

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 реконструкції котельні в Тернополі з моделюванням підсилення
несучих елементів будівлі (комплексна тема)

Виконали: студенти 2 курсу, групи МБд-2

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Студенти

Лисий І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Лиса А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Крамар Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Чубик В.Ф.

(підпис)

(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.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студентці Лисій Анастасії Сергіївній
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування реконструкції котельні в Тернополі з моделюванням підсилення несучих елементів будівлі (комплексна тема)

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, к.т.н., доцент
(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 Геолокація об'єкту

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

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина (моделювання роботи підсиленої колони). 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
16-24 листа формату А1

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 Лисому Івану Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування реконструкції котельні в Тернополі з моделюванням підсилення несучих елементів будівлі (комплексна тема)

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, к.т.н., доцент
(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 Геолокація об'єкту

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

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
16-24 листа формату А1

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	10
1.1 Загальні дані.....	10
1.1.2 Характеристика об'єкту проектування	12
1.1.3 Характеристика ділянки. Містобудівна ситуація, природні умови	13
1.1.4 Дані інженерних вишукувань.....	13
1.1.5 Генеральний план	14
1.1.6 Загальні архітектурно-планувальні рішення по котельні	15
1.2 Існуючий стан	15
1.3 Конструктивне рішення по реконструкції котельні	18
1.3.1 Фундаменти.....	18
1.3.2 Стіни.....	18
1.3.2 Опорядження.....	19
1.3.3 Легко скидні конструкції	19
1.3.4 Черговість будівництва та пускові комплекси	20
1.3.5 Оцінка впливів архітектурно-проектних рішень на навколишнє середовище	20
1.3.6 Доступність об'єкта для маломобільних груп населення	21
1.3.7 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)	21
1.4 Запроектовані рішення для водогрійного обладнання	21
1.4.1 Відомості про потреби в паливі та тепловій енергії	22
1.5 Розділ із забезпечення надійності та безпеки.....	23
1.5.1 Загальні положення безпеки експлуатації об'єкта.....	23
1.5.2 Забезпечення вимог безпеки експлуатації об'єкта на етапі розроблення проектної документації.....	24
1.5.3 Надійність та конструктивна безпека об'єкта	24

1.5.4 Бар'єри безпеки і запобігання аваріям	24
1.5.5 Особливості забезпечення безпеки експлуатації об'єкта на етапах виконання будівельно-монтажних робіт	25
1.5.6 Формування вимог з безпеки експлуатації на етапі використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації	26
1.5.7 Вимога «Безпека експлуатації» під час прийняття закінчених будівництвом об'єктів в експлуатацію	27
1.6 Розділ із забезпечення енергоефективності	27
1.7 Дані з освітлення робочих місць, шуму та вібрації	28
1.8 Засоби запобігання пожежам та вибухам	28
1.9 Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх та внутрішніх факторів; наявність санітарно-побутових приміщень, медобслуговування	30
1.10 Рішення з електропостачання	31
1.10.1 Загальні дані	31
1.10.2 Електроосвітлення котельні	33
1.10.3 Заземлення та занулення	33
1.11 Рішення з автоматизації	34
1.11.1 Загальні положення	34
1.11.2 Основні технічні рішення	35
1.11.3 Монтаж контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації	37
1.11.4 Збір даних та система диспетчеризації	38
1.12 Сигналізація загазованості котельні	39
1.13 Організація експлуатації і штати	40
1.14 Пожежна сигналізація	41
1.14.1 Загальна частина	41
1.14.2 Система пожежної сигналізації	43
1.14.3 Система оповіщення та управління евакуацією	44

1.14.4 Система автоматизації та диспетчеризації протипожежних систем	45
1.15 Охоронна сигналізація	45
1.15.1 Загальна частина	45
1.15.2 Система автоматичної охоронної сигналізації	46
1.16 Відеоспостереження	48
1.16.1 Загальна частина	48
1.16.2 Технічні рішення	49
1.17 Тепломеханічна частина	49
1.17.1 Теплові навантаження	49
1.17.2 Основне обладнання передбачене проектом	50
1.17.3 Теплова схема	51
1.17.4 Трубопроводи та теплова ізоляція	51
1.18 Газопостачання внутрішнє	55
1.18.1 Проектні рішення	56
1.18.2 Рекомендації щодо будівництва газопроводів	57
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	59
2.1 Визначення несучої здатності згинального залізобетонного елемента прямокутної форми, посиленого двостороннім нарощуванням перерізу	59
2.2 Розрахунок підсилення стрічкового фундаменту	61
2.2.1 Результати обстеження	61
2.2.2 Обґрунтування методу підсилення	61
2.2.3 Детальна послідовність виконання робіт	62
2.2.4 Контроль якості робіт під час підсилення фундаментів	67
2.2.5 Розрахунок фундаменту	68
2.3 Розрахунок підсилення цегляної колони металевими обоймами	69
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	74
3.1 Дефекти конструкцій промислових будівель	74
3.1.1 Промислова будівля, конструкція та аварії	74

3.1.2 Дефекти промислових будівель	76
3.2 Підсилення конструкцій колон, балок і плит перекриттів	81
3.2.1 Підсилення конструкцій колон	81
3.2.2 Підсилення конструкцій балок.....	85
3.2.3 Підсилення конструкцій плит перекриттів	88
3.2.4 Підсилення конструкцій фундаментів	89
3.3 Моделювання роботи підсилених конструкцій.....	94
3.3.1 Моделювання роботи фундаментів	94
3.3.2 Моделювання роботи колони.....	97
3.4 Висновки.....	102
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	104
4.1 Основні положення щодо охорони праці.....	104
4.1.1 Інженерні рішення з охорони праці.....	104
4.1.2 Огородження території	106
4.1.3 Визначення небезпечних зон на будівельному майданчику	107
4.1.4 Організація безпечних умов праці земляних робіт	108
4.1.5 Організація безпечних умов праці бетонних робіт	108
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	112
4.2.1 Розрахунок забезпечення безпечної евакуації людей.....	112
4.2.2 Висновки за розділом	114
ВИСНОВОК	115
БІБЛІОГРАФІЯ.....	116

ВСТУП

Реконструкція як вид будівництва вимагає підвищеної кваліфікації усіх учасників процесу, включаючи як проектувальників так і безпосередніх виконавців будівельно-монтажних робіт.

Особливі складнощі виникають при реконструкції промислових будівель, оскільки, як правило всі конструкції в них розраховані під навантаження, характерні для конкретної будівлі.

Актуальність теми. Більшість котелень були збудовані ще під кінець минулого століття за актуальними на той час технологіями та поглядами на забезпечення теплом. В результаті на сьогоднішній час більшість обладнання виявилось енергозатратним та вичерпало свій фізичний ресурс, що зумовлює значні втрати при теплопостачанні та потребує модернізації та перегляду філософії в забезпеченні комфортних умов населення.

Новітнє обладнання зумовить ефективне використання природних ресурсів та належний рівень комфорту населення, як в міжсезоння так і в холодну пору року.

Встановлення такої механізації вимагає ретельного розрахунку існуючих конструкцій будівлі котельні, для забезпечення надійної та довготривалої експлуатації. Що в свою чергу зумовлює використання сучасних прикладних розрахункових пакетів.

Мета роботи: Розробка проекту реконструкції котельні з моделюванням підсилення несучих елементів будівлі.

Об'єкт досліджень – несучі елементи промислових будівель.

Предмет дослідження – підсилювані несучі конструкції промислових будівель.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість підвищити економічність та довговічність промислових будівель при їх експлуатації.

Завдання роботи:

- виявити кліматичні, геологічні та містобудівні умови об'єкта реконструкції;
- визначити реальний стан конструкцій об'єкта реконструкції;
- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення реконструкції котельні;
- розробити основні рішення по сповіщенню виникнення надзвичайних ситуацій в котельні при її експлуатації;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій котельні що підлягають підсиленню;
- виявити основні дефекти у конструкціях промислових будівель;
- виявити основні способи підсилення конструкцій промислових будівель
- виконати моделювання підсилення стрічкових фундаментів котельні з використанням методу скінченних елементів;
- розробити скінченно-елементну підсилюваної колони для визначення деформацій та тріщиноутворення;
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи дослідження – скінченно-елементний з використанням прикладного програмного пакету ЛІРА та ANSYS.

Галузю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих промислових будівель.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання підсилення в основних несучих конструкціях промислових будівель.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції промислових будівель.

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: підсилення, промислова будівля, скінченні елементи.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальні дані

Проект реконструкції котельні за адресою вул. Багата, 4, м. Тернопіль», розроблено на підставі:

— Завдання на проектування.

Проект виконаний згідно з вимогами:

— ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;

— НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води»;

— ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід і каналізація будівель»;

— ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання»;

— НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання»;

— ДБН А.2.2-3:2014 «Склад, порядок розроблення погодження та затвердження проектною документації для будівництва»;

— ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;

— ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації»;

— ДСТУ Б А.2.4-3:2009 «СПДБ. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів представлений в розділах»;

— Інструкцій і рекомендацій заводів-виробників всіх видів обладнання, яке використовується в проекті.

— ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектною документації на будівництво».

— ДБН В.2.2-28:2010 «Адміністративні та побутові будівлі»

ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування»
 ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»
 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»
 ДБН В.1.1-7-2016 « Пожежна безпека об'єктів будівництва»
 ДБН В.2.6-163:2010 «Сталеві конструкції»
 ДСТУ Б.В.2.6-193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії»
 ДБН А3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва».
 З наступними характеристиками будівельного майданчика.

Таблиця 1.1 - Кліматологічні характеристики будівельного майданчика

№ п/п	Параметр	Значення
1.	Сніговий район, $S_0=1390$ Па	4 район
2.	Вітровий район, $W_0=520$ Па	4 район
3.	Ожеледно-вітровий район, $W_B=230$ Па	3 район
4.	Ожеледний район, $B=17$ мм	3 район
5.	Розрахункова температура найбільш холодної п'ятиденки для проектування систем опалення і розрахунку коефіцієнта термічного опору конструкцій	$-20,0$ °C
6.	Сейсмічність району будівництва	до 6 балів
7.	Тип місцевості	IV

Клас наслідків (відповідальності), згідно ДСТУ 8855:2019 - СС2.

Глибина промерзання ґрунту: глинисті - 0,8 м, піщані – 0,9 м.

Категорія складності інженерно-геологічних умов даної території – II (середньої складності). Підземні води не скриті свердловинами на глибину до 12 м. Термін експлуатації будівлі складає $T_{e f}=60$ років. Ступінь довговічності II

Ступінь вогнестійкості III Категорії відповідальності конструкцій та її елементів:
Фундаменти, – категорія А. Стіни, перекриття та покриття – категорія В.

1.1.2 Характеристика об'єкту проектування

Проект «Реконструкція котельні за адресою вул. Багата, 4, м. Тернопіль», передбачає:

- демонтаж існуючого обладнання котельні;
- встановлення трьох газових жаротрубних водогрійних котлів тепловою потужністю 4,3 Гкал/год (5,0 МВт) кожен;
- встановлення системи хімоводопідготовки;
- влаштування отворів: під вихід газоходів, монтажного отвору;
- влаштування евакуаційних дверей;
- влаштування двостулкових дверей (воріт);
- виконання нової підлоги в котельній залі та приміщенні ХВО, покриття «ТОППІНГ».
- виконання підсилення несучих стін та підпірної колони.
- виконання часткового ремонту покрівлі
- виконання в необхідному об'ємі реконструкції внутрішнього електропостачання, заміну кабелів живлення, контролю.

Виконання фундаментів під нове технологічне обладнання:

- фундамент під три котли;
- фундамент під проектну димову трубу;
- фундаменти під мережеві насоси.

Виконання металевих конструкцій під нове технологічне обладнання та трубопроводи:

- площадки обслуговування для нових котлів;
- опори під трубопроводи;
- опори під газоходи;
- конструктив на ферму для проектної димової труби. Архітектурно-планувальних змін в існуючі приміщення котельні, проектом не вносилося.

Загальна встановлена потужність нових газових котлів становить 15,0 МВт. Котли обладнуються автоматизованими пальниками з модульним регулюванням спалювання газу.

1.1.3 Характеристика ділянки. Містобудівна ситуація, природні умови

Загальна площа земельної ділянки на якій розташований об'єкт є у власності КП ТМ «Тернопільміськтеплокомуненерго», площею – 0,113999 га. Застосування додаткової ділянки для реконструкції котельні не передбачається. Ділянка проектованого об'єкту будівництва розташована в межах Тернопільського Плато, безпосередньо в межах II тераси р. Серет.

1.1.4 Дані інженерних вишукувань

Ділянка реконструкції котельні розташована в місті Тернопіль, по вул.Багата, 4. Сейсмічність району – 6 балів. У геологічній будові майданчика, в межах глибин буріння (до 5,00-12,00 м), за наслідками лабораторних досліджень ґрунтів і камеральної обробки матеріалів виділено 6 інженерно-геологічних елементи (ІГЕ). Нижче приводиться опис геолого-літологічної будови майданчика (зверху – вниз)

ІГЕ – 1. Насипний ґрунт – насип природних глинистих ґрунтів, чорнозем, включення будівельних відходів, неоднорідні, злежані.

ІГЕ – 2. Супісок твердий, із запливами гумусу жовто-сірий.

ІГЕ – 3. Супісок твердий, запісочений, з прошарками та лінзами піску, світло-жовтий.

ІГЕ – 4. ІГЕ – 5. ІГЕ – 6. Суглинок тугопластичний, запісочений жовтий. Супісок пластичний, з прошарками та лінзами піску, включеннями дресви крейди, жовтий. Дресвяний ґрунт – дресва крейди зі супісчаним заповнювачем до 30%, водонасичена, сильно вивітріла, сіра, жовто-сіра.

Технічні рішення, що прийняті в проекті відповідають діючим на період проектування будівельним нормам, правилам та стандартам України.

1.1.5 Генеральний план

Благоустрій Генплан опрацьовано на підставі топографічної зйомки в масштабі 1:500. Проект будівництва нової димової труби не внесе змін у вже сформований існуючий план та благоустрій забудови території котельні.

Таблиця 1.2 - Техніко-економічні показники по генплану

№	Назва показників	Одиниця виміру	Величина
1	Загальна площа ділянки на якій розташована котельня	га	0,113999
2	Площа забудови загальна (з врахуванням проектної димової труби)	м2	551,6
3	Щільність забудови	%	50,1

1.1.6 Загальні архітектурно-планувальні рішення по котельні

Об'єкт – котельня, представляє собою окремо розташовану будівлю, прямокутної форми в плані з розмірами 17,02х 26,27 м, і складається з двох частин: котельного залу та одноповерхової прибудови. Висота приміщення до низу балок покриття +3,765 м.

Всередині будівлі розташовані побутові приміщення. В котельній залі передбачається розташування трьох нових водогрійних газових котлів з допоміжним обладнанням. Існуючий каркас будівлі складається із збірних залізобетонних колон, балок та плит покриття, що обмежені огорожуючими зовнішніми та внутрішніми цегляними стінами. Існуючі фундаменти під збірні з/б колони – монолітні стовпчасті. Конструктивна система побутових приміщень – стінова з несучими зовнішніми стінами.

1.2 Існуючий стан

Котельня по вул. Багата, 4 забезпечує послугами з централізованого теплопостачання та гарячого водопостачання споживачів мікрорайонів міста Тернопіль. Земельна ділянка на якій розміщений проммайданчик котельні, надана у постійне користування, для виробничих потреб КП ТМ «Тернопільміськтеплокомуненерго». Існуюча котельня представляє собою окремо розташовану, будівлю прямокутної форми в плані з розмірами 17,02х26,27 м, і складається з двох частин: котельного залу та двоповерхової прибудови. Висота приміщення до низу балок покриття +3,765 м. В котельній залі передбачається розташування трьох нових водогрійних газових котлів з допоміжним обладнанням. Загальна площа забудови будівель і споруд – 542,6 м² (з них 459,7 м² площа будівлі котельні). Територія котельні огорожена парканом з в'їзними воротами

Будівля котельні по характеристиці несучих і огорожувальних конструкцій відноситься до III класу капітальності, III ступеня вогнестійкості. Конструктивна схема будівлі представлена у вигляді збірної залізобетонної каркасу: - стіни з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині; - колони залізобетонні, перерізом 300x250 мм; - балки покриття залізобетонні; - перекриття – збірні залізобетонні плити; - покрівля – хвилясті азбестоцементні листи; - сходи металеві. Просторова жорсткість і незмінність будівлі забезпечується залізобетонними формами та балками покриття, ребристими залізобетонними плитами покрівлі та цегляними стінами. В котельні встановлені та експлуатуються:

- водогрійний газовий котел КВ-Г-7,56-150 (2 од.), номінальною теплопродуктивністю 6,5 Гкал/год кожен;

- водогрійний газовий котел ТВГ-8М (1 од.), номінальною теплопродуктивністю 8,3 Гкал/год кожен;

Встановлена теплопродуктивність котельні 21,3 Гкал/год (24,77 МВт). Існуючі котли за час багаторічної експлуатації фізично зношені і морально застарілі, що впливає як на надійність роботи котельні в цілому, так і на показники енергоспоживання, що обґрунтовує необхідність їх заміни. Система теплопостачання замкнута. В котельні здійснюється якісне регулювання температури теплоносія. Котельня здійснює відпуск теплоносія по температурному графіку 95-70 °С на потреби опалення. Режим роботи котельні на потреби опалення – цілодобово, протягом 184 днів осінньо-зимового періоду.

Водопостачання котельні здійснюється від міського водопроводу. Введення води в котельню здійснюється через один ввід сталеву трубою DN100, тиск води – 2,8-4,0 кгс/см². Облік здійснюється лічильником типу крильчатка. Вода в котельні використовується для поповнення втрат теплоносія і для господарсько-

побутових потреб. Випуски виробничої та побутової каналізації котельні здійснюються в існуючу систему внутрішньо площадкової мережі міської каналізації. В котельні встановлено водопідготовчу установку – 3 Na-катіонних фільтри Ø1000 мм. В котельні встановлені такі насоси: 1. Насос мережної води – Wilo ASP200BS-75/4-400V N=75кВт – 3 шт.; 2. Живильний насос – Wilo MVIE 204 G2 N=7,5 кВт – 1 шт.; 3. Живильний насос – K 20/30 N=4,0 кВт – 1 шт.; Ззовні котельні розташовано чотири баки запасу хімічно-очищеної води, об'ємом 10 м³ кожен. Джерелом газопостачання котельні - є існуючий газопровід середнього тиску DN 100 мм. Котельня обладнана типовим ГРУ, де газ середнього тиску P – 3 бар (0,3 МПа) понижується до необхідного для нормальної роботи газопальникових пристроїв. Тиск газу перед пальниками – природній газ тиском 25 кПа . Існуюча котельня обладнана показуючими і реєструючими КВП у відповідності з вимогами нормативних документів. Котельня відноситься до 2 категорії електропостачання. Блискавкозахист – встановлений штир на димарі. У котельні відсутні охоронна та пожежна сигналізація, а також датчики загазованості. Відведення димових газів (від 3-ох газових котлів) відбувається по підземним газоходам в дві димові труби, металеву діаметром ø 800 мм, висотою H=30 м та цегляну діаметром ø1200 мм, висотою H=30.

Позитивна температура повітря в приміщенні котельного залу досягається за рахунок системи опалення та тепловтрат від обладнання та трубопроводів. Вентиляція приміщення котельного залу припливно-витяжна з природнім спонуканням. Притік повітря на повітрообмін в котельному залі і приплив повітря на горіння газу в котлах забезпечується через вікна, що відчиняються, вентиляційні решітки, та існуючими вентиляторами котлів. Витяжка – через нещільності

огороджуючих конструкцій та світло архаїчний ліхтар з верхньої зони котельного залу.

1.3 Конструктивне рішення по реконструкції котельні

Згідно науково-технічного звіту ґрунтові води – не агресивні до бетонів марки W4. Фундаменти під котел та технологічне обладнання в будівлі котельні передбачаються монолітні залізобетонні та бетонні.

1.3.1 Фундаменти

На підставі даних інженерно-геологічних вишукувань і техніко - економічного порівняння можливих варіантів проектного вирішення стрічкових фундаментів, стовпчастих, пальових, суцільної залізобетонної плити – фундаменти запроектовані стовпчасті монолітні залізобетонні.

1.3.2 Стіни

Існуючі несучі та самонесучі стіни будівлі котельні цегляні. В існуючих стінах є тріщини. Перед початком реконструкції всі тріщини в стінах розшити, очистити і зачеканити легким бетоном. Також проектом передбачено підсилення існуючих стін і отворів. В існуючих стінах виконати пробивання отворів під газоходи з наступним підсиленням згідно проекту.

Проект розроблений для умов будівництва з розрахунковими температурами зовнішнього повітря, що прийняті згідно ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 "Будівельна кліматологія":

- розрахункова температура найбільш холодної п'ятиденки (-20°C);
- середня температура за опалювальний період ($-0,2^{\circ}\text{C}$);

- тривалість опалювального сезону 184 діб. По розміщенню споруда котельні – окремо розташована.

Робота котельні передбачається цілий рік для забезпечення потреб системи опалення та гарячого водопостачання, в автоматичному режимі без постійного обслуговуючого персоналу. Система теплопостачання - двотрубна, для теплозабезпечення системи опалення. Параметри теплоносія: $T_1 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$. Паливо – природний газ з теплотворною здатністю 8105 ккал/м^3 . Резервне паливо – не передбачається. Котельня за призначенням – опалювальна. По надійності відпуску тепла відноситься до II категорії. Споживачі тепла по надійності теплопостачання відносяться до I категорії.

1.3.2 Опорядження

Внутрішнє опорядження котельного залу – ремонт підлоги (покриття типу «Топпінг»).

