництва робіт не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах.

На будівельному майданчику огороженні всі небезпечні зони (монтажна зона, зона дії крана).

Відкритий котлован, траншеї огородити захисним огороженням.

До монтажних робіт допускаються чергові люди, які пройшли медичний огляд та мають допуск до роботи на висоті.

Стропування вантажів проводять згідно технологічної карти, розстроповку вантажів та залізобетонних елементів проводять після їх закріплення.

Засоби риштування повинні мати рівні робочі настили з зазором між дошками не більше 5 мм, а при розміщенні настилу на висоті 1,3 м і більше – огороження і бортові елементи. З'єднання щитів настилів внахлест допускається тільки по їх довжині, при чому кінці елементів, що стикаються, повинні бути розміщені на опорі і перекривати її не менше ніж на 0,2 м в кожену сторону. Риштування повинні бути прикріплені до стіни будинку, що будується. При відсутності особливих вказівок в інструкції заводу-виготовлювача кріплення риштувань до стін будівлі повинно виконуватись не менше ніж через один ярус для крайніх точок, через два прольоти для верхнього яруса і одного кріплення на кожні 50 м² проекції поверхні риштувань на фасад будівлі.

Приміщення, в яких проводяться роботи з пиловидними матеріалами, а також робочі місця біля машин дроблення, розмолу і просіювання цих матеріалів повинні бути забезпечені вентиляційними системами (привітрюванням).

На робочих місцях, де застосовуються або готуються клеї, мастики, фарби і інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, не допускаються дії з використанням відкритого вогню або іскри.

На території будівництва в місцях розташування тимчасових будівель, складів, майстерень встановлюються пожежні щити, стенди та бочки з водою. Для запобігання розповсюдження пожежі необхідно забезпечити будівництво

достатньою кількістю засобів пожежогасіння, дотримуватись правил зберігання, розміщення і обмеження кількості палих речовин і матеріалів, а також дотримуватися інших вимог [28].

Основні причини виникнення пожеж при будівельних роботах:

- недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, влаштуванні комунікацій;
- дефекти обладнання, порушення режиму технологічних процесів та неправильне проведення робіт;
- несправність систем живлення і випуску відпрацьованих газів у двигунах внутрішнього згоряння, відсутність іскрогасників на вихлопних трубах двигунів;
- порушення правил користування відкритим вогнем, особливо поблизу місць застосування або зберігання горючих або легкозаймистих речовин;
- відсутність або несправність заземлення цистерн з рідкими нафтопродуктами;
- несправність або відсутність на деяких об'єктах системи блискавкозахисту.

На будівельному майданчику повинні бути організовані пости з протипожежними засобами, а також визначені особливо небезпечні зони у пожежному відношенні. В межах цих зон не допускається зберігання масляних фарб, оліфи, смоли, масел, паливно-мастильних матеріалів, вказані матеріали повинні зберігатись в окремих складських приміщеннях або під навісом. Зберігання в одному приміщенні кисневих балонів та балонів з іншими горючими газами забороняється. Всі роботи пов'язані з використанням відкритого вогню, допускається вести лише з дозволу відповідального за пожежну безпеку на будівельному майданчику.

Пожежна безпека - це стан об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення виключається дія на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека забезпечується завдяки створенню системи заходів

пожежної профілактики і активного пожежного захисту.

Пожежна профілактика - комплекс організаційних заходів і технічних засобів, що спрямовані на запобігання можливого виникнення пожежі чи зменшення її наслідків,

Система активного пожежного захисту - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів по боротьбі з пожежами і запобіганню дії на людей небезпечних чинників пожежі, а також обмеження матеріальних збитків від неї.

Для запобігання пожеж у будівельних організаціях розробляють організаційні, технічні, режимного характеру, пожежно-евакуаційні, тактико-профілактичні, будівельно-конструктивні та інші заходи режимів експлуатації машин і обладнання, за яких повністю виключається можливість виникнення іскор і полум'я при роботі, контакт нагрітих деталей обладнання з горючими матеріалами.