1.3.3 Легко скидні конструкції

Будівля котельні - окремо розташована. Категорія приміщення котельного залу по вибуховій, вибухопожежній та пожежній небезпеці – Г. По конструкціях перекриття і огорожувальних конструкцій приміщення відноситься до III ступеню вогнестійкості. Будівельний об'єм приміщення (без врахування обладнання, трубопроводів та арматури) складає $V_k = 1983,5 \text{ м}^3$. Необхідна площа легкоскидних конструкцій складає $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 вільного об'єму котельного залу:

$$S = 0,03 \cdot V_k;$$

$$S = 0,03 \cdot 1983,5 = 59,5 \text{ м}^2.$$

Загальна існуюча площа легоскидних конструкцій складає $S_i = 135,4 \text{ м}^2$, що більше ніж необхідна площа легкоскидних конструкцій. В якості легкоскидних конструкцій використовуються існуючі вікна котельного залу

1.3.4 Черговість будівництва та пускові комплекси

На підставі завдання на проектування проект розробити одним пусковим комплексом. Будівництво передбачити в дві черги. Перша черга включає демонтажні роботи, влаштування фундаментів під проектне обладнання, влаштування димових труб, монтаж внутрішніх технологічних систем котельні. Друга черга включає загально-будівельні роботи по будівлі котельні.

1.3.5 Оцінка впливів архітектурно-проектних рішень на навколишнє середовище

На даний час теплопостачання здійснюється від існуючої котельні з водогрійними газовими котлами КВ-Г-7,56-150 (2 од.), та ТВГ-8М (1 од.). Оскільки даним проектом передбачається встановити три газових водогрійних котли фірми «Viessmann» (Німеччина), Vitomax LW тип M62C, потужністю 5,0 МВт кожний, розроблено матеріали ОВНС.

Враховуючи види та характер запланованих робіт з реконструкції при їх виконанні не очікується жодних впливів на довкілля, включаючи земельні та водні ресурси. Тверді побутові відходи (ТПВ) вивозяться спеціалізованим підприємством за контейнерною схемою, згідно укладеного Договору.

1.3.6 Доступність об'єкта для маломобільних груп населення

Котельня працює в автономному режимі і обладнана системами автоматизації та диспетчеризації без постійної присутності обслуговуючого персоналу. Доступ на об'єкт маломобільних груп населення не передбачено.

1.3.7 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)

Проектом передбачена розробка розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту відповідно завдання від ДСНС України у Тернопільській області, в окремому томі.

1.4 Запроектовані рішення для водогрійного обладнання

Згідно технічного завдання проектом в існуючій котельній залі за адресою: м. Тернопіль, вул. Багата, 4 передбачається:

- демонтаж існуючого обладнання котельні та всіх технологічних трубопроводів;

- для покриття потреб тепла проектом передбачається встановлення трьох водогрійних газових котлів фірми "Viessmann", тип Vitomax LW M62C потужністю 5,0 МВт кожний (4,3 Гкал/год) з газовими пальниками фірми «Riello» тип RS 810/EV BLU;

- для погодозалежного регулювання встановлюється триходовий клапан фірми Broen Clorius;

- для захисту котлів від холодної (Т2 зворотної води встановлюється насос рециркуляції на кожному з котлів; - встановлення механічного фільтру з ручною промивкою фірми Azud; - встановлення в котельні установки пом'якшення води,

максимальною продуктивністю 3,5 м³/год, фірми LWT; - встановлення установки хімічної деаерації та установки хімічної корекції рН і CO₂, фірми LWT; - відведення димових газів від трьох проектних котлів передбачається в проектну димову трубу \varnothing 700/760, висотою Н=29,982 м

1.4.1 Відомості про потреби в паливі та тепловій енергії

Теплопостачання об'єкту здійснюється за допомогою двотрубною системи. Температурний графік - T₁ = 95 °С, T₂ = 70 °С.

Таблиця 1.3 - Теплове навантаження на котельню.

Розрахунковий період	Опалення, МВт (Гкал/год)	ГВП, МВт (Гкал/год)	На вл. потреби, МВт (Гкал/год)	Сумарне навантаже ння, МВт (Гкал/год)	Встановлена потужність електродвиг унів, кВт
Максимально зимовий (-20,0 °С)	10,182/(8,75)	-	0,075/(0,064)	10,257/(8,814)	-
Середній за о.п. (-0,2 °С)	5,142/(4,42)	-	0,029/(0,025)	5,171/(4,445)	-
Літній	-	-	-	-	-

Таблиця 1.4 - Витрата палива на котельню

№ п/п	Основні дані і показники	Одиниці виміри	Кількість	Примітки
1	Річна витрата тепла на опалення	Гкал/рік	19513,00	
2	Річна витрата палива : - умовного; - натурального (газ з Q= 8105 ккал/нм ³).	т.у.п./рік нм ³ /рік	3,17 2,746	

1.5 Розділ із забезпечення надійності та безпеки

1.5.1 Загальні положення безпеки експлуатації об'єкта

При розробці даного розділу проекту були використані наступні нормативні документи:

- технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 р. №1764;

- ДСТУ-Н Б.А.1.1-81:2008 «Основні вимоги до будівель і споруд»;

- настанова зі застосування термінів основних вимог до будівель і споруд згідно з тлумачними документам Директиви Ради 89/106/ЄЕС;

- ДБН В.1.2-9-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації»

- ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»;

- порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. №461;

- Для забезпечення безпеки експлуатації протягом економічно обґрунтованого терміну експлуатації будівельного об'єкту в проекті прийняті наступні заходи:

- проектування, будівництво та технічне обслуговування у відповідності з порядком, передбаченим нормативними документами категорії А (організаційно-методичні норми, правила і стандарти);

- використання будівельних виробів із властивостями і характеристиками, що відповідають вимогам нормативних документів категорії В (технічні умови).

1.5.2 Забезпечення вимог безпеки експлуатації об'єкта на етапі розроблення проектної документації

Технічні рішення, прийняті у проекті, відповідають вимогам по забезпеченню механічного опору та стійкості; вимогам пожежної безпеки; забезпечення безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього середовища; безпеки експлуатації; захисту від шуму; вимогам економії енергії. Сходи, пандуси, трапи запроектовані відповідно діючим нормам, на зовнішніх сходах використана протислизька поверхня. Огорожі сходів, парапетів тощо розраховані на відповідне навантаження. Висота приміщень, дверних прорізів, вікон відповідають діючим нормам та забезпечують безпечну експлуатацію будівлі. Клас наслідків (відповідальності) об'єкта - СС2.

1.5.3 Надійність та конструктивна безпека об'єкта

Конструкції запроектовані таким чином, щоб навантаження на споруду під час зведення та експлуатації не призводила до руйнування її в цілому чи окремих її частин і деформацій, більших за ті, що допускаються будівельними нормами. Згідно ДБН В.1.2-14-2009 при розрахунках на забезпечення механічного опору та стійкості використовуються усталені та перехідні розрахункові ситуації. Конструкції запроектовані з відповідною межею вогнестійкості, яка гарантує при пожежі незруйнованість основної частини об'єкту.

1.5.4 Бар'єри безпеки і запобігання аваріям

Для створення і забезпечення ефективності зазначених у ДБН В.1.2- 14-2008 бар'єрів безпеки у проекті передбачено наступні заходи:

- забезпечення потрібної якості матеріалів, конструкцій, виробів і якості проведення робіт шляхом організації вхідного, поопераційного і приймального контролю;

- експлуатація об'єкта у відповідності з проектною документацією;

- підтримання у належному стані важливих для безпеки об'єкта елементів, пристроїв і систем шляхом проведення необхідних профілактичних робіт;

- своєчасне діагностування, оцінювання технічного стану і вжиття необхідних заходів щодо усунення виявлених дефектів і пошкоджень;

заходи із запобігання можливим причинам аварій, а саме – проектом передбачається система адресної пожежної сигналізації, система оповіщення про пожежу.

Передбачено цілодобовий контроль за наявністю аварійних ситуацій в роботі обладнання котельні, підвищення концентрації паливного газу в місцях вводу інженерних систем, чадного газу, спрацювання систем протидимного захисту під час пожежі.

1.5.5 Особливості забезпечення безпеки експлуатації об'єкта на етапах виконання будівельно-монтажних робіт

На період проведення будівельно-монтажних робіт будівля виводиться з експлуатації. За здійснення контролю за станом охорони праці несе відповідальність підприємство, що здійснює БМР, на якому повинна бути організована служба охорони праці.

1.5.6 Формування вимог з безпеки експлуатації на етапі використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації

З метою локалізації шкідливих для організму речовин, робочі місця в приміщеннях котельні, де виділяються шкідливі речовини, передбачена припливно-витяжна вентиляція. Для забезпечення нормальних умов праці та перебування періодично обслуговуючого персоналу приміщення забезпечені відповідними системами опалення, вентиляції та освітлення. Постійний контроль за технічним станом обладнання повинен забезпечуватися персоналом, відповідальним за його експлуатацію. Строк першого обстеження технічного стану об'єкта виконати не пізніше ніж через два роки після його введення в експлуатацію. Періодичність подальшого огляду встановлюється технічним керівництвом об'єкту. Всі гарячі поверхні обладнання в зоні обслуговування ізолювані або захищені таким чином, щоб температура поверхонь не перевищувала $+45^{\circ}\text{C}$ і таким чином не представляла небезпеку для персоналу та виключала можливість випадкового займання матеріалів, що знаходяться поблизу. Приміщення з періодичним перебуванням людей захищені від шуму вентиляційного обладнання та обладнання котельні. На каналізаційних випусках від сантехнічних приладів підвалу встановлені зворотні клапани з датчиками.

Для попередження електротравматизму, проектом передбачається захисне заземлення обладнання. Для підтримання робочого стану конструкцій, повинні бути встановлені заходи у експлуатаційній документації з урахуванням умов експлуатації.

1.5.7 Вимога «Безпека експлуатації» під час прийняття закінчених будівництвом об'єктів в експлуатацію

Прийняття в експлуатацію об'єкта повинно здійснюватися на підставі акту готовності об'єкта до експлуатації. На об'єкті повинні бути виконані всі передбачені проектною документацією згідно із державними будівельними нормами, стандартами і документацією згідно із державними будівельними нормами, стандартами і правилами роботи, а також змонтоване і випробуване обладнання, проведені пусконаладжувальні роботи згідно з технологічним регламентом, створено безпечні умови для роботи виробничого персоналу та перебування людей відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки, пожежної та техногенної безпеки, екологічних і санітарних норм. Дії проектувальника, замовника, підрядника або експлуатанта об'єкту, що призвели до невиконання або неналежного виконання вимог, установлених законодавством, будівельними нормами, державними стандартами і правилами тягнуть за собою відповідальність, передбачену Законом України «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності» та Кодексом України «Про адміністративні правопорушення».

1.6 Розділ із забезпечення енергоефективності

В проекті по реконструкції котельні передбачено наступні заходи з енергозбереження:

- Потужність котельні прийнята відповідно до Завдання на проектування та виконаних розрахунків теплових навантажень;
- Застосування ефективного водогрійного котла з КПД не нижче 93%;
- Плавне регулювання процесу спалення газу;

- Погодозалежне регулювання відпуску тепла до споживача;
- Підживлення систем теплопостачання пом'якшеною водою; - Насосне обладнання та вентилятор пальника з частотним регулюванням;
- Автоматичне регулювання параметрів роботи котлів та допоміжного обладнання котельні за рахунок комплексної автоматизації технологічного процесу;
- Встановлення контрольно-вимірювальних приладів для контролю за параметрами роботи котельні;
- Покриття сучасною тепловою ізоляцією обладнання, трубопроводів теплоносіїв та газоходів з температурою на поверхні більш +45 °С;
- Автоматичну роботу котельні, з виведенням контрольних та аварійних сигналів.

1.7 Дані з освітлення робочих місць, шуму та вібрації

Всі запроектовані робочі місця забезпечені природнім освітленням через віконні прорізи в зовнішніх стінах та штучне енергозберігаюче освітлення. В зонах обслуговування забезпечується освітлення у відповідності з ДБН В.2.5-23:2010, передбачено робоче та ремонтне електроосвітлення. Шумові характеристики технологічного обладнання не перевищують допустимого рівня шумового тиску. Проектом спеціальних заходів по шумозахисту не передбачається.

1.8 Засоби запобігання пожежам та вибухам

На котельні застосовуються автоматичні системи захисту, метою яких є:

- сигналізація і оповіщення про аварійні ситуації виробничого процесу;

- оповіщення при порушення регламентних параметрів (температури, тиску, складу речовини, швидкості процесу);

- виявлення загазованості виробничих приміщень і автоматичного включення пристроїв, які попереджають про утворення суміші газів і парів з повітрям вибухонебезпечних концентрацій;

- безаварійне зупинення роботи окремих агрегатів при перевищенні суміші газів і парів з повітрям до вибухонебезпечних концентрацій;

- безаварійне зупинення роботи окремих агрегатів або всього виробництва при раптовому припиненні подачі електроенергії, газу. Продувальні і скидні газопроводи виводяться вище покрівлі на 1,0м. На подаючому газопроводі встановлений відсікаючий клапан, який автоматично перекидає подачу газу при перевищенні концентрації газу в приміщенні котельні, відключенні електроенергії та спрацюванні системи пожежної сигналізації. Періодично обслуговуючий персонал котельні виконує свою роботу в узгодженні з інструкцією для персоналу, яка складена і затверджена у встановленому порядку. Проектом передбачені необхідні заходи для забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкту. На внутрішній стіні котельні передбачено протипожежний стенд з первинними засобами пожежогасіння згідно дод.3 НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». В приміщенні котельної встановлюється чотири пожежні шафи, що комплектується кран-комплект та порошковим вогнегасником. Контроль за виконанням правил пожежної безпеки здійснює керівництво КП ТМ «Тернопільміськтеплокомуненерго».

1.9 Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх та внутрішніх факторів; наявність санітарно-побутових приміщень, медобслуговування

Котельня працює в автоматичному режимі і не потребує постійного обслуговуючого персоналу. В приміщенні котельні в наявності два виходи. Вентиляція виконана з природним пробудженням в обсязі необхідному для забезпечення горіння палива в котлах (повітря на горіння в котлах забирається з котельні) та додаткового однократного повітрообміну в приміщенні котельного залу.

Для захисту людей від ураження електричним струмом при ушкодженні ізоляції всі металеві не струмоведучі частини електроустаткування зануляються. Зануленню підлягають усі металеві частини електроустановок, що нормально не знаходяться під напругою, металеві корпуси технологічного устаткування, металеві трубопроводи, і т.п. Внутрішній контур заземлення з'єднується з існуючим зовнішнім контуром заземлення у двох точках. Для захисту від прямих ударів блискавки передбачено використання стрижневих блискавкоприймачів. Для захисту споруд від вторинних проявів блискавки, металеві корпуси технологічного устаткування й апаратів приєднати до контуру заземлення. Для захисту від заносу високих потенціалів по зовнішніх надземних комунікаціях виконати їхнє приєднання до контуру заземлення на ввіді в приміщення. Періодично обслуговуючий персонал котельні зобов'язаний суворо виконувати інструкції з режиму роботи установки, безпечному їх обслуговуванню і вчасно перевіряти справність дії арматури, контрольно-вимірювальних приладів і запобіжних пристроїв. Ремонт обладнання під час роботи не допускається. Періодично обслуговуючий персонал існуючої котельні повністю забезпечений комплексом санітарно-побутових послуг:

- операторська;
- санвузол;
- душова
- роздягальна;
- кімната хімлаборанта;
- кімната майстра.

Медичне обслуговування періодично обслуговуючого персоналу котельні передбачається відповідними службами закладу КП ТМ «Тернопільміськтеплокомуненерго». Для надання допомоги персоналу, в приміщенні чергового персоналу котельні повинна бути медична аптечка.

1.10 Рішення з електропостачання

1.10.1 Загальні дані

Електропостачання котельні, що проектується здійснюється трьома кабельними лініями 380/220В. В даному розділі проекту вирішуються питання електрообладнання приміщення котельні. Даний розділ проекту розроблено на підставі завдань теплотехнічної частини, будівельних завдань та у відповідності з вимогами нормативних документів:

- ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;
- ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання»;
- «Правила улаштування електроустановок» (ПУЕ), 2017г.
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок.

Електрообладнання спеціальних установок»

- ДНАОП 0.00-1.29-97 «Правила захисту від статичної електрики»
- ДСТУ Б В.2.5-82 2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах.

Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом". Основні технічні показники. Мережа напруги: 380/220 В, робоче, аварійне та евакуаційне освітлення 220 В, силове електрообладнання 380/220 В. Категорія електропостачання I, II. Розрахункова потужність електрообладнання, яке підключається через щит ЩР-1 (по двом вводам 83,2 кВт, у тому числі I категорія 0,8 кВт.) По ступеню надійності електропостачання електроприймачі відносяться:

- до I-ої категорії – охоронна та пожежна сигналізація, сигналізація загазованості, аварійне освітлення
- до II-ої категорії
- інші електроприймачі.

Живлення шафи управління, сигналізатора загазованості здійснюється від джерела безперебійного живлення (з додатковими АКБ). Розрахунок навантажень виконаний згідно ДБН В.2.5-23-2010. 2. Електропостачання Електропостачання котельні здійснюється трьома кабельними лініями (існуючими) від РУ-0,4. В двох лінійних панелях РУ-0,4 передбачена заміна автоматичних вимикачів та роз'єднувачів із запобіжниками на нові автоматичні вимикачі. До них підключити існуючі кабелі до конденсаторних установок та існуючого силового щита. Передбачено прокласти нові кабелі живлення ЩР1 (два від різних секцій) та щитів мережевих насосів ЩС1, ЩС2 та ЩС3. 3. Облік електроенергії Облік електроенергії передбачено існуючими лічильниками трансформаторного включення. Лічильники встановлено в захисні шафи. 4. Електросилове обладнання Для забезпечення електроживлення запроєктованого обладнання котельні передбачається встановлення розподільчого щита ЩР-1 з захисними автоматичними вимикачами на лініях відводу. Щит розміщується в приміщенні котельні. Передбачається встановлення шаф живлення для обладнання проектних

котлів (ЩСК 1-3). Розподільчі мережі, які живлять обладнання, виконуються кабелями з мідними жилами відповідних перерізів, які прокладаються на кабельних лотках, підвід до обладнання в гофрорукавах.

1.10.2 Електроосвітлення котельні

Електроосвітлення котельні існує. В приміщенні котельні є такі види електроосвітлення: - робоче, напругою 220 В, 50 Гц; - безпеки (аварійне), напругою 220В, 50 Гц.; - ремонтне, напругою 12В, 50 Гц. Керування робочим та аварійним освітленням здійснюється із щитів ЩО та ЩАО. Ремонтне освітлення живиться через понижуючий трансформатор 220/12 В, встановлений в ящику ЯТП.

1.10.3 Заземлення та занулення

Згідно діючих ПУЕ електричні мережі повинні бути захищені від перевантажень і струмів короткого замикання. В котельні передбачена TN-C-S система заземлення, розподіл N провідника на N і PE виконується на ввідному щиті. PE шина з'єднується із заземлювачем. Для захисту в котельні виконано захисне заземлення корпусів електрообладнання. Всі електрощити заземляються. Всі корпуси електроприймачів приєднуються за допомогою мідного провідника ПВ-3 перетином 6 мм² жовто-зеленого кольору до контуру заземлення. Проектом передбачена система зрівнювання потенціалів, яка передбачає під'єднання до PE шини металевих елементів конструкції будівлі, тепломагістралі, водопроводу, і внутрішнього газопроводу. Під'єднання трубопроводів до системи зрівнювання потенціалів виконується на їх ввіді в котельню. Внутрішній контур заземлення котельні існуючий. Передбачене також захисне заземлення, для чого від PE-шини ВРП до шини повторного заземлення, що встановлюється в електрошафах,

прокладається п'ятий ізольований провід в одній трубі з мережею живлення (РЕ-провідник). У розподільчій мережі додатковий ізольований п'ятий (третій) провід прокладається від шини 59 заземлення в електрошафах до електроприймачів в одній трубі з розподільчою мережею. Як додатковий захист людей від поразки електричним струмом проектом передбачена установка апаратів диференціального захисту (ПЗВ) із захистом від струмів витоку, КЗ і перевантаження у розподільчих мережах, що живлять розетки.

1.11 Рішення з автоматизації

1.11.1 Загальні положення

Даний розділ проекту розроблений на підставі завдання на проектування, технологічних завдань суміжних підрозділів та у відповідності до вимог нормативних документів.

- ДБН В.2.5-77-2014 "Котельні";
- ДБН В.2.5-20-2018 "Газопостачання";
- ДБН В.2.5-23-2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення";

Реконструкція котельні передбачає : - встановлення трьох водогрійних жаротрубних газових котлів фірми "Viessmann", тип Vitomax LW M62C потужністю 5 МВт кожний (4,3 Гкал/год);

- котли обладнується автоматизованими модульованими газовими пальниками фірми "RIELLO" тип RS 810 EV BLU;
- встановлення каскадного контролера Vitotronic 300 CM1E та трьох контролерів котлового контуру Vitotronic 100 CC1E;
- встановлення загальної шафи управління котельнею (ШУК);

- встановлення щитів мережевих насосів ЩС1, ЩС2 та ЩС3 (ЩС1 та ЩС2 з частотними перетворювачами);
- управління насосами передбачено від ШУК;
- встановлення насосів підживлення з комплектним щитом управління і частотними перетворювачами;
- встановлення лічильників води на вводі холодної води до котельні, на ХВО та на підживлення.

Також до встановлення в котельні прийнято наступне допоміжне обладнання:

- рециркуляційні насоси на кожний котел;
- регулюючий 3-х ходовий клапан з електроприводом для погодозалежного регулювання;
- двоступенева система ХВО;
- установка хімічної деаерації; - установка хімічної корекції рН та CO₂.

1.11.2 Основні технічні рішення

Автоматизація і система керування котельної з трьома котлами «Viessmann» загальною потужністю 15 МВт передбачена на базі "погодного" каскадного контролера Vitotronic 300, контролерів котлового контуру Vitotronic 100 та проектуємих щитів управління. Контролер Vitotronic 300 керує каскадом котлів (одним - самостійно, трьома - з використанням котлових модулів Vitotronic 100) з контролем температури всіх котлів і забезпеченням рівного часу напрацювання кожного котла з каскаду. Загальна температура магістралі подачі для опалювальної установки задається контролером Vitotronic 300 в залежності від погоди. У режимі погодозалежної теплогенерації температура магістралі подачі регулюється в

залежності від температури зовнішнього повітря. Що нижчою є зовнішня температура, то вищою є загальна температура магістралі подачі. Комплектні системи керування кожного котла з пальником, при роботі в автономному або каскадному режимах роботи забезпечать:

- контроль температури та тиску води в котлоагрегаті, тиску газу та повітря перед пальниками, тиску газів в топці, наявності факела;

- автоматичне регулювання температури мережної води на виході котла; - автоматичні пуск та зупинку котла по заданій програмі (вентиляція топки, перевірка герметичності газових клапанів і т.і.);

- керування насосом і клапаном з електроприводом котлового контуру для підтримання температури мережевої води на вході котла не нижче встановленої для застосованих котлів.

Автоматичний захист спрацьовує при досягненні недопустимих значень таких параметрів:

- підвищенні або зниженні тиску газоподібного палива перед пальниками;
- зниження тиску повітря перед пальником з примусовою подачею повітря;
- згасання факелів пальників;
- підвищення температури води на виході з котла;
- підвищення або зниження тиску води на виході з котла;
- при неполадках відводів продуктів спалення;
- розриві ланцюгів захисту та зникненні напруги;
- аварійний стан основних вузлів автоматики.

При аварійній зупинці обладнання забезпечується індикація і запам'ятовується першопричина аварійної ситуації та вмикається сигналізація.

Контролери “Vitetronic”, шафа управління ЩУК, контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматизації забезпечать:

-керування в опалювальний період часу котельною з трьома котлами в послідовному модуляційному режимі роботи пальників кожного із котлів в залежності від теплового навантаження котельної;

- автоматичну підтримку температури мережної води в подавальному трубопроводі за заданим розрахунковим графіком з адаптацією до реальних умов теплоспоживання в залежності від температури зовнішнього повітря;

-захист системи опалення від замерзання; -автоматичне керування котловими насосами, в залежності від режиму теплоспоживання або по заданій часовій програмі;

-видачу аварійного сигналу в систему сигналізації при несправності обладнання та відхиленні від заданих норм технологічних параметрів.

1.11.3 Монтаж контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації

Датчик температури зовнішнього повітря п.SE встановлюється на стіні будинку з найхолоднішого боку (північного або північно-західного). Датчик має спеціальне виконання і встановлюється так, щоб додаткові температурні впливи (тепле повітря з відкритих вікон чи вентиляційних каналів) не спричиняли додаткових похибок при вимірах температури зовнішнього повітря. Силові щити та щити управління встановлюються в приміщенні котельної, в місці, де забезпечується вільний доступ до клемників і електроапаратури при монтажі контрольних і силових кабелів, а також до кнопок управління. Прокладка кабельних проводок виконується:

-по кабельних конструкціях на лотках по стінах і під перекриттям приміщення котельної;

- в гофрованих ПВХ трубах при підключенні до приладів і засобів автоматизації.

Для запобігання додатковим електричним перешкодам і наводкам, а також механічному пошкодженню кабельних проводок і небезпеки поразки електричним струмом сигнальні та живлячі проводки прокладаються у вище названих кабельних конструкціях окремо. Прилади, щитові пристрої, до яких підводиться електроживлення, металеві труби повинні бути надійно занулені (заземлені) у відповідності з вимогами ПУЕ (Правила улаштування електроустановок), ВСН 205-84/ММСС (Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов) і вимог заводів - виробників обладнання.

1.11.4 Збір даних та система диспетчеризації

Передбачено збір та відображення інформації про роботу котельні на панелі щита ЩУК у вигляді мнемосхеми з виведенням поточних значень контрольованих параметрів, показників лічильників тепла та води. Мнемосхема побудована на основі технологічної схеми. Персонал має можливість контролю основних параметрів роботи котельні:

- параметри роботи проектних котлів;
- температура теплоносія на виході з котельні;
- температура зворотного теплоносія на вході в котельню;
- тиск теплоносія на виході котельні;
- тиск теплоносія на вході котельні;

- тиск холодної води на вході котельні.

На панелі щита управління також відображається інформація про роботу насосів мережних та підживлення у вигляді мнемосхеми з виведенням поточних значень контрольованих параметрів. При виникненні аварійних ситуацій в роботі обладнання котельні або спрацюванні системи контролю загазованості на диспетчерський пункт передається через модем сигнал несправності.

Передача інформації про спрацювання систем охоронної та пожежної сигналізації передбачена у відповідних розділах проекту. Обладнання підготовлено до підключення та передачі даних у систему диспетчеризації з використанням стандартного відкритого протоколу обміну даними MODBUS.

Передбачена передача інформації контролером на сервер в режимі реального часу за допомогою системи передачі даних (з виходом в Internet) обраного Замовником оператора зв'язку. Збір, обробка та архівування даних і відображення інформації в текстовій (звіти, таблиці) та/або графічній формі здійснюється програмним комплексом на обладнанні Замовника і в даному проекті не розробляється.

1.12 Сигналізація загазованості котельні

Для контролю та сигналізації підвищення концентрації метану та угарного газу вище допустимої норми і управління відсічним клапаном передбачено використання газосигналізатора "Варта 1-03.14" (можлива заміна на аналогічний за характеристиками, який має відповідні дозволи на застосування і сертифікований в Україні).

Сигналізатор призначений для автоматичного безперервного контролю довибухонебезпечних концентрацій метану і об'ємної частки оксиду вуглецю в

повітрі, світлової і звукової сигналізації, а також для видачі електричних сигналів на зовнішні пристрої і комутації зовнішніх електричних кіл при перевищенні встановлених значень об'ємних часток контрольованих газів.

Датчики сигналізатора повинні встановлюватися у вибухонебезпечних зонах, найближче до можливих джерел витоків газу: при витоках метану та окису вуглецю – на відстані 0,5 м нижче верхнього горизонтального перекриття в найбільш ймовірних місцях накопичення газу.

Вимірювальні перетворювачі (датчики) сигналізатора мають рівень вибухозахисту "підвищена надійність проти вибуху, що забезпечується видами вибухозахисту: "вибухонепроникна оболонка" (d), захисту виду "e" за і маркуванням "2ExdeIIAT6".

1.13 Організація експлуатації і штати

Робота котельні передбачається в автономному режимі без постійної присутності обслуговуючого персоналу. В рамках даного проекту передбачена установка обладнання збору і передачі інформації (у шафі автоматизації) і передача інформації на диспетчерський пункт. В приміщенні котельні повинні знаходитись довідкові і керуючі матеріали: - комплект діючих експлуатаційних, протиаварійних і додаткових інструкцій; - комплект нормативних документів, що визначають вимоги по безпечній експлуатації; - комплект технологічних схем. Технічне обслуговування котельні здійснюється періодично обслуговуючим персоналом, що пройшов навчання по спеціально розробленій програмі і здав іспити у встановленому порядку. Експлуатаційний персонал забезпечує безаварійну і економічну експлуатацію устаткування і відповідає за виконання диспетчерського графіку навантаження, періодично наглядає за обладнанням, що обслуговується,

усуває виявлені дрібні дефекти, що не потребують тривалих зупинок механізмів, бере участь в місцевих переключеннях і т.п.

1.14 Пожежна сигналізація

1.14.1 Загальна частина

Технічні рішення, прийняті в розділі, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних, вибухонебезпечних та інших норм, діючих на території України, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні передбачених в розділі заходів. Даний розділ розроблено на підставі затвердженого завдання на проектування, та погоджених архітектурних планів. Всі рішення даного розділу прийняті у відповідності з діючими нормами та правилами:

- ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»;
- ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН В.2.5-56:2014 «Інженерне обладнання будинків і споруд системи протипожежного захисту»;
- ДСТУ EN 54-1:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 1. Вступ», (EN 54-1:1996, IDT);
- ДСТУ EN 54-2:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 2. Прилади приймально-контрольні пожежні» (EN 54-2:1997, IDT);
- ДСТУ EN 54-3:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові» (EN 54-3:2001, IDT);
- ДСТУ EN 54-4:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 4. Устаткування електроживлення» (EN 54-4:1997, IDT);

- ДСТУ EN 54-7:2004 «Системи пожежної сигналізації. Частина 7. Сповіщувачі пожежні димові точкові розсіяного світла, пропущеного світла або іонізаційні» (EN 54-7:2000, IDT);
- ДСТУ EN 54-11:2004 «Системи пожежної сигналізації. Частина 11. Сповіщувачі пожежні ручні» (EN 54-11:2001, IDT);
- ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 «Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, введення в експлуатацію, експлуатування і технічного обслуговування» (CEN/TS 54-14:2004, IDT T);
- ДСТУ EN 54-18:2009 «Системи пожежної сигналізації. Частина 18. Пристрої вводу-виводу» (EN 54-18:2005, IDT);
- ДСТУ EN 54-21:2009 «Системи пожежної сигналізації. Частина 21. Пристрої передавання пожежної тривоги та попередження про несправність» (EN 54-21:2006, IDT);
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;
- ПУЭ-87 «Правила устройства электроустановок» (6-е издание, переработанное и дополненное) (Правила будови електроустановок (6-е видання, перероблене і доповнене));
- ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» (ISO 6309-1987, IDT);
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;
- Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС від 30.12.2014 №1417.

1.14.2 Система пожежної сигналізації

В даному розділі розроблені система пожежної сигналізації будівлі, що призначена для раннього виявлення пожежі та подавання сигналу тривоги для вживання необхідних заходів (евакуація людей, виклик пожежно-рятувальних підрозділів, відключення системи вентиляції та інш.).

Проектом передбачено систему пожежної сигналізації. Технічні засоби пожежної сигналізації, що застосовуються в даному проекті, застосовані на базі системи пожежної сигналізації Тірас. Проектом передбачено застосування:

- Прилад приймально-контрольний ТІРАС 8П1;
- Ручний пожежний сповіщувач СПР, СПР Ех;
- Димовий пожежний сповіщувач СПД-2;
- Тепловий пожежний сповіщувач СПТ Ех;

Система пожежної сигналізації будівлі згідно з додатком А ДБН В.2.5-56:2014, складається з: - димових пожежних сповіщувачів, які розміщуються в технічних, службових приміщеннях, коридорах;

- теплових пожежних сповіщувачів, що встановлюються на перекриттях даху в залі котельної;

- ручних пожежних сповіщувачів, які встановлюються на шляхах евакуації.

Ручні сповіщувачі СПР та знаки «Пристрій ручного вмикання» (згідно п.3.1 ДСТУ ISO 6309:2007) встановити на шляхах евакуації на висоті 1,2-1,6 м від підлоги (згідно п.А.6.5.4 ДСТУ-Н СЕН/TS 54-14:2009). Димові пожежні сповіщувачі встановлюються враховуючи, що відстань між сповіщувачами, між сповіщувачами та стінами має відповідати вимогам ДБН В.2.2-56:2014. Шлейфи системи пожежної сигналізації зводяться на ППК Тірас 8П1 (АРК.1), який встановлюється в приміщенні на висоті 1,7 м від підлоги. АРК.1 встановлюється в

металевій шафі з замком згідно п.7.2.24 ДБН В.2.2-56:2014 для запобігання доступу сторонніх осіб до ППК. Шлейфи системи пожежної сигналізації прокладаються проводом J-Y(ST)Y Lg 2x2x0,8, в гофротрубі d16. Вивід сигналу про пожежу на приймальне обладнання центру прийняття тривожних сповіщень здійснюється за допомогою комунікатору "МЦА-GSM". Згідно з ДБН В.2.2-56:2014 проектом передбачений 2-й тип передачі тривожних сповіщень. Комунікатор забезпечує передачу сигналів: "пожежа", "несправність" та сервісні сповіщення на ПЦПС через IP-мережу за допомогою GPRS з'єднання. Режим роботи приладу ППК необхідно запрограмувати на видачу сигналу «Пожежа» при спрацюванні одного сповіщувача ручного або автоматичного. При сигналі «Пожежа» подаються сигнали: - включення системи оповіщення та управління евакуацією; - вимкнення вентиляції; - передача сигналу на пульт централізованого нагляду центру приймання тривожних сповіщень. Керування інженерними системами у випадку пожежі передбачено через вбудований в ППКП релейний блок МРЛ 2.1. Мережа управління відключенням системи вентиляції виконується кабелем JE-H(St)H FE180/E30 2x2x0.8 . При монтажі може використовуватись взаємозамінне обладнання, що має відповідні сертифікати.

1.14.3 Система оповіщення та управління евакуацією

Згідно до дод. Б ДБН В.2.5-56:2014 в приміщеннях, що захищаються передбачається система оповіщення про пожежу СО-1. Технічні засоби системи управління евакуацією людей при пожежі, що застосовуються в даному проекті мають сертифікати відповідності в системі УкрСЕПРО: - Оповіщувач ОСЗ Ех Тірас. Оповіщувачі підключаються до релейних виходів та блоку живлення. Мережа оповіщування виконується кабелем JE-H(St)H..FE180/E30 1x2x0.8,

прокладеним в кабельному ПВХ коробі 10x16 з урахуванням вентиляційних та електричних розведень.

1.14.4 Система автоматизації та диспетчеризації протипожежних систем

В даному розділі розроблена система автоматизації та диспетчеризації протипожежних систем будівлі призначена для управління інженерними системами задіяними в разі пожежі в ручному і/або автоматичному режимі. По цифрових каналах зв'язку сигнали з АРК.1 надходять на Панель індикації. На ППК передбачено сигналізацію:

1) світлова та звукова сигналізація:

- про спрацьовування (з розшифровкою систем);
- про зникнення напруги на вводах електропостачання;

2) світлова сигналізація:

- про наявність напруги на вводах електропостачання;
- про відключення звукової сигналізації про спрацьовування систем;
- про відключення звукової сигналізації про несправності.

1.15 Охоронна сигналізація

1.15.1 Загальна частина

Технічні рішення, прийняті в розділі, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних, вибухонебезпечних та інших норм, діючих на території України, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні передбачених в розділі заходів. Даний розділ розроблено на підставі затвердженого завдання на проектування, та погоджених архітектурних планів.

Всі рішення даного розділу прийняті у відповідності з діючими нормами та правилами:

- ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»;
- ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДСТУ Б А.2.4-3-95 «Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів»;
- ДСТУ 4030-2001 «Системи тривожної сигналізації Системи охоронного призначення Позначення умовні графічні та літерні»;
- ВСН 60-89 «Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий»;
- ВБН В.2.2-45-1-2004 «Линейно-кабельные сооружения»;
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;
- Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС від 30.12.2014 №1417; «Автоматизація технологічних процесів. Позначення умовні приладів автоматизації у схемах»;

1.15.2 Система автоматичної охоронної сигналізації

В даному розділі розроблені система охоронної сигналізації будівлі, що призначена для раннього виявлення несанкціонованого проникнення та подавання сигналу тривоги для вживання необхідних заходів (оповіщення служби охорони, власника, та інш.). Проектом передбачено систему сигналізації. Технічні засоби

пожежної сигналізації, що застосовуються в даному проекті, застосовані на базі системи сигналізації Satel. Проектом передбачено застосування:

- Прилад приймально-контрольний INTEGRA 128 Plus;
- Пульти INT-TSI;
- Комбіновані сповіщувачі руху та розбиття скла NAVY; - Сповіщувач руху TOPAZ;

- Сповіщувач магніто-контактний S-4. Система сигналізації будівлі, складається з:

- комбінованих сповіщувачів руху та розбиття скла, які розміщуються в приміщеннях, які мають виходи назовні;

Шлейфи системи пожежної сигналізації зводяться на ППК, який встановлюється в приміщенні на висоті 1,7 м від підлоги. Шлейфи системи сигналізації прокладаються проводом марки W. До ППК підключається Пульти, який встановлюється на висоті 1,7 м від підлоги в місцях які мають виходи назовні. ППК та пульти з'єднуються кабелем типу вита пара. Вивід сигналу про проникнення на приймальне обладнання центру прийняття тривожних сповіщень здійснюється за допомогою GSM комунікатору Комунікатор забезпечує передачу сигналів: "тривога", "несправність" та сервісні сповіщення на ПЦПС через IP-мережу за допомогою GPRS з'єднання. Режим роботи приладу ППК необхідно запрограмувати на видачу сигналу «Тривога» при спрацюванні одного сповіщувача. При монтажі може використовуватись взаємозамінне обладнання, що має відповідні сертифікати.

- сповіщувачів руху, які розміщуються в приміщеннях, які не мають виходи назовні;

- повіщувачів магніто-контактних, що розміщуються на дверях та вікнах.

Сповісвачі встановлюються на відстані не менше ніж 0,5 м від ламп електроосвітлення.

1.16 Відеоспостереження

1.16.1 Загальна частина

Технічні рішення, прийняті в розділі, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних, вибухонебезпечних та інших норм, діючих на території України, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні передбачених в розділі заходів. Даний розділ розроблено на підставі затвердженого завдання на проектування, та погоджених архітектурних планів. Всі рішення даного розділу прийняті у відповідності з діючими нормами та правилами:

- ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»;
- ДСТУ Б А.2.4-40:2009 Система проектної документації для будівництва Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Умовні графічні зображення на схемах та планах.
- ДСТУ Б А.2.4-42:2009 Система проектної документації для будівництва Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Робочі креслення.
- ДСТУ 4030-2001 Системи тривожної сигналізації. Системи охоронного призначення. Позначення умовні графічні та літерні.
- ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки та споруди.
- ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки та споруди.
- ВСН 60-89 Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации. Правила выполнения схем.

- ВСН 600-81 Инструкция по монтажу сооружений устройств связи, радиовещания и телевидения.
- ВБН В.2.2-45-1-2004 Проектирование телекоммуникаций. Линейно-кабельные сооружения.
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».
- Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС від 30.12.2014 №1417.

1.16.2 Технічні рішення

В даному розділі розроблена Система відеоспостереження, що призначена для запобігання проникнення на об'єкт сторонніх осіб та контролю просторів для вживання необхідних заходів. Система відеоспостереження складається з відеореєстратору та ІР-камер. В приміщенні котельної встановлюються камери Tecsar Beta IPD-2M30V-SD-рое, а в технічному приміщенні відеореєстратор Partizan NVD-811 РОЕ. Камери та відеореєстратор з'єднані в локальну обчислювальну мережу, яка підключається до мережі Інтернет з постійною ІР-адресою. Кабелі прокладаються відкрито. При монтажі може використовуватись взаємозамінне обладнання, що має аналогічні характеристики.

1.17 Тепломеханічна частина

1.17.1 Теплові навантаження

Проект «Реконструкція котельні за адресою вул. Багата, 4, м. Тернопіль» розроблений на підставі: - завдання на проектування; - архітектурно-будівельних креслень; - чинних в Україні норм і правил. Для забезпечення теплопостачання

споживачів системи опалення проектом передбачається встановлення трьох водогрійних жаротрубних газових котлів фірми "Viessmann", тип Vitomax LW M62C потужністю 5 МВт кожний з газовими пальниками фірми «Riello» тип RS 810/EV BLU.

Режим роботи котельні – цілий рік.

- підключене теплове навантаження котельні по вул. Багата, 4 складає:
- опалення - 10,182 МВт (8,75 Гкал/год), з них 1,582 МВт (1,36 Гкал/год) втрати в мережі.

1.17.2 Основне обладнання передбачене проектом

Згідно з тепловим навантаженням та Завданням на проектування в існуючій котельній до встановлення прийнято три водогрійних жаротрубних газових котла фірми "Viessmann", тип Vitomax LW M62C потужністю 5 МВт кожний (4,3 Гкал/год) з газовими пальниками фірми «Riello» тип RS 810/EV BLU.

Характеристика котла Vitomax LW, тип M62C наведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Характеристика котла Vitomax LW, тип M62C

№	Найменування величини	Одиниця виміру	Величина
1	Номінальна теплова потужність	МВт	5
2	Коефіцієнт корисної дії, не менше	%	93
3	Допустимий робочий тиск	бар	10
5	Максимальна температура теплоносія, не більш	°С	110
6	Мінімальна температура води на вході в котел	°С	55
7	Габаритні розміри ДхШхВ	мм	5200x2280x2630
8	Діаметр газоходу	мм	560
9	Водяний об'єм котла	м ³	8,7
10	Маса котла (без води)	кг	8780

Також до встановлення в котельні прийнято наступне допоміжне обладнання:

- Котлові насоси на кожний котел;
- Регулюючий 3-х ходовий клапан з електроприводом для погодозалежного регулювання;
- Система двоступенева система ХВО;
- Установа хімічної деаерації;
- Установа хімічної корекції рН та CO₂
- Мережевий магнітний шламоуловлювач типу MOS (встановлення КП «ТМТКЕ»).

1.17.3 Теплова схема

Теплова схема на базі трьох водогрійних жаротрубних газових котлів фірми "Viessmann", тип Vitomax LW M62C потужністю 5 МВт кожний (4,3 Гкал/год) розрахована на забезпечення споживачів централізовано мережною водою за графіком 95/70 оС на потреби опалення та ГВП.

1.17.4 Трубопроводи та теплова ізоляція.