До організаційних заходів належать правильний вибір технології; недопущення захаращення приміщень і будівельних майданчиків; навчання працівників правилам пожежної безпеки; спеціальне розміщення матеріалів на складах та техніки в гаражах і ремонтних майстернях.

До технічних належать заходи, що стосуються правильного добору і монтажу електрообладнання, систем блискавкозахисту об'єктів і влаштування заземлення, іскрогасників тощо.

Заходи режимного характеру - це заборона куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промаслених ганчірок, постійний контроль за зберіганням матеріалів, що можуть самозагорятись і т. ін.

Тактико-профілактичні заходи передбачають швидку дію пожежних команд, забезпечення об'єктів первинними засобами вогнегасіння, а також підтримування постійно в справному стані водопровідної системи тощо.

Заходів будівельно-конструктивного характеру вживають в процесі проектування і будівництва споруд, створення протипожежних конструкцій будівель, а також при конструюванні машин і обладнання.

4.1.2 Захисне заземлення

Виконуємо розрахунок захисного заземлення для заземлення бетонозмішувача з напругою $U=380\text{В}$ у трьохфазній сітці з ізолюваною нейтраллю при таких даних:

Ґрунт - суглинок з питомим електричним опором $\rho = 400\text{Ом} \cdot \text{м}$.

В якості заземлювачів прийнято сталені труби діаметром $d = 0,08\text{м}$ та довжиною $l = 2,5\text{м}$, розташовані вертикально і з'єднані на зварці сталююю половою 40x4 мм.

Знаходимо опір одиночного вертикального заземлювача R_b , Ом, за формулою:

$$R_b = \frac{\rho_{\text{розр.}}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4t + l}{4t - l} \right).$$

Приймаємо $\psi = 1,7$. Тоді $\rho_{\text{розр.}} = 400 \cdot 1,7 = 680\text{ Ом} \cdot \text{м}$.

$$R_b = \frac{680}{2\pi \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,08} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,05 + 2,5}{4 \cdot 2,05 - 2,5} \right) = 192\text{ Ом}.$$

Визначаємо опір сталюююї половою, яка з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = \left(\frac{\rho_{\text{розр.}}}{2\pi \cdot l} \right) \ln \left(\frac{l^2}{d \cdot t} \right) \text{ Ом}.$$

Знаходимо розрахунковий опір ґрунту $\rho_{\text{розр.}}$ при використанні з'єднувальної половою у вигляді горизонтального електрода довжиною 50 м.

$\rho_{\text{розр.}} = \rho \cdot \psi' = 400 \cdot 5,9 = 2360\text{ Ом} \cdot \text{м}$. При довжині половою 50 м $\psi' = 5,9$;

$$\eta_b \text{ та } \eta_r R_{II} = \left(\frac{2360}{2\pi \cdot 50} \right) \ln \left(\frac{50}{0,04 \cdot 0,8} \right) = 84\text{ Ом}.$$

Визначаємо приблизну к-сть n одиночних стержневих заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_b}{r_3 \cdot \eta_b} = \frac{192}{4 \cdot 1} = 48 \text{ шт.}$$

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між суміжними заземлювачами рівним $2l$.

За табл. 3.2 та 3.3 [11] знаходимо дійсні значення коефіцієнта використання:

$$\eta_b \text{ та } \eta_r. \text{Значення } \eta_b = 0,66 \text{ та } \eta_r = 0,39.$$

Знаходимо необхідну к-сть вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_b}{r_3 \cdot \eta_b} = \frac{192}{4 \cdot 0,66} \approx 73 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси:

$$R = \frac{R_b \cdot R_r}{R_b \cdot \eta_r + R_r \cdot \eta_b \cdot n} = \frac{192 \cdot 84}{192 \cdot 0,39 + 84 \cdot 0,66 \cdot 73} \approx 3,91 \text{ Ом.}$$

Розрахунок виконаний вірно так як $R \leq [r_3] \ 3,91 < 4$.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Нові об'єкти будівництва повинні будуватися з урахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта. Основні з цих такі [30]:

1. Будинки і споруди необхідно розміщати розосереджено. Відстань між будинками і спорудами повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість переносу вогню з одного будинку на інші, навіть якщо гасіння пожежі не відбувається. Будинки адміністративно-господарського й обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найбільш важливі виробничі спорудження варто будувати заглибленими чи зниженої висотності, прямокутної форми в плані. Це зменшує парусність будинків і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Хорошою стійкістю до впливу ударної хвилі володіють залізобетонні будинки з металевими каркасами в бетонній опалубці. Для підвищення стійкості до світлового випромінювання в споруджуваних будинках і спорудженнях повинні застосовуватися вогнестійкі конструкції, а також вогнезахистна обробка спалених елементів будинку. У кам'яних будинках перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі за розмірами будинки повинні розділятися на секції неспаленими стінами. У ряді випадків при проектуванні й будівництві промислових будинків і споруджень повинна бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу.

Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості й продовольчих складів.

3. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей.

4. Дороги на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям,

забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будинками, спорудженнями і складами; в'їздів на територію об'єкта повинне бути не менш двох із різних напрямків.

5. Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менш двох випусків у міські каналізаційні мережі й пристрої для аварійних скидань у підготовлені місця (котловани, яри, траншеї тощо).

Оцінка стійкості основних елементів інженерно-технічного комплексу, від яких залежить робота господарського об'єкта, полягає у визначенні виду можливого руйнування кожного з основних елементів інженерно-технічного комплексу та у виявленні нестійких елементів. При оцінці ефективності захисту робітників і службовців у разі сильного вибуху визначають можливу кількість уражених і вид травм людей на території господарського об'єкта. Оцінка стійкості систем управління і постачання (електроенергією, газом, водою, сировиною, комплектуючими виробами тощо) полягає у визначенні ступеня їх порушення в разі вибуху. Крім того, оцінюють ступінь підготовленості господарського об'єкта до відновних робіт. Висновок про стійкість господарського об'єкта в цілому складають після аналізу отриманих результатів. Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем будівельного об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система будівельного об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою.

Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РіНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС).

Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу [14].

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація.

На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких ґрунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає:

- характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати;
- види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм;
- радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх вплив на виконання завдань;
- найбільш доцільні напрямки висунання в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження;
- місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань;

- вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає:

- на що направляти основні зусилля сил та засобів;
- порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події;
- організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР;
- порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт;
- час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільно-оперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей.

Метою роботи цієї групи на місці НС є:

- обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС;
- надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим;
- визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала);
- готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС.
- координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин

виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

- визначити вид, масштаб і характер пожежі;
- провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення;
- вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦЗ з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій:

Категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення.

Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах.

Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року.

Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

- I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;

- II фаза – стале горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;

- III фаза – вигоряння матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Залежно від масштабів пожеж застосовують то чи іншу тактику ведення боротьби з ним, та залучають відповідні сили і засоби. Це може бути окрема тема для вивчення.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує значних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

ВИСНОВОК

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено проект висотної житлової будівлі з дослідженням напружено-деформівного стану комбінованого каркасу.

В **«Архітектурно-будівельному розділі»** розроблено основні архітектурні рішення будівлі з урахуванням усіх сучасних норм та вимог.

У **«Розрахунково-конструктивному розділі»** Здійснено розрахунок комбінованого каркасу будівлі, розроблено конструктивні рішення.

У **«Науково-дослідному розділі»** розроблено скінченно-елементну модель комбінованого каркасу житлової будівлі. Досліджено напружено деформівний стан та розподіл деформацій при дії пульсуючих знакозмінних навантажень.

У розділі **«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розроблено заходи щодо дотримання техніки безпеки будівельних робіт. Розроблено заходи по захисту населення у надзвичайних ситуаціях.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.17-2019 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2018.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2020.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
7. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
8. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
9. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258. (SCOPUS)
10. Pidgurskyi, Mykola & Rudyak, Yuri & Pidgurskyi, Ivan. (2019). Research and Modeling of Stress-Strain State and Fracture Strength of Triplexes at Temperatures 293–213K. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering SerProceedings of the 7th International Conference on Fracture Fatigue and Wear.*, Belgium, Ghent University, 2018. – P.135-150.

11. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // Scientific Journal of TNTU. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104. (Index Copernicus, Google Scholar)
12. Вплив температури на мікромеханізми статичного деформування та руйнування теплостійких сталей / П.В. Ясній, В.Б. Гладь, П.О. Марущак, Д.Я. Баран // Вісник Тернопільського державного технічного університету. - 2007. - Т. 14. - № 3. – С. 7-16.
13. Maruschak P., Degradation and cyclic crack resistance of continuous casting machine roll material under operating temperatures / P. Maruschak, D. Baran // Iranian Journal of Science and Technology Transaction B: Engineering. - 2011. - Vol. 35. - M2. - P. 159-165.
14. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнат'єва, Е.О. Текін // ЛОГОС. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/306/293> 44. Ignatyeva, V. B. (2018).
15. Yasniy, P.V., Mykhailyshyn, M.S., Pyndus, Y.I. et al. Numerical Analysis of Natural Vibrations of Cylindrical Shells Made of Aluminum Alloy. Mater Sci 55, 502–508 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00331-2>
16. Yasniy P., Pyndus Y., Hud M. Methodology for the experimental research of reinforced cylindrical shell forced oscillations. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2017. Vol. 86. №. 2. P. 7–13
17. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.
18. Теслюк, М.В. Аналіз впливу типу перев'язки на НДС цегляної кладки в місці стику стін / М.В. Теслюк, Т.К. Гунда, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-

технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 133-134.

19. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.

20. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1990. – 240с.

21. Основания, фундаменты и подземные сооружения.: Е. А. Сорочана, Ю. Г. Ирофименкова. – М. : Стройиздат, 1985. – 135с.

22. Бугров А. К. Расчёт осадок оснований с развитыми областями предельного напряжённого состояния грунта. Швецова. М. : Высшая школа, 1991, С. 127 – 131.

23. Цытович Н. А. Механика мёрзлых грунтов (общая и прикладная) , – М. : 1973. – 387с.

24. Шведенко В. И. Монтаж строительных конструкций. М. : Высшая школа, 1987. – 167с.

25. Нойферт Э. Строительное проектирование. М. : Стройиздат, 1991.

26. Пицаленко М. Ю. Технология возведения зданий и сооружений – Киев. : Высшая школа, 1982. - 298с.

27. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Ж/бетонные конструкции. Общий курс. М. : Стройиздат, 1991. – 412с.

28. Розрахунки і проектування спеціальних будівель і споруд: Навчальний посібник/ Фомиця Л.М., Артеменко А.К., Мамін О.М., Височин І.А. // Під редак. Л.М.Фомиці.- К: Урожай.- 1994.

29. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.

30. Зоценко М.Л.,Коваленко В.І.,Хілобок В.Г. Яковлев А.В. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. -К.:Вища шк.,1992.- 408 с.

31. Мельник І.В. Ефективність використання композитних матеріалів при підсиленні будівельних конструкцій / І.В. Мельник, Р.З. Добрянський, А.Я.

Мурин // Збірник наукових праць третьої всеукраїнської науково-технічної конференції: науково-технічні проблеми сучасного залізобетону. – Львів, 2003. – С. 577-584.

32. Клампуш М.Д. Розрахунок міцності нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених вуглецевими полімерами / М.Д. Клампуш, В.Г. Кваша // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2007. – Вип. 15. – С. 270-276.

33. Бамбура А.Н. К построению деформационной теории железобетона стержневых систем на экспериментальной основе / А.Н. Бамбура, А.Б. Гурковский // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник. - Київ: НДІБК, 2003.- Випуск 59.- Книга 1.- С. 121 – 130.

34. Крись Ю.О. Метод визначення малоциклової втомленості бетону із застосуванням енергетичних гіпотез / Ю.О. Крись // Проблеми теорії і практики залізобетону: Збірник наукових статей.- Полтава, 1997.- С. 265 – 268