Трубопроводи мережевої води та дренажів в котельні монтуються із сталевих труб. Трубопроводи монтуються по металевим опорам та підвіскам, арматура встановлюється в місцях зручних для обслуговування згідно теплової схеми. Горизонтальні ділянки трубопроводів прокладати з нахилом 0,002 в бік руху теплоносія. У відповідності з чинними нормами усі гарячі частини обладнання, трубопроводи, баки та інші елементи, торкання до яких може викликати опіки, повинні мати теплову ізоляцію. Температура на поверхні ізоляції за температури

навколишнього повітря +25°C не повинна перевищувати +45°C. Трубопроводи та обладнання котельні теплоізольовуються матеріалом на основі мінеральної вати та покриваються захисним шаром з оцинкованої сталі 0,5 мм.

Перед виконанням робіт по теплоізоляції трубопроводи та обладнання нанести антикорозійний захист. Грунтування трубопроводів виконується 1-м шаром грунтовки ГФ-021, пофарбування 2-ма шарами фарби БТ-177 по очищеній поверхні трубопроводів. Після проведення монтажних робіт, до початку фарбування, трубопроводи підлягають гідравлічним випробуванням пробним тиском 1,25 від робочого. В залежності від призначення трубопроводів та параметрів середовища їх слід пофарбувати. Перед спорожненням котлів та допоміжного обладнання при проведенні планових ремонтних робіт, необхідно попередньо відключити від системи та дочекатися охолодження теплоносія.

Згідно теплової схеми вихідна вода з господарчо - побутового водопроводу надходить на систему водопідготовки.

Для обліку води, що надходить до котельні від господарсько-побутового водопроводу проектом встановлюється лічильник холодної води з імпульсним виходом. Для обліку води, що надходить до котельні встановлюється лічильник комерційного обліку води. Перед установкою пом'якшення води передбачено фільтр механічний з ручною промивкою фірми Azud типу DF HS 2`. Підживлення теплової мережі здійснюється хімічищеною водою, що готується в запроектованих фільтрах, проходячи два ступеня пом'якшення води, типу LWT-SFD-125 та LWT-SFD-100, номінальною продуктивністю 3,5 м³/год.

Кожна одиниця обладнання водопідготовки має запірну арматуру та байпасну лінію для аварійного живлення котельні у випадку виходу з ладу основного обладнання. Проектом додатково передбачено використання існуючої

системи ХВО – два фільтри $\varnothing 1000$ мм. Після установки пом'якшення вода подається на існуючі баки підготовленої води $V=10$ м³ - 4шт. Після баку запасу вода надходить на насоси підживлення.

Підживлення мережі виконується трьома існуючими насосами Wilo ASP200BS-75/4-400V До лінії підживлення підключено станцію дозування бісульфіту натрію з насосом дозатором DC 60 та станцію дозування реагентів для корегування рН та CO₂ з насосом дозатором DC60. Пропорційне дозування здійснюється за сигналами від імпульсного витратоміру. На контурі теплопостачання системи встановлений трьох-ходовий клапан та група мережних насосів. Трьох-ходовий клапан з електроприводом забезпечує якісне регулювання температури теплоносія відповідно до температурного графіка з компенсацією по температурі зовнішнього повітря.

Для здійснення циркуляції теплоносія до споживачів, використовуються три насоси Wilo ASP200BS-75/4-400V на опалювальний період з параметрами $G_{max}=360$ м³/год; $H=50$ м.в.ст.

Для обліку відпущеного тепла з котельні використовується існуючий тепловий лічильник, виробництва фірми «Ергомера», витратомірні ділянки Ду 300 на подаючому та зворотньому трубопроводах. На зворотньому трубопроводі контуру теплової мережі на вході в котельний зал встановлюється грязьовик Ду300. Від зворотного трубопроводу мережі вода подається на котли. Для підтримання температури в зворотньому трубопроводі перед проектним котлом не нижче 55°C проектом передбачається встановлення на кожен котел рециркуляційного насосу.

Для захисту котлового контуру від підвищення тиску води вище робочого кожен котел обладнаний двома пружинними запобіжними клапанами

(постачаються в комплекті з котлами), що спрацьовують при тиску води в котлах $P=10$ бар. Клапани встановлені на окремих патрубках кожного котла.

Скидні трубопроводи виконані з розривом струменю та виводяться в каналізацію. Для видалення повітря з системи, у верхніх точках трубопроводів передбачені автоматичні повітряні клапани. Скидні та дренажні трубопроводи збираються у дренажний колектор який влаштований в каналі котельні, з яких по каналізаційному трубопроводу виводяться до існуючого внутрішнього водостоку котельні.

Трубопроводи підключаються з розривом струменя до системи внутрішньої каналізації котельні. Промивна вода після регенерації фільтра розбавляється в існуючій каналізаційній системі до допустимої концентрації. Компоновка допоміжного обладнання та трубопроводів виконана за умов їх безпечної експлуатації та оптимальних трас з'єднувальних трубопроводів. Вся фланцева арматура, яка розміщена на висоті понад 1,5 м, обслуговується за допомогою площадок або пересувних майданчиків.

Кріплення трубопроводів здійснюється до стін, металоконструкцій та опорних стійок за допомогою кронштейнів та підвісок. 4. Газоповітряний тракт Котли Vitomax LW M62C працюють під наддувом - з надлишковим тиском у топці. Котли укомплектовані пальниками фірми «Riello» тип RS 810/EV BLU. Повітря на вентилятор пальника відбирається з приміщення котельні. куди потрапляє через припливні решітки.

Температура димових газів на виході з котла – 120-188 °С. Кожен котел обладнаний індивідуальною димовою трубою $\text{Ø}700/760$ мм. Підключення котлів до димових труб виконується газоходами $\text{Ø}700/760$ мм. Горизонтальний газохід до димової труби підключається під кутом 45° та з ухилом 1-3°. Котли №1,2,3

підключаються до проєктованих димових труб $\varnothing 700/760$ - $H=30$ м, що розміщуються на одній проєктній фермі. В нижній частині димова труба обладнана люком ревізії та патрубком для зливу конденсату. На горизонтальній ділянці газоходу встановлюється вибуховий клапан.

Висота димових труб визначена на підставі аеродинамічного розрахунку газоповітряного тракту, висоти найближчих будинків, споруд, з умови розсіювання шкідливих речовин в атмосферу та з умови підтримання розрідження за котлом 2 мм. вод. ст. Відмітка верху кожної димової труби +29,982 м відносно рівня підлоги котельні. До встановлення прийняті збірні газоходи заводського виробництва фірми «Версія-Люкс».

Збірні елементи попередньо теплоізолювані базальтовим волокном (не горючим), внутрішній короб виконаний з нержавіючої сталі товщиною 1,0мм, зовні теплоізоляція захищена коробом з оцинкованої сталі товщиною 0,8мм. Елементи збираються за допомогою розтрубних з'єднань, які фіксуються обжимними хомутами.

1.18 Газопостачання внутрішнє

1. Загальні дані Цей розділ робочого проєкту виконаний відповідно до діючих норм і правил та технічних умов:

- ДБН В.2.5-20-2018 "Газопостачання";
- ДСТУ-Н Б А.3.1-18:2013 "Настанова щодо зварювання конструкцій газопроводів зі сталевих труб";
- ДБН В.2.5-77:2014 Котельні;
- Правил безпеки систем газопостачання; - Технічного завдання на проєктування.

1.18.1 Проектні рішення

Джерелом газопостачання є існуюча точка приєднання об'єкта Замовника до ГРМ на надземному сталевому газопроводі Ду 100 мм середнього тиску ($P_{\max}=0,3$ МПа, $P_{\text{роб}}=0,11$ МПа, $P_{\min}=0,065$ МПа). Існуючі мережі газопостачання складаються з надземних сталевих газопроводів середнього тиску та газоспоживаючого обладнання у складі: - Котел ТВГ-8М теплопродуктивністю 8,3 Гкал/год- 1 од; - Котел КВ-Г-7,56-150 теплопродуктивністю 6,5 Гкал/год - 2 од. Проектом передбачається демонтаж існуючих котлів та встановлення трьох водогрійних жаротрубних газових котлів фірми "Viessmann", тип Vitomax LW M62C потужністю 5 МВт кожний з газовими пальниками фірми "Riello" тип RS 810/EV BLU.

Діапазон потужності пальника складає 1,5-5 МВт з коефіцієнтом робочого регулювання - 1:5. Вхідний тиск газу перед пальником складає 25 кПа (0,025 МПа). Пальники фірми "Riello" тип RS 810/EV BLU відповідають вимогам чинного законодавства, що підтверджується сертифікатом відповідності. Тиск в існуючій точці приєднання - проектний максимальний до 0,3 МПа, робочий до 0,11 МПа, мінімальний до 0,065 МПа. Використовуваний природний газ сухий, одорований, має найнижчу теплотворну здатність $Q = 8200$ Ккал/м³, щільність $\rho = 0.695$ кг/м³ (параметри газу наведені для нормальних умов). Проектом передбачається встановлення запірною пристрою для автоматичного вимкнення подавання газу в разі спрацювання системи сигналізації про загазованість приміщень котельні, систем протипожежного захисту, при відключенні електроенергії. При аварійному відключенні котлів запуск провести вручну після усунення несправностей.

1.18.2 Рекомендації щодо будівництва газопроводів

До прокладання газопроводу прийняті труби електрозварні прямошовні та водогазопровідні. Діаметри газопроводів визначені гідравлічним розрахунком з умов надійності, безпеки, технологічності та економічності системи при максимально допустимих втратах тиску газу. Труби, арматура та вироби, надходять на монтаж, повинні мати виписки з сертифікатів, посвідчень або паспортів, а обладнання або трубні збірки - специфікації, комплектовочні відомості та складальні креслення заводів виробників.

Виготовлення, монтаж, випробування та приймання в експлуатацію проводити відповідно до:

- ДБН В.2.5-20-2018 "Газопостачання";
- ДСТУ-Н Б А.3.1-18:2013 "Настанова щодо зварювання конструкцій газопроводів зі сталевих труб";
- "Правилами безпеки систем газоснабження",
- постанови КМУ №461" Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів".

Монтаж технічних засобів виконується згідно з документацією цього проекту, правилами обліку газу, нормами типових конструкцій та монтажних схем, а також відповідно до настанов з експлуатації, розроблених виготовлювачами приладів вимірювання та регулювання. З'єднання сталевих труб передбачається електродуговим зварюванням встик в середовищі інертного газу (аргон). Вузол обліку зварюється на землі. Монтаж виконується тільки після контролю якості зварних стиків. Конструктивні елементи та розміри зварних з'єднань повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-20-2001. При газовому зварюванні застосовуються: - зварювальний дріт марки Св-08А, - аргон технічний. Різьбові та

фланцеві з'єднання застосовуються тільки в місцях установки запірної арматури, газових приладів, КВП і А та іншого обладнання. Якість зварних стиків перевіряється зовнішнім оглядом, механічними випробуваннями контрольних зразків, радіографічним методом і перевіркою системи стиснутим повітрям на міцність тиском - 0,45 МПа на протязі 1 год і на герметичність тиском 0,3 МПа на протязі 1 год. Кількість стиків, які підлягають контролю радіографічним методом, повинна бути - 5 % - на надземних газопроводах, але не менше 1 стику. Кріплення газопроводу виконується кронштейнами та опорами індивідуальної розробки та за типовими конструкціями. Відстань від газопроводу до стін або конструкцій прийняти не менше ніж 0.5 Дн. При перетину стін газопровід заключити в футляр, футляр закрити у стіни на цементному розчині, а простір між трубою і футляром заповнити бітумом і просмоленою паклею. Футляр вивести за межі стіни не менше, ніж на 3 см. Надземні трубопроводи покриваються в два шари емаллю ПФ-115 за в двома шарами ґрунтівки ГФ-021. 14202-81. Трубопроводи пофарбувати в умовний колір (жовтий). Даний проект виконаний у відповідності з діючими нормами та правилами з техніки безпеки та охорони праці. При розробці проекту враховані вимоги Закону України "Про охорону праці", вимоги техніки безпеки, санітарні вимоги. З метою забезпечення безпечних умов обслуговуючого персоналу цим проектом передбачені ряд заходів:

-герметичність обладнання, арматура розміщується у місцях, доступних для обслуговування.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Визначення несучої здатності згинального залізобетонного елемента прямокутної форми, посиленого двостороннім нарощуванням перерізу

Дано: розміри перерізу $b = 300$ мм, $h = 600$ мм, бетон посиленого елемента класу В20 ($R_b = 11.5$ МПа), висота нарощування $x_2 = 150$ мм; бетон підсилення класу В30 ($R_b = 17$ МПа); $h_o = 420$ мм, $a = a' = 25$ мм; арматура підсилюваного елемента класу А400с ($R_s = 365$ МПа), $A'_s = 226$ мм² ($2\varnothing 12$); $A_s = 1256$ мм² ($4\varnothing 20$); арматура посилюючого елемента класу А400 ($R_{s, ad} = 365$ МПа);

$A'_{s, ad} = 804$ мм² ($4\varnothing 16$); $A_{s, ad} = 1256$ мм² ($4\varnothing 20$). (Рис. 2.1).

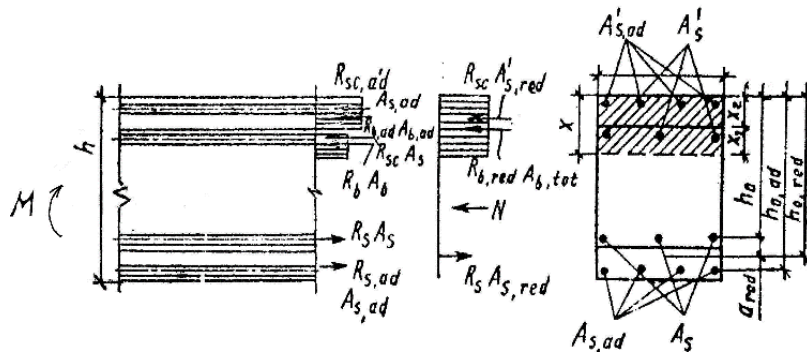


Рис.2.1 - Схема дії зусиль на підсилюваний згинальний елемент

Підсилення здійснювалося без розвантаження посилюваного елемента. Попереднє навантаження перевищувало 65% від руйнівного, отже, $\gamma_{sr1} = \gamma_{br1} = 0.8/$

Потрібно визначити міцність елемента після підсилення.

Розрахунок. Визначаємо центр ваги арматури:

$$A_{s, red} = A_s + R_{s, ad} \cdot A_{s, ad} / R_s = 1256 + 1256 = 2512 \text{ мм}^2$$

$$A'_{s, red} = A'_s + R_{sc, ad} \cdot A'_{s, ad} / R_{sc} = 226 + 804 = 1030 \text{ мм}^2$$

$$a_{red} = R_{s, ad} \cdot A_{s, ad} \cdot (h_{o, ad} - h_o) / (R_s \cdot A_s + R_{s, ad} \cdot A_{s, ad}) = 365 \cdot 1256 \cdot (575 - 420) / (365 \cdot 1256 + 365 \cdot 1256) = 77,5 \text{ мм}$$

Визначаємо відстань від стиснутої грані посиленого елемента до загального центру ваги:

$$h_{o, red} = h_o + a_{red} = 420 + 77,5 = 497,5 \text{ мм.}$$

Відносна висота стиснутої зони бетону

$$\xi = (R_s \cdot A_{s, red} - R_{sc} \cdot A'_{s, red}) / R_b \cdot b \cdot h_{o, red} = (365 \cdot 2512 - 365 \cdot 1030) / 11,5 \cdot 300 \cdot 497,5 = 0,315.$$

За формулою

$$\xi_R = \omega / [1 + \sigma_{sR} / \sigma_{s,u} \cdot (1 - \omega / 1,1)] = 0,758 / [1 + 292 / 400 \cdot (1 - 0,758 / 1,1)] = 0,618$$

$$\omega - \text{деформативна характеристика бетону } \omega = \alpha \cdot 0,008 \cdot R_b = 0,85 \cdot 0,008 \cdot 11,5 = 0,758$$

α - залежить від виду бетону; $\alpha = 0,85$ – для важкого бетону.

σ_{sR} - умовна напруга в арматурі.

$\sigma_{sR} = R_s = 292 \text{ МПа}$; для арматури А240 – А400.

$\sigma_{s,u}$ – гранична напруга в арматурі.

$\sigma_{s,u} = 400 \text{ МПа}$

Перевіряємо умову: $\xi \leq \xi_R$: $0,315 \leq 0,618$ – умова виконується.

Визначаємо наведений розрахунковий опір бетону стиснутої зони за формулою:

$$R_{b, red} = (R_b \cdot A_b + R_{b, ad} \cdot A_{b, ad}) / A_{b, tot} = (11,5 \cdot (300) \cdot x - 45000) + 17 \cdot 45000 / 300 \cdot x = (3450) \cdot x - 517500 + 765000 / 300 \cdot x = (3450 \cdot x + 247500) / 300 \cdot x \text{ МПа,}$$

$$\text{де } A_{b, tot} = A_b + A_{b, ad} = 300 \cdot x; x = x_1 + x_2; A_b = b \cdot x_1 = 300 \cdot (x - x^2) = 300 \cdot x - 300 \cdot 150 = 300 \cdot x - 45000$$

$$A_{b, ad} = b \cdot x - A_b = 300 \cdot x - 300 \cdot x + 45000 = 45000 \text{ мм}^2$$

Висота стиснутої зони

$$x = (R_s \cdot A_{s,red} - R_{sc} \cdot A'_{s,red}) / R_{b,red} \cdot b = (365 \cdot 2512 - 365 \cdot 1030) / [(3450 \cdot x + 247500) / 300 \cdot x \cdot 300] = 85,052 \text{ мм.}$$

$$R_{b,red} = (3450 \cdot 85.1 + 247500) / 300 \cdot 85.1 = 21,194 \text{ МПа}$$

Несуча здатність посиленого елемента

$$M \leq R_{b,red} \cdot b \cdot x \cdot (h_{o,red} - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_{s,red} \cdot (h_o - a'),$$

$$M \leq 21194 \cdot 0,3 \cdot 0,0851 \cdot (0,4975 - 0,5 \cdot 0,0851) + 365000 \cdot 1030 \cdot 10^{-6} \cdot (0,575 - 0,025) = 452,94 \text{ кНм}$$

2.2 Розрахунок підсилення стрічкового фундаменту

2.2.1 Результати обстеження

Внаслідок обстеження будівлі спостерігаються деформації несучих конструкцій.

Причинами деформацій є:

1. Були допущені помилки під час проектування фундаменту;
2. Міцність бетону фундаменту не відповідає проектній міцності;
3. Нерівномірні усадки, внаслідок розрідження ґрунту при протіканні підземних систем водопостачання, каналізації;
4. Зміна діючих навантажень усередині будівлі, зокрема середні колони.

2.2.2 Обґрунтування методу підсилення

Перед підсиленням стовпчастого фундаменту необхідно провести заходи спрямовані на підсилення ґрунтів основи.

Як метод підсилення фундаменту використовується спосіб влаштування залізобетонної обійми. Цей метод підсилення при порівняно невеликій витраті металу дозволяє значно збільшити несучу здатність конструкцій, що

підсилюються, і, крім того, забезпечити стійкість до впливу агресивного середовища і, отже, найбільшу надійність в експлуатації. Завдяки усадці бетону залізобетонна обойма щільно обжимає елемент, що підсилюється, і працюють з ним спільно.

2.2.3 Детальна послідовність виконання робіт

Відновлення та підсилення конструкцій фундаментів здійснюється відповідно до технічних рішень, прийнятих після попереднього обстеження та оцінки їхньої несучої здатності. Обстеження повинно проводитись з обов'язковим розкриттям конструкцій фундаментів.

До робіт з відновлення та підсилення фундаментів приступають після огляду колон будівлі, перевірки стану колон та підшви фундаментів, оцінки несучої здатності основ.

Розкриття шурфів роблять із чотирьох сторін. Виконують розкриття у шаховому порядку, тобто, у дві захватки. Приступати до робіт на другій захватці можемо лише після закінчення робіт на першій.

Роботи з відновлення та підсилення фундаментів проводять і наступній технологічній послідовності:

1. Розбирання підлог у будівлі;
2. Уривок шурфів для ремонтних робіт з підсилення фундаментів;
3. Зміцнення основ, свердління отворів гнізд у фундаментах під арматурні стрижні та опорні балки;
4. Очищення поверхні фундаментів, розчищення швів, виколів, тріщин;
5. Встановлення арматурної сітки для підсилення фундаментів;
6. Влаштування щитової опалубки, приймальних ящиків та лотків;
7. Доставка бетонної суміші, укладання, вібрування та догляд за бетоном,

8. Розбирання опалубки;
9. Зворотне засипання ґрунту;
10. Відновлення підлог у будівлі.

Ділянка, де виконуватимуться роботи, очищається від сміття, що захащають виробництво, предметів та обладнання. Визначається місце розміщення ґрунту для подальшого зворотного засипання.

Розбирання підлог проводять за допомогою відбійного молотка. Подачу стисненого повітря від компресора ведуть через отвори будівлі. Ширина ділянки підлоги, що розбирається, визначається кутом природного укосу ґрунту.

Прибирання бетонного бою та копання шурфів вести вручну.

Після уривки шурфу пробиваються отвори під арматурні анкерні стрижні за допомогою відбійного молотка та пневмоінструменту. За відсутності пневмоінструменту свердління отворів проводиться електродріль на глибину 20-30 см.

Перед встановленням арматури поверхня фундаменту очищається металевими щітками та продувають стисненим повітрям. Тріщини та відколи мають бути ретельно розділені, а шви розкриті. Ділянки бетону, що прокородували, відбиваються сталевими молотками. Наноситься насічка.

Арматурні анкери вставляють у гнізда та отвори, які потім забивають жорстким цементним розчином. Довжину стрижнів вибирають відповідно до розрахункової ширини бетонованої частини розширення фундаментної стіни так, щоб їх кінці перекривалися бетоном не менше ніж на 20-30 мм.

Арматурні анкери пов'язують сіткою. Сітка встановлюється не раніше ніж через 3 доби після початку схоплювання бетону або цементного розчину. Сітка повинна розташовуватись не ближче ніж на 60-80 мм від поверхні обрізу фундаменту.

Щити опалубки встановлюють після закінчення арматурних робіт, пов'язуючи їх жорстким каркасом з передачею розпірних зусиль рухомого бетону на укоси шурфу.

Для подачі бетону в опалубку обладнають приймальну скриньку та лоток. Подачу бетону всередину будівлі здійснюють найкоротшим шляхом лотками або конвеєром через прорізи в підвальній частині.

Перед бетонуванням поверхню фундаменту необхідно очистити від пилу і бруду, а бетон зволожити. Ця робота має бути закінчена за 1,5-2 години до початку укладання бетонної суміші в опалубку. При цьому необхідно стежити за тим, щоб поверхня була вологою, але не мокрою, так як зайва вода збільшує водоцементне відношення бетонної суміші, що укладається, що, у свою чергу, негативно позначається на якості зчеплення нового бетону зі старим. Внутрішню поверхню опалубки необхідно змастити вапняним молоком чи глиняним розчином.

Міцність зчеплення нового бетону зі старим залежить від обробки поверхні фундаменту, що підсилюється, умов укладання бетонної суміші, способів її ущільнення, густоти армування і т. д. Тому при виконанні робіт необхідно керуватися наступним.

Поверхня фундаменту, що бетонується, повинна бути шорсткою.

Це досягається шляхом насичення бетону перфораторами або відбійними молотками зі спеціальними насадками (якщо дозволяють умови виконання робіт та конструкції фундаменту).

Крім того, відбійними молотками із звичайним робочим обладнанням (піками) можна шляхом дрібного сколу влаштовувати на поверхні бетону численні неглибокі ямки, які створюють гарну шорсткість.

При невеликому обсязі робіт і неможливості використовувати ручні машини, насікання поверхні існуючого фундаменту допускається виконувати вручну за допомогою зубила та молотка, можуть застосовуватись також металеві щітки.

Укладання бетону ведуть пошарово, ущільнюючи кожен шар вібратором. При опусканні бетону на глибину понад 2 м укладання бетону у нижній частині виконують за допомогою лотків. У міру підйому рівня бетонного масиву при висоті скидання менше 2 м лотки забирають. При поверхневому вібруванні товщина шару, що укладається, не повинна перевищувати 250 мм, при глибинному повинна забезпечити занурення ручного глибинного вібратора на 50-100 мм в раніше покладений шар. Забороняється спирання вібраторів під час робіт на арматуру та опорні балки, оскільки це може викликати розхитування анкерів у гніздах стіни та різке зниження міцності фундаментів.

При посиленні бетонного фундаменту обойму анкерують шляхом влаштування за допомогою перфораторів шпурів, куди потім вставляють анкери. Розміри анкерів, крок встановлення та спосіб кріплення мають бути передбачені робочим проектом. Може бути використаний спосіб установки анкерів на епоксидному клеї.

Догляд за бетоном повинен виключити шкідливий вплив вітру, сонця, агресивних середовищ та забезпечити необхідну вологість поверхні бетонного масиву. Рух людей по бетону, що витримується, установка опор, риштування і іншого допускаються не раніше ніж через 3 дні після закінчення всіх бетонних робіт на ділянці.

Розпалубку конструкцій підсилення фундаментів слід проводити не раніше ніж через 7 днів після закінчення бетонування. При температурі зовнішнього повітря нижче + 5 ° С або при посиленні фундаментів розпалубку виконують після

набору проектної міцності бетону. Бічні елементи опалубки, що не несуть розпірного навантаження від маси бетону, допускається видаляти після досягнення 25%-ої проектної міцності або через 2-3 дні після закінчення бетонування.

У процесі розпалубки не можна завдавати ударів по бетону, що твердіє, допускати струси, прикладання непроектних навантажень та інших механічних впливів. Стійки та розкоси слід видаляти після того, як знято проміжні щити та оглянуто розпалублені конструкції. Виявлені дефектні ділянки бетонної поверхні необхідно очистити та промити водою, закласти раковини та тріщини бетонною сумішшю з ретельним ущільненням, а дрібні поверхневі дефекти – затерти цементним розчином.

Зворотне засипання шурфів повинне проводитися після ретельної гідроізоляції ґрунтом, залишеним для цих цілей при уривку конструкцій фундаментів. Не допускається використання уламків бетонного вимощення і підлоги, включення в ґрунт сторонніх предметів у вигляді обрізків арматури, великих каменів та ін. Прийняті заходи повинні забезпечити збереження бетонних конструкцій та обмазувальної гідроізоляції.

У процесі зворотного засипання проводиться пошарове трамбування ґрунту з метою досягнення 0,75-0,98 максимальної густини при ущільненні ґрунту.

Завершальним етапом підсилення фундаментів є відновлення конструкцій підлоги. Перед укладанням бетонної поверхні ґрунтової основи засипається і ущільнюється шар щебеню або гравію. Бетонування здійснюється з використанням засобів механізації з ущільненням бетонної суміші вібратором.

2.2.4 Контроль якості робіт під час підсилення фундаментів

Контроль якості робіт виконується у три етапи: вхідний (попередній), операційний (під час виконання робіт) та приймальний.

При вхідному контролі будівельних конструкцій, виробів, матеріалів та обладнання слід перевіряти зовнішнім оглядом відповідність їх вимогам стандартів або інших нормативних документів та робочої документації, а також наявність та утримання паспортів, сертифікатів та інших супровідних документів.

Операційний контроль повинен здійснюватися в ході виконання будівельних процесів або виробничих операцій та забезпечувати своєчасне виявлення дефектів та вжиття заходів щодо їх усунення та попередження, здійснюють виконавці робіт та майстри із залученням представників геодезичної служби та будівельної (грунтової) лабораторії.

При операційному контролі слід перевіряти дотримання технології виконання будівельно-монтажних процесів; відповідність виконуваних робіт робочим кресленням, будівельним нормам, правилам та стандартам. Результати операційного контролю мають фіксуватися у журналі робіт. Основними документами під час операційного контролю є нормативні документи частини, технологічні (типові технологічні) карти та схеми операційного контролю якості. Схеми операційного контролю якості, як правило, повинні містити ескізи конструкцій із зазначенням відхилень, що допускаються, в розмірах, переліку операцій або процесів, контрольованих виробником робіт (майстром) за участю, при необхідності, будівельної лабораторії, геодезичної та інших служб спеціального контролю, дані про склад, терміни та методи контролю.

Приймальний контроль включає контроль та оцінку якості закінчених будівництвом будівель та споруд або їх частин.

2.2.5 Розрахунок фундаменту

Ширина b існуючого фундаменту 130 см, розрахунковий опір ґрунту $R = 2.3$ кг/см², крок траверс 1.3 м. Після підсилення фундамент має сприймати навантаження $Q = 450$ кН/м. $\delta_s = 25$ см

Оскільки фундамент стрічковий, то розраховуємо ділянку фундаменту довжиною $l = 100$ см.

Необхідна ширина підшови фундаменту дорівнює:

$$b_l = F/l \cdot R = 45000/100 \cdot 2.3 = 195.7 = 196 \text{ см.}$$

Ширина смуг бетонування d фундаменту з кожного боку:

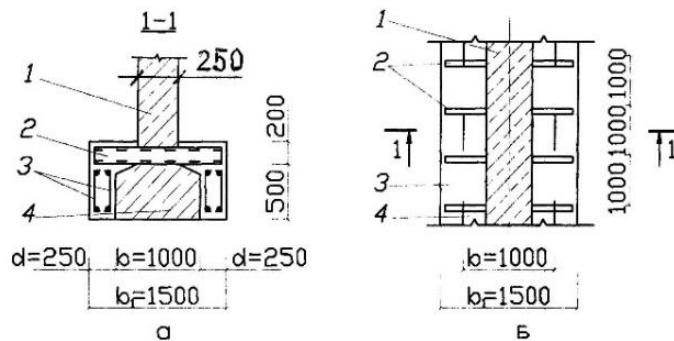
$$d = 0.5(b_l - b) = 0.5(196 - 130) = 33 \text{ см.}$$

Навантаження, що сприймається фундаментом від реактивного тиску ґрунту $\sigma_{zp} = R_{zp} = 2.3$ кг/см² на ширину $d = 33$ см і довжину $l = 130$ см дорівнює:

$$Fd = \sigma_{zp} \cdot d \cdot l = 2.3 \cdot 33 \cdot 130 = 9867 \text{ кг} = 98.67 \text{ кН.}$$

Це навантаження сприйматиметься кожною консоллю траверси і викликатиме в ній згинальний момент:

$$Md = Fd \cdot l_f = 9867 \cdot 85.5 = 84.3629 \text{ кНм.}$$



а – переріз 1-1; б - фрагмент плану посиленого фундаменту; 1 – цегляна стіна; 2 - траверса з двох швелерів; 3 – каркаси додаткових фундаментних смуг із бетону; 4 – існуючий фундамент

Рис. 2.2 - Підсилення стрічкового фундаменту

Приймаємо переріз траверси із двох швелерів. Необхідний момент опору W_{nmp} дорівнює:

$$W_{nmp} = Md/R = 843629/2350 = 360 \text{ см}^3, \text{ де } R\text{-розрахунковий опір сталі ВСт3пс.}$$

Приймаємо траверсу з двох швелерів №22:

$$2W_x = 2 \cdot 192 = 384 > 360 \text{ см}^3.$$

Нові смуги фундаменту завширшки d працюють як нерозрізні залізобетонні балки. Вони сприймають реактивний тиск на ґрунт і спираються зверху на траверси.

Розрахунковий момент у цих балках дорівнює:

$$M = q_{ep} \cdot l_2 / 12 = 75.9 \cdot 1302 / 12 = 106893 \text{ кгсм} = 1068.93 \text{ кНм},$$

$$\text{де } q_{ep} = \sigma_{ep} \cdot d = 2.3 \cdot 33 = 75.9 \text{ кг/см.}$$

Задаємо висоту фундаменту 50 см та захисний шар бетону до робочої арматури 70 мм, арматуру $\emptyset 12A-400c$. Маємо робочу висоту перерізу балок $h_0 = 50 - 7 - 0.5 = 42.5$ см.

Необхідний переріз арматури кл. А-400с при $R_s = 3750 \text{ кг/см}^2$:

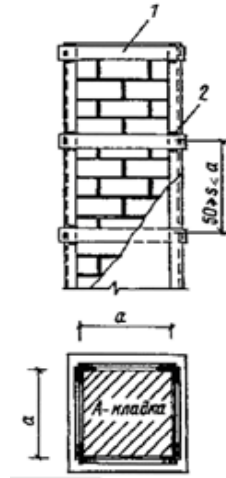
$$A_s = M / 0.8 h_0 \cdot R_s = 106893 / 0.8 \cdot 42.5 \cdot 3750 = 0.84 \text{ см}^2.$$

З конструктивних міркувань при $d \geq 150$ мм приймаємо два каркаси з верхньою та нижньою арматурою з $\emptyset 10A-400c$, поперечні стрижні арматури з $\emptyset 8A-240c$ з кроком 250 мм.

2.3 Розрахунок підсилення цегляної колони металевими обоймами

Кладка простінків виконана з глиняної цегли пластичного формування марки 75 на розчині марки 50. Розмір перерізу простінка 51×129 см, висота 180 см; розрахункова висота стіни – 3,3 м. Кладка простінка виконана з потовщеними швами низької якості, в кладці є невеликі початкові тріщини в окремих цеглах і вертикальних швах. Це свідчить про те, що напруга в кладці досягла приблизно 0,7

R_u (тимчасового опору). На простінок діє вертикальне зусилля, що дорівнює 800 кН (80 тс), прикладене з ексцентриситетом 6 см по відношенню до товщини стіни.



1 – планка f_1 перетином 40×8 мм; 2 – зварювання

Рис. 2.3 - Схема підсилення цегляних стовпів металевою обоймою.

З архітектурних міркувань підсилення кладки приймається за допомогою включення простінка в сталеву обойму з куточків.

Необхідне збільшення несучої здатності простінка за рахунок поперечної арматури обойми визначаємо з формули:

$$N \leq \psi \varphi \left(m_g m_k R + \eta \frac{2,5\mu}{1 + 2,5\mu} \cdot \frac{R}{100} \right) A + R_{sc} A'_s,$$

Коефіцієнти ψ і η при позацентровому стисканні:

$$\psi = 1 - \frac{2e_0}{h}; \quad \eta = 1 - \frac{4e_0}{h};$$

У формулах

N – поздовжня сила;

A - площа перерізу кладки, що посилюється;

A'_s - Площа перерізу поздовжніх куточків сталеві обійми або поздовжньої арматури залізобетонної обійми;

A_b – площа перерізу бетону обійми, укладена між хомутами та кладкою (без урахування захисного шару);

R_{sw} - розрахунковий опір поперечної арматури обійми;

R_{sc} - розрахунковий опір куточків або поздовжньої стиснутої арматури;

φ - коефіцієнт поздовжнього вигину (при визначенні φ значення α приймається як для невідсиленої кладки);

m_g – коефіцієнт, що враховує вплив тривалого навантаження;

m_k – коефіцієнт умов роботи кладки, що приймається рівним 1 для кладки без пошкоджень та 0,7 – для кладки з тріщинами;

m_b – коефіцієнт умов роботи бетону, що приймається рівним 1 – при передачі навантаження на обійму та наявності опори знизу обійми, 0,7 – при передачі навантаження на обійму та відсутності опори знизу обійми та 0,35 – без безпосереднього передачі навантаження на обійму;

μ - відсоток армування хомутами та поперечними планками, що визначається за формулою

$$\mu = \frac{2A_s(h+b)}{hbs} 100,$$

де h і b - розміри сторін елемента що посилюється;

s – відстань між осями поперечних зв'язків при сталевих обіймах ($h \geq s \leq b$, але не більше 50 см) або між хомутами при залізобетонних та штукатурних обіймах ($s \leq 15$ см).

$$\psi = 1 - \frac{2e_0}{h} = 1 - \frac{12}{51} = 0,765$$

За [6. табл. 18] при $\lambda=5,2$ та $\alpha=1000\varphi_1 \approx \varphi=0,98$; $m_g=1$ приймаємо згідно [6];
 $R = 1,3$ МПа; $m_k = 0,7$.

Приймаємо для обойми сталь класу А-400. Вертикальна арматура обойми (куточки) приймається з конструктивних міркувань 50×50 мм

$$A'_s = 4 \cdot 4,8 = 19,2 \text{ см}^2.$$

За табл. 10 $R_{sc}=55,0$ МПа та $R_{sw}=190$ МПа.

За формулою

$$\eta = 1 - \frac{4e_0}{h} = 1 - \frac{4 \cdot 6}{51} = 0,53.$$

Згідно з формулою

$$\eta \frac{2,5\mu}{1+2,5\mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} A = \frac{N}{\psi\varphi} - m_g m_k R A - R_{sc} A'_s;$$

$$\frac{0,53 \cdot 2,5\mu}{1+2,5\mu} \cdot \frac{190}{100} 0,66 \cdot 10^3 = \frac{800}{0,765 \cdot 0,98} - 0,7 \cdot 1,3 \cdot 0,66 \cdot 10^3 - 55,0 \cdot 19,2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3,$$

$$\frac{0,53 \cdot 2,5\mu}{1+2,5\mu} \cdot \frac{190}{100} 0,66 \cdot 10^3 = 1067,1 - 600,6 - 105,6$$

Звідки $\mu = 0,48\%$.

Приймаємо відстань між осями поперечних хомутів обойми 48 см і визначаємо їх перетин із умови $\frac{v_{sk}}{v_k} 100 = 0,48\%$.

За формулою (2.4)

$$\mu = \frac{2A_s(h+b)}{hbs} 100;$$

$$0,48 = \frac{2A_s(51+129)100}{51 \cdot 129 \cdot 35};$$

$$A_s = 3,08 \text{ см}^2.$$

Приймаємо смугу перетином 40×8 мм; $A_s = 3,2 \text{ см}^2$; А-240с

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Дефекти конструкцій промислових будівель

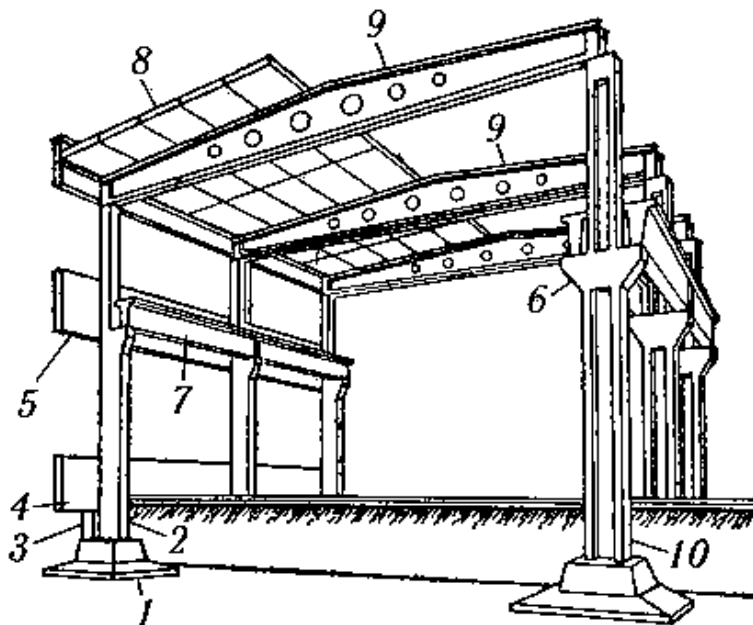
3.1.1 Промислова будівля, конструкція та аварії

Промислова будівля - це будівлі, призначені для розміщення промислових виробництв та забезпечують необхідні умови для праці людей та експлуатації технологічного обладнання.



Рисунок 3.1 – Котельня по вул. Багата

Отже, типова конструкція одноповерхової котельні із залізобетонним каркасом виглядає так:



1 - фундаменти під внутрішні колони; 2 - колони зовнішнього ряду; 3 - підкладка; 4 - фундаментна балка; 5 - стінові плити; 6 - консолі колон; 7 - підкранова балка; 8 - плити покриття; 9 - балки покриття; 10 - внутрішні колони

Рисунок 3.2-Конструкції одноповерхової котельні

Тепер наведемо приклад, через що зазвичай виникають аварії в промислових будівлях з металевими конструкціями каркасів:

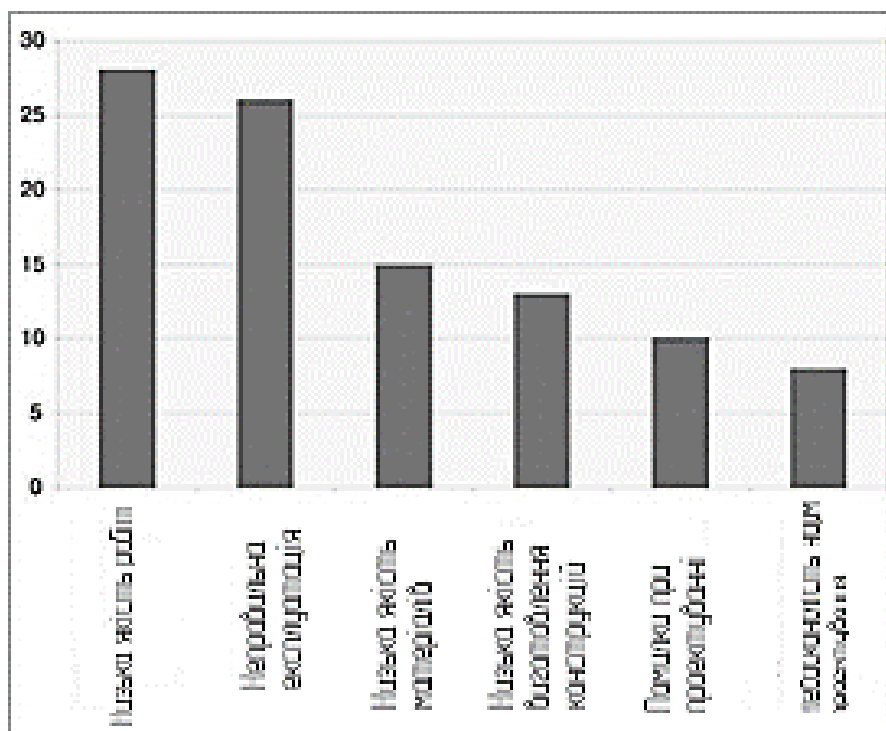


Рисунок 3.3 - Виникнення аварій у промислових будівлях

3.1.2 Дефекти промислових будівель

При експлуатації будівель та споруд на них впливають негативні фактори навколишнього середовища, які поступово погіршують властивості будівельних матеріалів та конструкцій. Також дефекти у промислових будинках зазвичай пов'язані з тим, що там розташовані робочі обладнання, які призводять до передчасного зносу будівлі.

До погіршення конструкції ведуть, крім того, помилки при проектуванні, виконання робіт під час будівництва, а також порушення в експлуатації.

Типові дефекти, з якими доводиться стикатися на будівельних об'єктах:

- місцеве пошкодження гідроізоляційного матеріалу покрівлі;
- корозія металевих конструкцій;

- недостатня щільність бетону;
- наявність пор;
- оголення великого заповнювача та арматури;
- розшарування бетонної суміші;
- тріщини в бетоні;
- порушення захисного шару бетону біля арматури;
- поганий зв'язок старого та нового бетону в зоні робочих швів і як наслідок тріщини у бетоні;
- непроектний шов при перервах у бетонуванні;
- відхилення конструкцій від проектних розмірів (у плані та висоті, нахил по вертикалі та по горизонталі);
- незадовільне прогрівання, припущення заморожування бетону при твердінні;
- перевантаження конструкцій у процесі будівництва;
- пошкодження конструкцій і як наслідок-поява тріщин, прогинів, сколів та фарбування бетону.

У будівлях і спорудах, що діють, дефекти, в основному, виникають від:

- вплив агресивних середовищ;
- заморожування та розморожування;
- вплив високих температур;
- внаслідок тривалої дії динамічних навантажень або надзвичайних ситуацій і виражаються в корозії арматури та бетону;
- появи тріщин у бетоні;
- відшарування захисного шару;

- викришування бетону.

У таких випадках слід зробити:

- ремонт бетону;
- усунення дефектів;
- захист бетону та відновлення та підсилення конструкцій та бетонних підлог;
- нанесення захисного шару після ремонту бетону;

Ознаки руйнування бетону:

Поверхня бетону може розшаровуватися при перегріванні бетону. Наприклад, коли на бетон тривалий час потрапляють яскраві сонячні промені.

Висоли свідчать про те, що в його товщу проникає вода і поступово вимиває солі, які кристалізуються. Самі кристали не такі небезпечні, як демінералізація бетону, внаслідок якої він може розтріскатися.

Навантаження вище за розрахункову, що діють на бетонну конструкцію призводять до появи тріщин. Небезпека полягає в тому, що волога, потрапляючи всередину тріщин, замерзаючи, розриває бетон, аж до повного його руйнування.

Іржаві прояви та смуги на поверхні бетонних конструкцій, внаслідок корозії арматури та зовнішніх факторів



Рисунок 3.4 - Місцеве пошкодження гідроізоляційного матеріалу покрівлі промислової будівлі

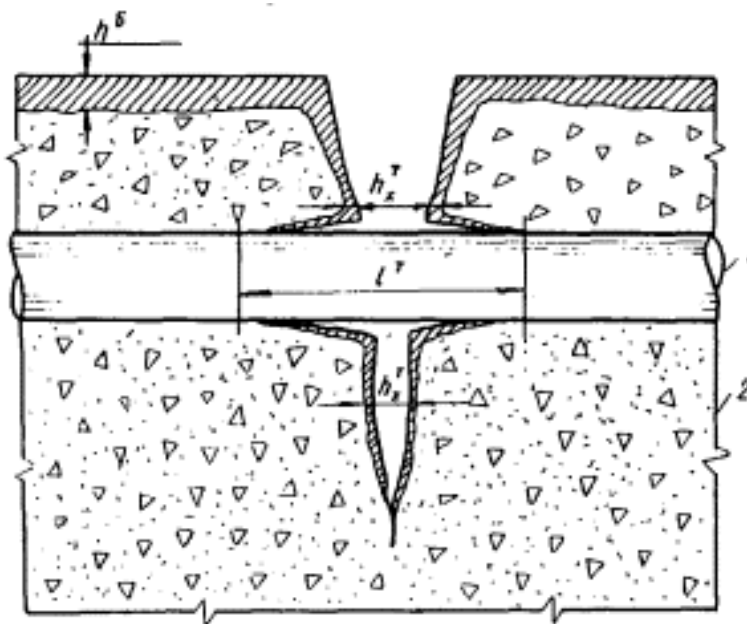


Рисунок 3.5 - Схема розкриття тріщини в залізобетонному елементі та нейтралізації в бетоні, де: 1-арматура; 2-бетон;

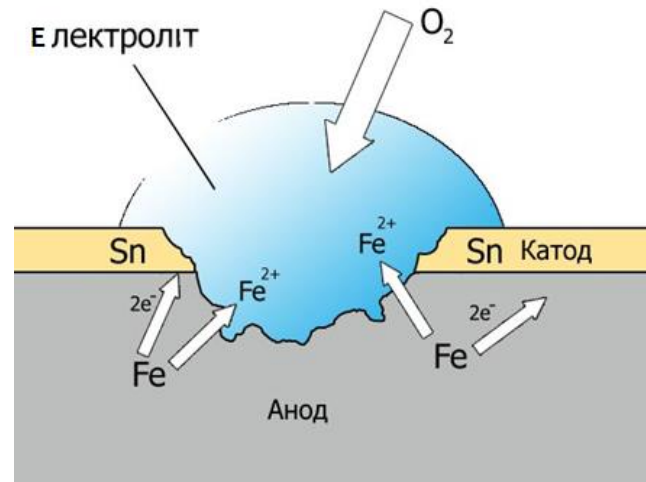
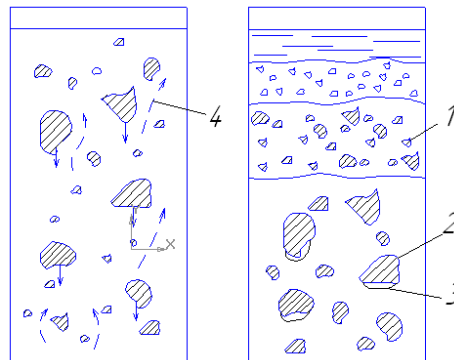


Рисунок 3.6 – Корозія металевих конструкцій



1. дрібний заповнювач, 2. крупний заповнювач, 3. скупчення води 4. напрям по якому відбуває вода

Рисунок 3.7 – Розшарування бетонної суміші



Рисунок 3.8- Порухнення захисного шару бетону у арматури

3.2 Підсилення конструкцій колон, балок і плит перекриттів

3.2.1 Підсилення конструкцій колон

Підсилення колон за допомогою торкретованого бетону.

Спосіб придатний для підсилення як вертикальних, так і горизонтальних несучих конструкцій (стіни, колони, перекриття, висячі коридори-галереї і т. д.) з цегли і бетону. Перевага його в порівнянні з бетонування полягає в тому, що нанесення торкретованого бетону не вимагає опалубки.

Торкрет-бетоном - це, по суті, звичайнісінька бетонна суміш, яка наноситься на поверхню спеціальним способом, торкретуванням, який передбачає використання спеціального обладнання та установок. Подача бетону за допомогою подібних установок здійснюється шляхом його проходження через сопла під істотним тиском повітря. Іншими словами, бетон наноситься на поверхню бризками.

Обойма

Обойма придатна сприйняття невеликих зусиль, оточує колону як обруч. Місця потребує менше, ніж залізобетонна оболонка, дешевше. Безпосередньої участі у сприйнятті навантажень не бере; товщина 4-6 см. На каркас із арматури закріплюють сітку рабицю і наносять на неї дрібнозернистий бетон, іноді шляхом торкретування.

Якщо через нестачу місця неможливо виконати залізобетонну оболонку, а несуча здатність оболонки за системою Рабиця за своїми статичними характеристиками недостатня, тоді підсилення домагаються накладкою по кутах сталевих куточків на цементному розчині з подальшою стяжкою їх хомутами зі смугової сталі.

Методи підсилення кам'яних конструкцій вугле- та склопластиками.

Традиційні способи підсилення цегляних стін за допомогою залізобетонних, армоцегельних або сталевих обойм мають ряд недоліків. Найбільш суттєвим є значна маса самих систем підсилення, навантаження яких передається на нижчележачі конструкції і фундаменти. Інші недоліки включають зменшення внутрішніх розмірів приміщень, відносно високу матеріаломісткість та тривалі терміни виконання робіт з підсилення.

У зарубіжній практиці до теперішнього часу значного поширення в ремонті і підсиленні конструкцій отримали полімерні композиційні матеріали (ПКМ) зі скляних чи вуглецевих волокон на епоксидній основі, тобто. склопластики та вуглепластики. Застосування цих матеріалів дозволяє подолати всі ці проблеми, оскільки ці матеріали мають високу міцність при невеликій власній вазі, практично не схильні до корозії і тому довговічні. Виконання робіт з підсилення значно прискорюється через компактність і легкість самої системи підсилення. У багатьох

випадках роботи можуть проводитись без зупинки виробництва. З огляду на це підсилення з ПКМ ідеально підходить для споруд, що знаходяться в аварійному стані.

Причинами, що викликають потребу у посиленні неармованих кам'яних конструкцій, можуть бути помилки при проектуванні або перевантаженні, сильні вібрації, нерівномірна усадка, значні деформації в площині стін або їх витріщення при землетрусі. Значною перевагою застосування ПКМ у цьому випадку є мінімальне збільшення власної ваги та жорсткості конструкції, тому не змінюються її динамічні характеристики. Пластики, армовані волокнами, для підсилення конструкцій зазвичай поставляються у вигляді тканин або ламінатів.

Ламінати

Ламінати набули найбільшого поширення для підсилення кам'яних конструкцій. Вони є повністю готові до застосування багат шарові ПКМ, властивості яких (товщина, ширина, відсоток вмісту армуючого волокна) визначені виробником. Дослідження, проведені за кордоном, показали, що руйнівне навантаження посиленних ламінатами стін, навантажених у своїй площині, значно збільшується.

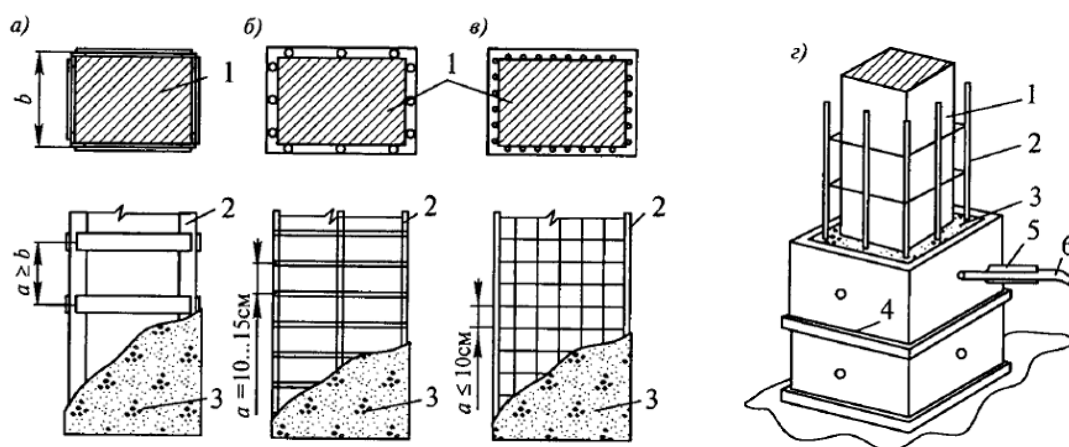
Крім того, характер руйнування стає пластичнішим. Експериментальні дослідження роботи кам'яних стін, навантажених з площини, також продемонстрували міцність, що сильно збільшилася при вигині. З цих даних випливає, що рішення на основі ПКМ можуть бути успішно застосовані не тільки для підсилення сейсмічного опору стін, але і для підсилення на дію вибухового навантаження.

Наприклад, переважна більшість дослідів проводилося на статично визначних моделях стін. Досліди які були проведені на майданчику, дозволили

зробити висновки про необхідність ретельного деталювання системи підсилення та контролю якості приклеювання, інакше руйнація відбувається на межі між новим і старим матеріалом або по найслабшому елементу конструкції, що підсилюється, що не дозволяє повністю включити в роботу саму систему підсилення.

Підсилення цегляної кладки колон

Для підсилення застосовні традиційні технології, засновані на використанні металевих та залізобетонних обойм та каркасів, ін'єктування в тіло кладки полімерцементних та інших суспензій. Кам'яна кладка добре працює на стискаючі зусилля, тому найбільш ефективним способом її підсилення є обойма. В обоймі кладка працює в умовах всебічного стиснення, в результаті збільшується опір поздовжній силі і значно зменшуються поперечні деформації.



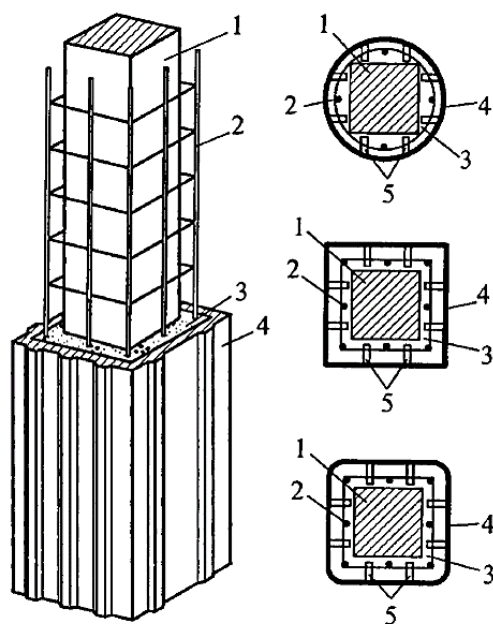
(а), армокаркасами (б), сітками (в) та залізобетонними обоймами (г): 1 - конструкція, що посилюється; 2 - елементи підсилення; 3 - захисний шар; 4 - щитова опалубка з хомутами кріплення; 5 - ін'єктор; 6 - шланг

Рисунок 3.9 - Підсилення колон сталевією обоймою

При встановленні сталевією обойми її включення в роботу забезпечують ін'єктуванням розчину зазори між сталевими елементами і кладкою. Повна

монолітність конструкції буде досягнута шляхом оштукатурювання високоміцними цементно-піщаними розчинами з добавкою пластифікаторів для більшої адгезії кладки та металоконструкцій. При влаштуванні залізобетонної сорочки та товщині обойми до 4 см застосовні методи торкретування та пневмобетонування, остаточне оздоблення посиленої конструкції - влаштування штукатурного шару.

Залізобетонні обойми можна влаштовувати в незнімній опалубці, причому зовнішні поверхні можуть мати різну фактуру, в тому числі і гладку.



1 - конструкція, що посилюється; 2 - армокаркас; 3 - бетон омонолічування; 4 - елементи облицювання; 5 - виступаючі анкери

Рисунок 3.10- Підсилення стовпів з використанням опалубки-облицювання

3.2.2 Підсилення конструкцій балок

Залізобетонні елементи конструкцій, такі як балки можуть бути посилені на вигин за допомогою композитних FRP-матеріалів, приклеєних епоксидним клеєм

в зонах їх розтягування, волокна яких спрямовані паралельно до високих розтягуючих напружень.

При цьому влаштування поперечних бондажів з трьох сторін балки збільшує несучу здатність поперечної арматури.



Рисунок 3.11- Підсилення балок за допомогою вуглепластиків

Напруги у FRP-матеріалами визначаються за такими залежностями:

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{ci1} E_f}{1 - \frac{\omega}{\xi_f}} \left(\frac{\omega}{\xi_f} - 1 \right) - \varepsilon_{ci} E_f$$

$$\varepsilon_{ci} = -\varepsilon'_e \frac{h-x}{x}$$

ε_{ci} - деформація волокон бетону.

ε'_e - початкова деформація крайнього стисненого волокна бетону

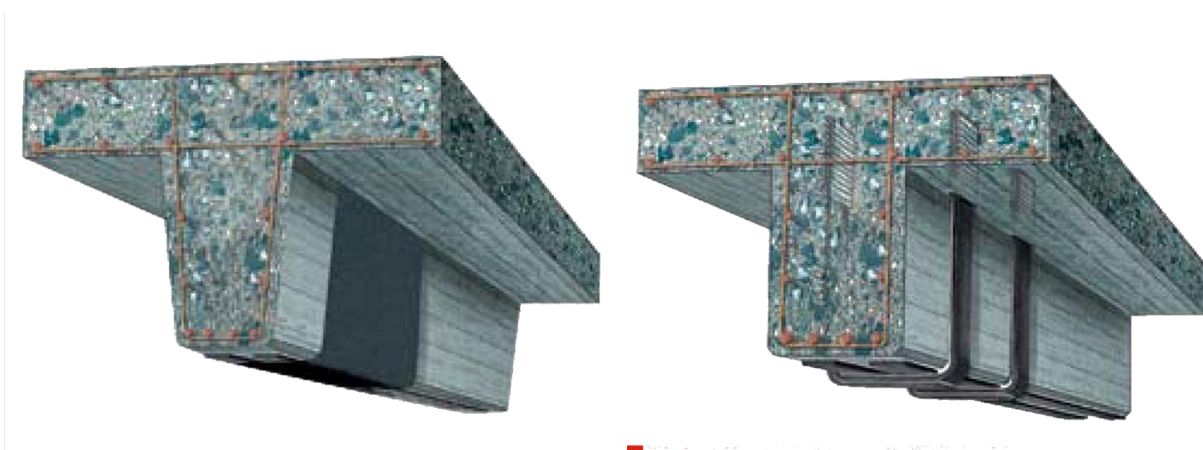


Рисунок 3.12- Підсилення балок композитними матеріалами

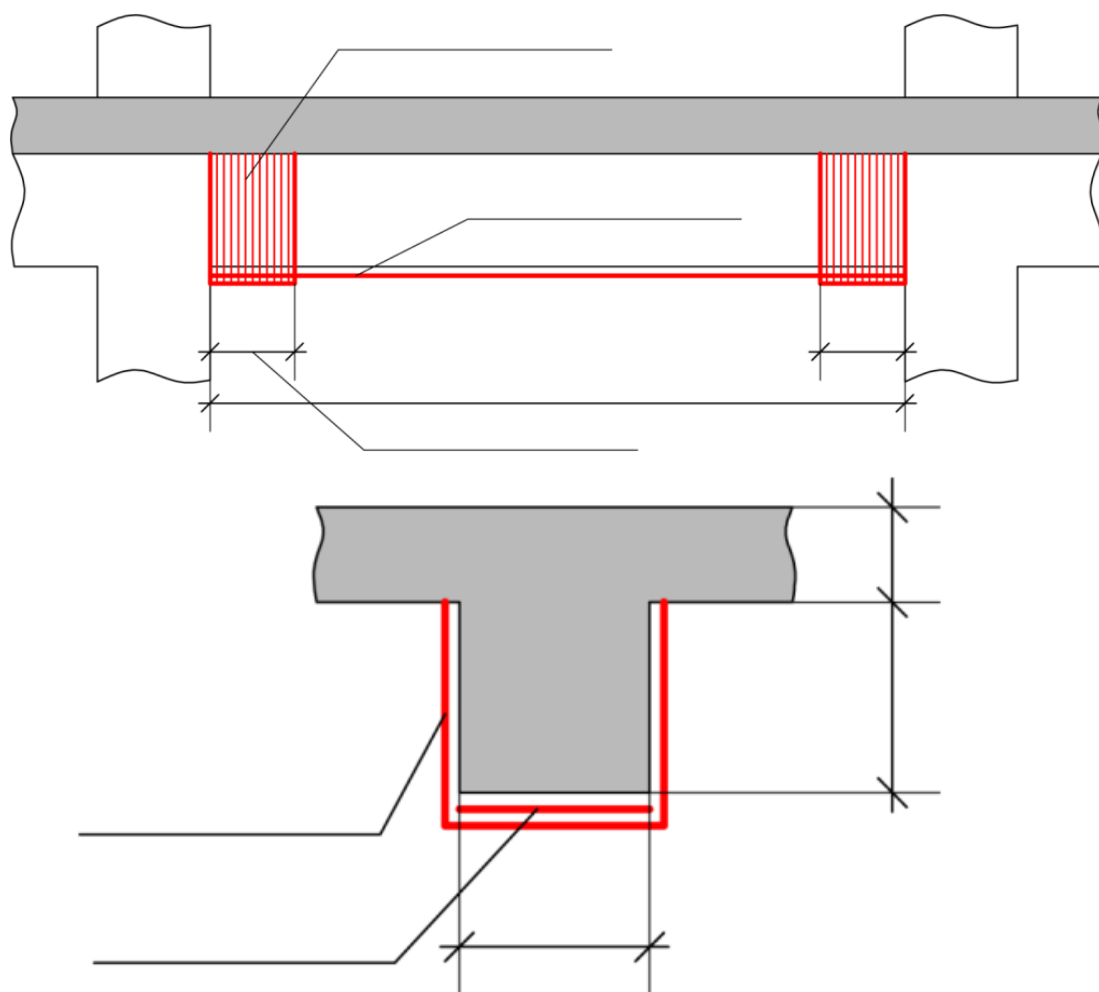


Рисунок 3.13 -Схема розташування анкерів

3.2.3 Підсилення конструкцій плит перекриттів

Необхідність підсилення перекриттів, так само як підсилення стін і підсилення несучих конструкцій, може бути викликана зміною призначення приміщень або переплануванням приміщень.

При посиленні плит перекриття виконують комплекс різних заходів, вкладених у відновлення несучої можливості перекриттів чи його окремих елементів. При посиленні перекриття зменшують навантаження на нього, забезпечуючи надійність на час проведення робіт, збільшують площу поперечного перерізу несучих елементів або змінюють конструктивну схему роботи перекриттів.

Підсилення перекриттів є різновидом підсилення елементів, що згинаються. Дуже ефективним є рішення підсилення вуглепластиками, оскільки дозволяє зберігати об'ємно-планувальне рішення приміщень. Збільшення міцності можливе до 2,5 разів у порівнянні з вихідним навантаженням.

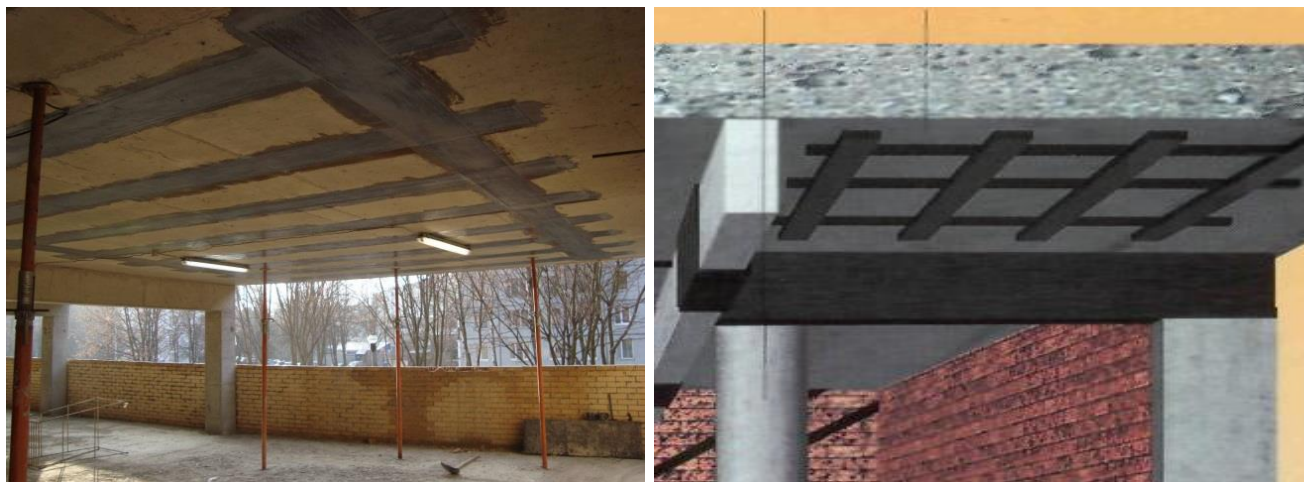


Рисунок 3.12- Підсилення перекриттів вуглепластиками

3.2.4 Підсилення конструкцій фундаментів

Посилення жорстких фундаментів може здійснюватися шляхом збільшення їх подошви або за допомогою паль різного типу.

При проектуванні посилення необхідно максимально використовувати існуючий фундамент, забезпечивши його спільну роботу з елементами посилення.

Несучу здатність фундаментів реконструйованого об'єкта визначають з урахуванням фактичних міцнісних і деформативних характеристик матеріалу фундаменту і ґрунтів основи, а при пальових фундаментах використовують також результати польових випробувань (зондування, статичні випробування та ін.).

Збільшення розмірів подошви фундаментів необхідне при зростанні навантажень, недостатньої несучої здатності ґрунтів основи, а також при суттєвому пошкодженні фундаментів у процесі експлуатації. Ефективними засобами збільшення подошви фундаментів є залізобетонні «сорочки», нарощування, часткове або повне підведення нових фундаментів.

Залізобетонна «сорочка» є монолітною оболонкою, яка охоплює існуючий фундамент з усіх боків. Арматура оболонки утворює просторовий каркас, і для забезпечення спільної роботи старого фундаменту з конструкцією посилення обов'язково стикується на зварюванні з попередньо оголеною арматурою фундаменту, що посилюється. Робочу арматуру «сорочки» встановлюють уздовж граней фундаменту, що посилюється (рис. 3.13).

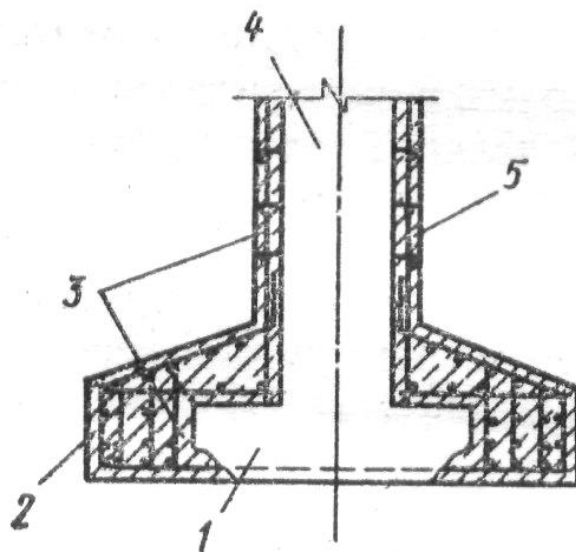
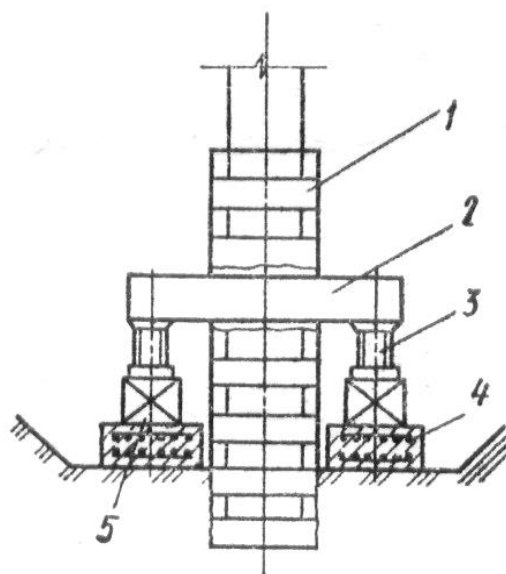


Рисунок 3.13 Посилення фундаментів залізобетонною «сорочкою»:



1 - підсилюється фундамент; 2 - залізобетонна "сорочка"; 3 - арматура посилення; 4 - колона, що посилюється; 5 - обійма колони

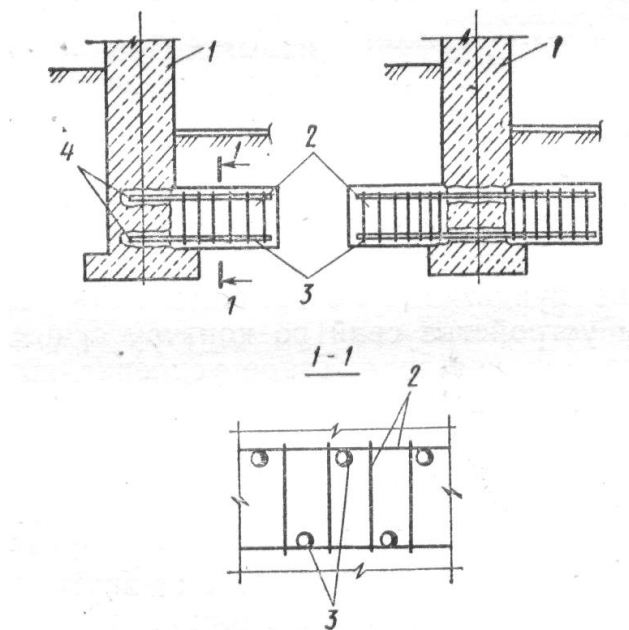
Рисунок 3.14 Посилення стрічкового фундаменту підведенням

При пошкодженні фундаментів у процесі експлуатації для відновлення його несучої здатності влаштовують конструктивну «сорочку», розміри якої приймають залежно від діаметра арматури, величини захисного шару, а також від технологічної можливості укладання бетону в тіло «сорочки».

Якщо, крім посилення фундаментів потрібно також посилення колони, то бетонування обійми для колони і «сорочки» слід виконувати одночасно. Якщо колона не вимагає посилення, «сорочка» фундаменту заводять вище нижньої частини колони на величину не менше великої сторони колони і не менше п'яти товщин «сорочки».

При посиленні фундаменту нарощування збільшення його підшви здійснюється з однієї, двох або трьох сторін. При нарощуванні, так само як і при влаштуванні «сорочок», необхідно забезпечувати стикування на зварюванні оголеної арматури старого фундаменту з новою арматурою посилення.

Одним з варіантів нарощування є передача частини навантаження з існуючого фундаменту на окремі плити за допомогою металевих або залізобетонних балок, пропущених через отвори в фундаменті, що посилюється (рис. 3.15). У цьому випадку опорні плити попередньо обтискаються за допомогою домкратів або гравітаційним навантаженням до розрахункового. Стрічкові неармовані фундаменти можуть нарощуватися за допомогою арматури, заанкерованої в тіло фундаменту та бетонованої на розрахункову ширину підсилення (рис. 3.15).



1 - підсилюється фундамент; 2 - арматурний каркас нарощування; 3 - металеві труби; 4 - шпури

Рисунок 3.16 Посилення стрічкових фундаментів нарощуванням

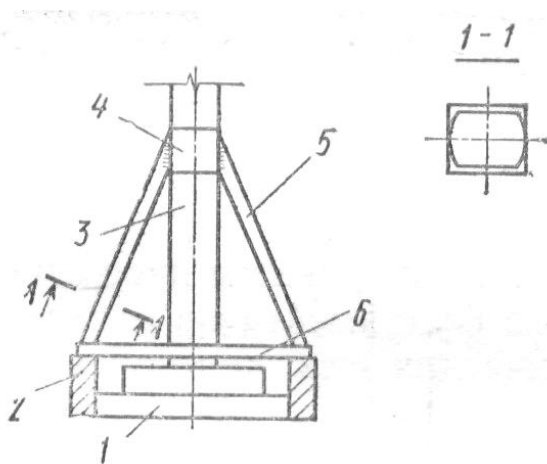
Підведення нових частин фундаменту може здійснюватися поруч із існуючим (рис. 3.16). В цьому випадку навантаження від несучого елемента передається на фундамент посилення через підкоси та металеву (желе-зобетонну) обойму. Влаштування нового фундаменту під існуючим виконується з частковим або повним розвантаженням існуючого фундаменту на локальних невеликих по ширині ділянках. Причому це підведення може бути суцільним або частковим. При підведенні нових фундаментів слід забезпечити щільне прилягання підшови існуючого фундаменту з новим. При підведенні під стрічкові фундаменти конструкції посилення рекомендується розміщувати на прямих ділянках з максимальними навантаженнями, оскільки підведення нових фундаментів у кутах та перетинах викликає серйозні труднощі.

Посилення фундаментів за допомогою паль здійснюється шляхом влаштування паль за контуром існуючого фундаменту або під ним. Таке посилення

застосовується при значних і нерівномірних опадів ґрунтів основи, при істотному збільшенні навантажень на фундаменти, для підвищення стійкості підстави у разі докладання до фундаментів значних горизонтальних сил і т. д.

Вибір конструкції паль залежить від внутрішніх габаритів реконструйованої будівлі або споруди, характеру діючих навантажень, конструкцій фундаменту, що підсилюється, наявності відповідного обладнання для виробництва палевих робіт.

Цілісні збірні залізобетонні палі можуть застосовуватися, коли габарити цеху дозволяють розмістити великогабаритну палубійну техніку і коли динамічні навантаження при забиванні паль не призводять до пошкоджень навколишніх конструкцій. За наявності поблизу зони забивання паль несучих конструкцій, нездатних витримати значні динамічні навантаження, можливо здійснити вдавлювання цілісних паль у ґрунт за допомогою гідродомкратів.

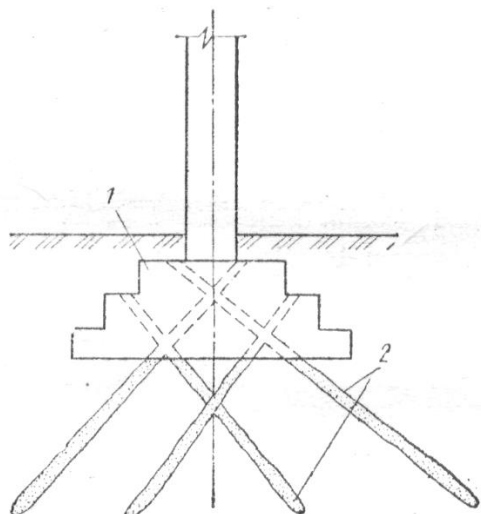


1 - підсилюється фундамент; 2 - додаткові фундаменти; 3 - колонка; 4 - металева обойма; 5 - металеві підкоси; 6 - елемент посилення

Рисунок 3.17 Посилення фундаментів підведенням

При передачі на фундамент додаткових горизонтальних і вертикальних навантажень ефективні буроін'єкційні (коренеподібні) палі, які можуть

просвердлюватися через існуючий фундамент, який використовується в цьому випадку як ростверк (рис. 3.18).



1 - підсилюється фундамент; 2 - коренеподібні палі

Рисунок 3.18 Посилення фундаменту за допомогою коренеподібних паль

3.3 Моделювання роботи підсилених конструкцій

3.3.1 Моделювання роботи фундаментів

Для моделювання роботи стрічкових фундаментів створено скінченно-елементу (СЕ) модель (Рис.3.19-3.20). Моделювання виконувалось у вітчизняному програмному комплексі ПК«ЛІРА».

Остаточний вибір ПК «ЛІРА» зумовлений наявністю інтуїтивно-зрозумілого інтерфейсу українською мовою, можливість швидко створювати розрахункові моделі без втрати якості розрахунку.

Геометричні параметри та властивості матеріалів аналогічні тим, що приймалися у розділі 2 цієї роботи. Основний матеріал фундаменту- залізобетон представлений у лінійній постановці, ширина фундаменту відповідає реальній

конструкції, виявленій при обстеженні. Довжина розрахункової моделі аналогічна тій, що прийнята в розрахунках у розділі 2 та становить 1 м.

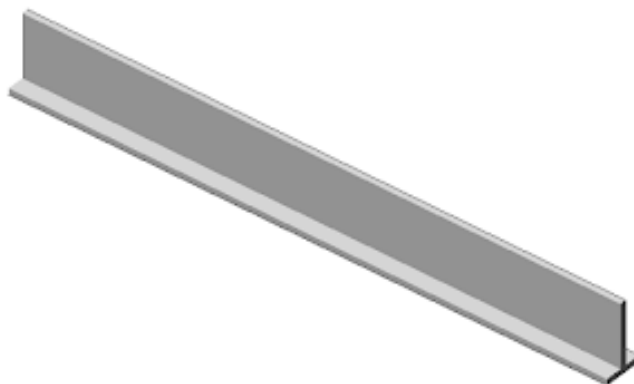


Рисунок 3.19 3D модель фрагменту стрічкового фундаменту

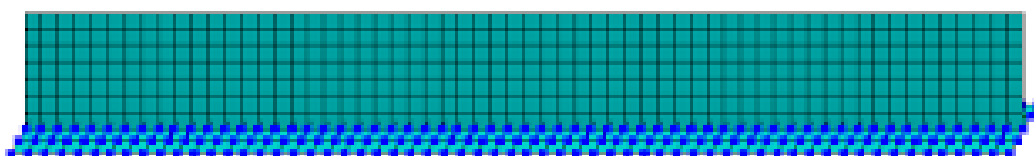


Рисунок 3.20 Скінченноелементна модель фрагменту стрічкового фундаменту

Навантаження на обріз фундаменту прийняте рівномірно-розподіленим з величиною в $Q = 450$ кН/м, що відповідає встановленій при обстеженні величині. Схема прикладання наведена на рис. 3.21.

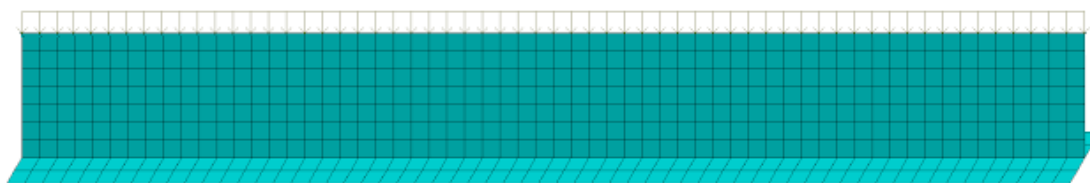


Рисунок 3.21 Схема прикладання навантажень до фрагменту стрічкового фундаменту

В результаті обчислень отримано значення необхідної площі армування, при заданій ширині (Рис. 3.22).

Встановлено, що вирахувану площу армування конструктивно неможливо влаштувати в існуючій фундаментній конструкції. Оскільки площа арматури достатньо велика при заданій ширині фундаментної подушки та зумовить значне підвищення трудомісткості.

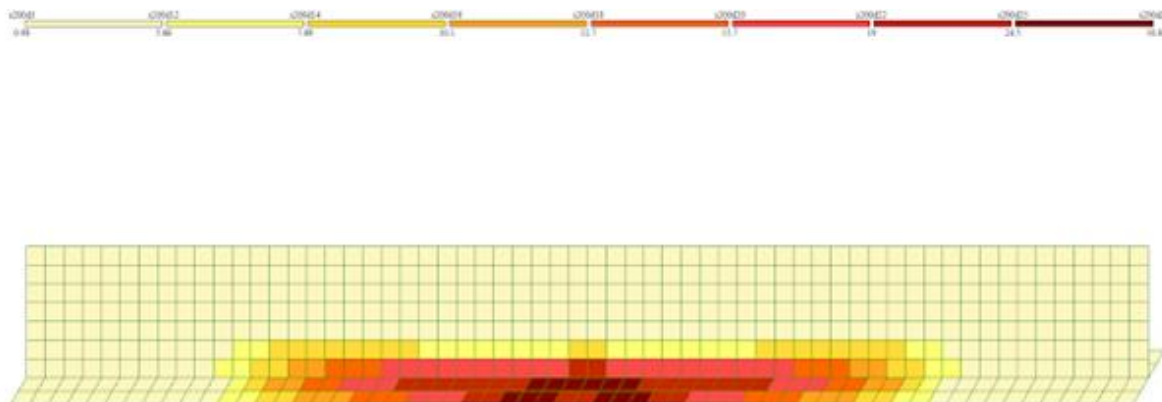


Рисунок 3.22 Схема розподілу армування у фрагменті непідсиленого стрічкового фундаменту

Тому, доцільно провести обчислення при збільшеній ширині.

Результати розрахунку наведено на рис. 3.22. Виявлено, що при збільшенні ширини, площа армування дозволяє провести підсилення стрічкових фундаментів без значного збільшення трудомісткості, у порівнянні із вихідними розмірами фундаментної конструкції.

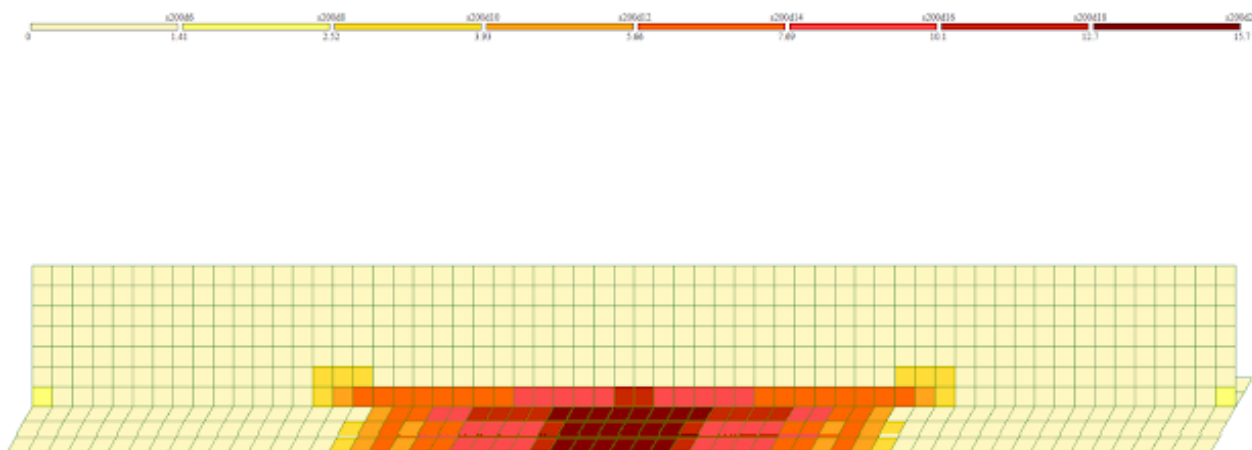


Рисунок 3.23 Схема розподілу армування у фрагменті підсиленого стрічкового фундаменту

3.3.2 Моделювання роботи колони

На відміну від моделювання фундаментів, дослідження підсиленої колони проводили у зарубіжному прикладному пакеті ANSYS.

Оскільки наявні засоби моделювання та відображення в ПК «ЛІРА» не дають можливості наочно і ефективно продемонструвати отримані результати.

Геометричні параметри моделі та фізичні властивості матеріалів прийняті у відповідності до пункту 2 цієї роботи.

Діаграма деформування кладки наведена на рис. 3.24.

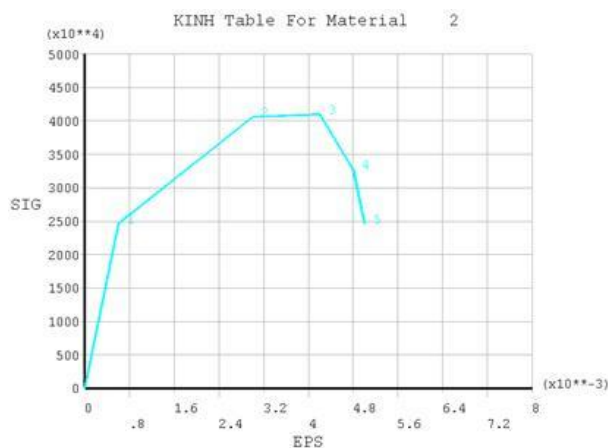


Рисунок 3.24 Діафрагма деформування кладки

Для створення скінченно-елементної моделі пошкодженої колони використано елемент типу SOLID185 (рис. 3.25). Він використовується для 3-D моделювання жорстких конструкцій. Визначається вісьмома вузлами, що мають три ступені свободи в кожному вузлі: переміщення у вузлових напрямках x , y та z . Елемент має пластичність, гіперпружність, жорсткість під напругою, повзучість, великий прогин і велику деформаційну здатність. Він також має можливість змішаного моделювання деформацій, майже нестисливих пружнопластичних матеріалів і повністю нестисливих гіперпружних матеріалів.

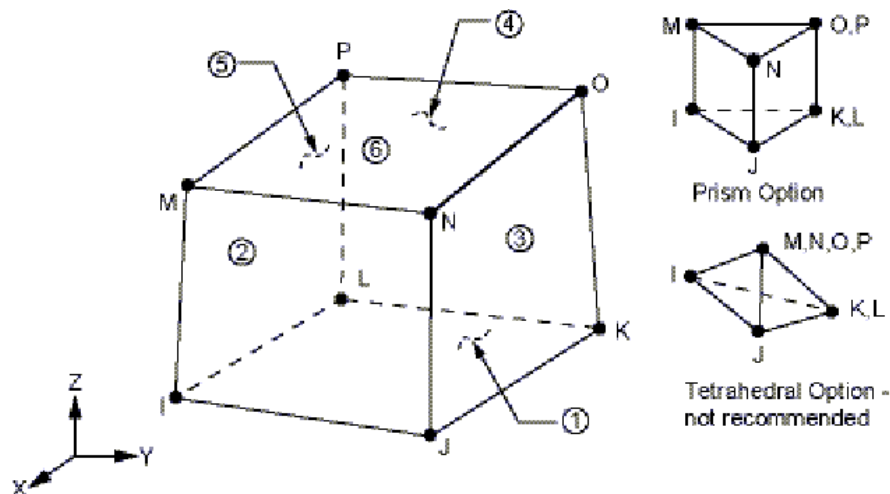


Рисунок 3.25 Елемент типу SOLID185

В результаті моделювання отримано скінченно-елементну модель колони (рис. 3.26). У фізичних властивостях матеріалу враховано зниження міцності, що відповідає реальному значенню виявленому при обстеженні.

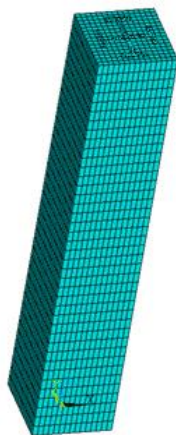


Рисунок 3.26 Скінченно-елементна модель колони, що потребує підсилення

В результаті обчислень визначено деформації колони, що потребує підсилення (рис. 3.27) та місця утворення тріщин (рис. 3.28).

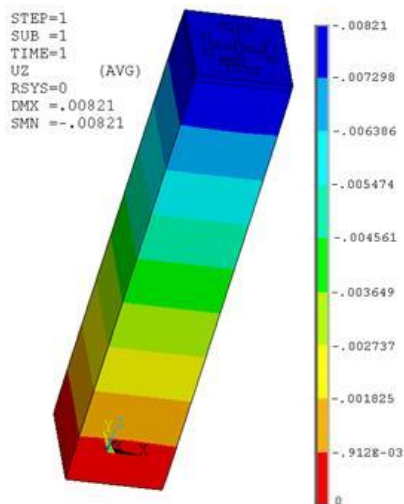


Рисунок 3.27 Розрахункові значення деформацій колони, що потребує підсилення

Варто зазначити, що деформативність колони не перевищує допустимих значень. Однак наявність цілого поля тріщин, що зумовлять подальше викришування матеріалу і як наслідок різку втрату несучої здатності та подальше руйнування.

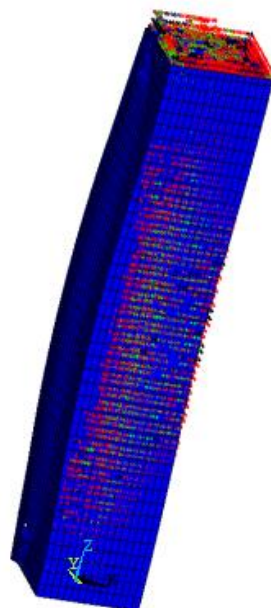


Рисунок 3.28 Схема утворення тріщин в колоні, що потребує підсилення

Для подовження терміну експлуатації колони та підвищення несучої здатності обрано метод підсилення колони – взяття у металеву обойму з кутників та наступне торкретування бетоном. Таким чином, застосувавши металеві елементи підвищиться несуча здатність. Використовуючи покриття торкрет-бетоном вдасться закрити наявні тріщини, створити захисний шар для металевіт обойми, що в свою чергу позитивно відобразиться на терміні експлуатації та несучій здатності колони.

Скінченно- елементну модель колони із підсиленням неведено на рис 3.29. (Червоним кольором на рисунку відображено шар торкрет-бетону та металеву обойму із кутників. Для наочності пропорції не збережені)

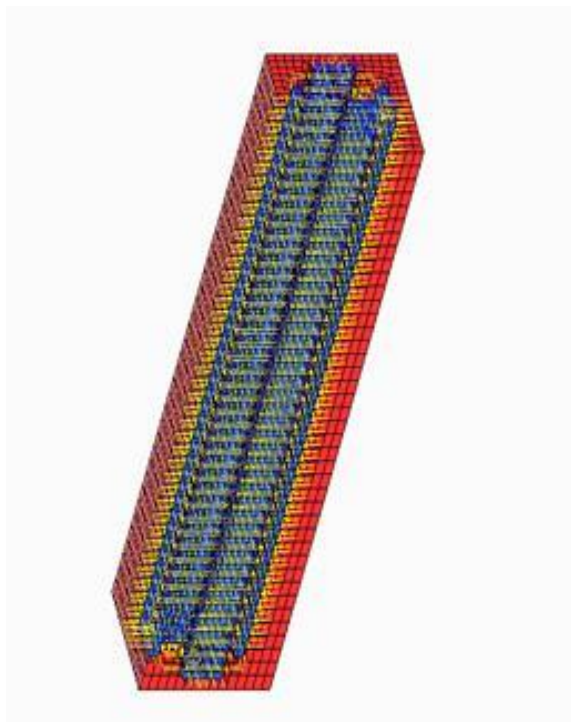


Рисунок 3.29 Механізм підсилення колони

В результаті проведених обчислень колони із підсилення, визначено місця утворення тріщин (рис. 3.30) та деформації (рис. 3.31).

Спостерігається значне зменшення розмірів тріщин та зон ураження. Тріщини локалізовані тільки в оголовку та в базі колони.

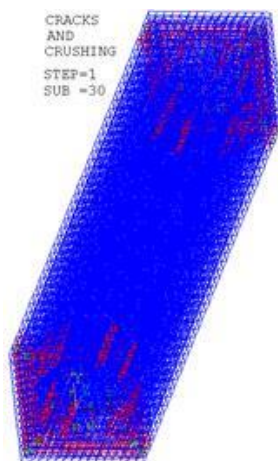


Рисунок 3.30 Тріщиноутворення в підсиленій колоні

Деформації колони із підсиленням також очікувано зменшились. Як зазначалось вище, вони і в непідсиленій колоні не перевищували критичних значень.

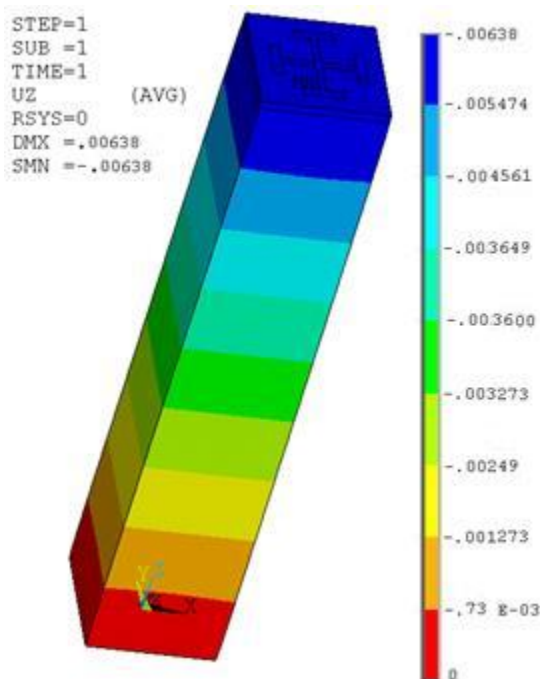


Рисунок 3.31 Деформації в підсиленій колоні

3.4 Висновки до розділу

В результаті проведених досліджень виявлено основні дефекти що виникають у промислових спорудах. Визначено основні способи підсилення фундаментних конструкцій, колон, балок та плит перекритті.

З використанням скінченно-елементних програмних комплексів створено моделі досліджено стрічкового фундаменту та колони без підсилення та з ним.

У фундаментних конструкціях обчислено необхідну площу армування та аргументовано причину збільшення ширини фундаментної подушки.

У колоні досліджено деформативність та тріщиноутворення в непідсиленій колоні. Запропоновано підсилення колони – шляхом взяття у металеву обойму з наступним торкретуванням.

В підсиленій колоні визначено місця тріщиноутворення та обчислено деформації. Встановлено, що завдяки підсиленню локалізовано поширення тріщин та зменшено деформативність.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Основні положення щодо охорони праці

Охорона праці – це зведення законодавчих актів і правил, відповідних їм гігієнічних, організаційних, технічних та соціально-економічних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатність людини в процесі праці.

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

Вирішення питань про охорону праці та здоров'я трудящих на будівельному майданчику є найважливішим завданням. При вирішенні завдань необхідно чітко представляти сутність процесів і відшукати способи (найбільш підходящі до кожного конкретного випадку), що усувають вплив на організм шкідливих і небезпечних факторів і унеможливають травматизм і професійні захворювання.

4.1.1 Інженерні рішення з охорони праці

Проектом передбачені інженерні рішення з техніки безпеки будівельно-монтажних та супутніх допоміжних робіт.

При виробництві будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись вимог[6]. Чинна система охорони праці (трудова законодавство, виробнича санітарія та техніка безпеки) забезпечує належні умови праці робітникам-будівельникам, підвищення культури виробництва, безпеку робіт та їх полегшення, що сприяє підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних

умов праці у будівництві тісно пов'язане з технологією та організацією виробництва.

Відповідальність за безпеку робіт покладено у законодавчому порядку на технічних керівників будівель – головних інженерів та інженерів з охорони праці, виробників робіт та будівельних майстрів. Керівники будівництва зобов'язані організувати планування заходів з охорони праці та протипожежної техніки та забезпечити проведення цих заходів у встановлені терміни.

Поліпшення організації виробництва, створення на будівельному майданчику умов праці, що усувають виробничий травматизм, професійні захворювання та забезпечують нормальні санітарно-побутові умови – одне з найважливіших завдань, від успішного вирішення якого залежить подальше підвищення продуктивності праці на забудовах.

До обов'язків адміністрації будівельних організацій з охорони праці входять:

- дотримання правил охорони праці, здійснення заходів з техніки безпеки та виробничої санітарії;
- розробка перспективних планів та угод колективних договорів щодо покращення та оздоровлення умов праці;
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту;
- проведення інструктажів та навчання робочих правил техніки безпеки;
- організація пропаганди безпечних методів праці, забезпечення будівельних об'єктів плакатами, запобіжними написами тощо;
- організація навчання та щорічної перевірки знань, правил та норм охорони праці інженерно-технічного персоналу;

- проведення медичних оглядів осіб, зайнятих на роботах із підвищеною небезпекою та шкідливими умовами;
- розслідування всіх нещасних випадків та профзахворювань, що сталися на виробництві, а також їх облік та аналіз;
- ведення документації та перевірка встановленої звітності з охорони праці;
- видання наказів та розпоряджень з питань охорони праці.

Загальне керівництво робіт з техніки безпеки та виробничої санітарії, а також відповідальність за її стан покладається на керівників (начальників та головних інженерів) будівельних організацій.

4.1.2 Огородження території

Територія будівельного майданчика має бути виділена на території огорожами:

- захисно-охоронними, призначеними для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянки з небезпечними та шкідливими виробничими факторами та забезпечення збереження матеріальних цінностей;
- захисними, призначеними лише запобігання доступу сторонніх осіб у ділянки з небезпечними виробничими чинниками;
- сигнальними, призначеними для попередження про межі територій та ділянок з небезпечними та шкідливими виробничими факторами.

Панелі огорож повинні бути прямокутними зі стандартною довжиною $L=1,2; 1,6; 2,0$ м. Відстань між суміжними елементами огороження заповнення полотна панелей має бути 80...100 мм. Відстань між стійками сигнальних огорож не більше 6м.

4.1.3 Визначення небезпечних зон на будівельному майданчику

При організації будівельного майданчика, розміщення ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин, транспортних засобів, проходів для людей слід встановити небезпечні для людей зони, у яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори.

Згідно [6] до зон небезпечних виробничих факторів відносяться зони:

- у смузі шириною до 2-х метрів по периметру від не захищених перепадів за висотою на 1,3 м і більше;
- у місцях переміщення машин та обладнання або їх робочих органів та відкритих частин, що рухаються або обертаються;
- у місцях, над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідіймальними кранами;
- поблизу від відкритих неізолюваних струмопровідних частин електроустановок та ЛЕП;
- у місцях, де рівні шуму, вібрації чи забруднення повітря робочої зони перевищують гігієнічні норми:

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів відносяться:

- монтажні зони - ділянки території поблизу будівлі або споруди, що будується;
- поверхи (яруси) будівель та споруд в одній захватці, над якими відбувається монтаж (демонтаж) конструкцій або обладнання.

4.1.4 Організація безпечних умов праці земляних робіт

Для забезпечення безпечних умов виконання земляних робіт необхідно дотримуватися наступних основних умов безпечного виконання робіт:

- Земляні роботи у зоні розташування діючих підземних комунікацій можуть проводитися лише з письмового дозволу організацій, відповідальних їх експлуатацію.
- Технічний стан землерийних машин повинен регулярно перевірятись із своєчасним усуненням виявлених несправностей. Екскаватор під час роботи необхідно розташовувати на спланованому місці.
- Під час роботи екскаватора забороняється перебування людей у межах призми обвалення та в зоні розвороту стріли екскаватора.
- Завантаження автомобілів екскаватором проводиться так, щоб ківш подавався збоку або ззаду кузова, а не через кабіну водія. Пересування екскаватора із завантаженим ковшем забороняється.

4.1.5 Організація безпечних умов праці бетонних робіт

Для забезпечення безпечних умов виконання бетонних робіт необхідно дотримуватися таких основних умов безпечного виконання робіт:

- опалубку, що застосовується для зведення монолітних залізобетонних конструкцій, необхідно виготовляти та застосовувати відповідно до проекту виконання робіт, затвердженого у відповідному порядку.
- При встановленні елементів опалубки на кілька ярусів кожен наступний ярус слідує встановлювати лише після закріплення нижнього ярусу.

- При виробництві опалубних, арматурних, бетонних та розпалубних робіт необхідно стежити за кріпленням лісів та риштування, їх стійкістю, правильним улаштуванням настилів, сходів, поручнів та огорож.
- Щитову опалубку колон, ригелів, перекриттів і стін з пересувних драбин допускається встановлювати при висоті над рівнем землі або нижчим перекриттям не більше 5,5 м.
- Працювати на висоті від 5,5 до 8 м дозволяється тільки з пересувних риштування, що мають нагорі майданчик з огорожами.
- При зведенні залізобетонних стін для безпечної роботи будівельників-опалубників з обох боків необхідно встановити настили з огорожами через кожні 1,8 м за висотою.
- Стан зібраних панелей та блоків опалубки, робочих настилів, навісних майданчиків та сходів на захватках щодня перед початком робіт перевіряє особа, відповідальна за виконання робіт та робить відповідну запис у журналі охорони праці та протипожежної охорони.
- Усі робочі настили та перехідні сходи мають бути надійно закріплені відповідно до проекту.
- Роботи на незакріплених підмостках суворо заборонені.
- До монтажу не допускається опалубка з несправними замками, петлями, захватами, великими люфтами у шарнірах та замках. Виявлені несправності слід усувати негайно.
- До початку монтажу опалубки міцність нижчих несучих монолітних конструкцій повинна бути не нижче 70% проектної.
- Всі прорізи повинні бути закриті інвентарними щитами або захищені.

- До початку монтажу опалубки необхідно перевірити надійність з'єднання елементів опалубки, що входять до складу вузла, що піднімається, переконатися у відсутності незакріплених предметів на елемент опалубки, що переноситься.
- Підйом та переміщення до місця встановлення елементів опалубки необхідно виконувати плавно, без обертання, коригування положення елемента виконувати на відтяжки.
- Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, що виключає видимість у межах фронту робіт.
- Роботи з переміщення та встановлення вертикальних панелей та подібних до них конструкцій з великою вітрильністю слід припиняти при швидкості вітру 10 м/с і більше.
- Розстроювання елементів опалубки проводити тільки після належного їх закріплення або установки, що виключає мимовільне переміщення.
- Панелі та блоки піднімати лише після їх повного звільнення від кріпильних елементів та відриву від бетону. Окремі панелі, крім підкосів, повинні зміцнюватися ланцюговими відтяжками для запобігання перекиданню.
- Особливу увагу звернути на стропування та підйом блоків опалубки. Щоб уникнути заклинювання блоку при вилученні його з комірки, блок при підйомі має бути строго вертикальним.
- Робочі місця мають бути огорожені інвентарними огорожами.
- В разі відсутності огорожі робітники повинні користуватися запобіжними поясами. Місця прикріплення поясів вказуються виробником робіт та яскраво забарвлюються.
- При монтажі під елементами опалубки заборонено.

- Під час грози та при вітрі силою 6 балів і більше (тобто при швидкості вітру понад 9,9 м/с) виконувати бетонні та залізобетонні роботи із зовнішніх лісів забороняється.

- Арматурні вироби слід переміщувати та встановлювати лише у рукавицях.

- Армовані ділянки, які можуть бути під струмом, необхідно заземлити. Не дозволяється залишати без закріплення встановлену арматуру.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Розрахунок забезпечення безпечної евакуації людей

Розрахунковий час евакуації людей з приміщень та будівель встановлюють з розрахунку часу руху одного чи кількох людських потоків через евакуаційні виходи від найвіддаленіших місць розміщення людей.

При розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на ділянки.

При визначенні розрахункового часу довжина та ширина кожної ділянки шляху евакуації приймається за проектом.

Розрахунковий час евакуації людей визначається як сума часу руху людського потоку по окремих ділянках шляху: $t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_i$

Вихідні дані:

Площа залу = 316,18 м²

Об'єм залу = 1458 м³

Розрахунок часу руху людського потоку по I ділянці.

Щільність людського потоку першому ділянці:

$$D_1 = N_1 f / l_1 s = 12,1 \cdot 0,125 / 9,5 \cdot 1,5 = 0,09 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

де N_1 – кількість людей на першій ділянці, які перебувають у торговому залі, слід визначати виходячи з площі торгової зали на одну особу – 2 ,5м²);

f – середня площа горизонтальної проекції людини;

l, s – ширина та довжина розрахункової ділянки,

$t_1 = l_1 / v_1 = 9,5 / 80 = 0,12$ хв, де v_1 – швидкість руху людського потоку горизонтальним шляхом першої ділянки.

Розрахунок часу руху людського потоку по II ділянці.

При злитті на початку ділянки двох і більше людських потоків інтенсивність руху людей дорівнює:

$$q_2 = \sum q_{i-1} s_{i-1} / s_i = (7+7) \cdot 1,5/2,5 = 8,4 \text{ м/хв}$$

$$v = 80 \text{ м/хв}$$

$$t_2 = l_2/v_2 = 2,4/80 = 0,03 \text{ хв}$$

Розрахунок часу руху людського потоку на III ділянці.

$$q_3 = \sum q_{i-1} s_{i-1} / s_i = (8,4+7) \cdot 1,5/2,5 = 9,24 \text{ м/хв}$$

$$v = 75 \text{ м/хв}$$

$$t_3 = l_3/v_3 = 2,4/75 = 0,032 \text{ хв}$$

Розрахунок часу руху людського потоку по IV ділянці.

$$q_4 = \sum q_{i-1} s_{i-1} / s_i = (9,24+7) \cdot 1,5/2,5 = 9,74 \text{ м/хв}$$

$$v = 72 \text{ м/хв}, t_4 = l_4/v_4 = 2,4/72 = 0,033 \text{ хв}$$

Розрахунок часу руху людського потоку за V ділянкою.

$$q_5 = \sum q_{i-1} s_{i-1} / s_i = (9,74+7) \cdot 1,5/2,5 = 10,044 \text{ м/хв}$$

$$v = 70 \text{ м/хв}$$

$$t_5 = l_5/v_5 = 2,4/70 = 0,034 \text{ хв}$$

Розрахунок часу руху людського потоку по VI ділянці.

$$q_6 = \sum q_{i-1} s_{i-1} / s_i = (10,044+7) \cdot 1,5/2,5 = 10,22 \text{ м/хв}$$

$$v = 68 \text{ м/хв}$$

$$t_6 = l_6/v_6 = 2,4/70 = 0,035 \text{ хв}$$

Розрахунок часу руху людського потоку VII ділянці.

$$q_7 = \sum q_{i-1} s_{i-1} / s_i = (10,044+7+5) \cdot 1,5/2,5 = 13,32 \text{ м/хв}$$

$$v = 56 \text{ м/хв}$$

$$t_7 = l_7/v_7 = 16/56 = 0,29 \text{ хв}$$

Розрахунок часу руху людського потоку по VIII ділянці.

$$q_8 = q_{i-1} s_{i-1} / s_i = 13,32 \cdot 2,5 / 1,5 = 22,2 \text{ м/хв}$$

$$v = 15 \text{ м/хв}$$

$$t_8 = l_8/v_8 = 12,7/15 = 0,84 \text{ хв}$$

Загальний розрахунковий час:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 = 0,12 + 0,03 + 0,032 + 0,033 + 0,034 + 0,035 + 0,29 + 0,84 = 1,41$$

6 хв

Потрібен час евакуації при об'ємі приміщення до $5000\text{м}^3 = 1,5$ хв.

$1,416 \text{ хв} < 1,5 \text{ хв}$.

Розрахунковий час евакуації відповідає вимогам.

4.2.2 Висновки за розділом

Проектом передбачені інженерні рішення з техніки безпеки будівельно-монтажних та супутніх допоміжних робіт. Виконання цих заходів дозволить усунути вплив на організм шкідливих та небезпечних факторів та виключить по можливості травматизм та виникнення професійних захворювань робітників на будівельному майданчику. Як заходи протипожежного захисту будівлі у проекті передбачені такі заходи: організовані евакуаційні шляхи, що дозволяють людям безпечно та в короткий термін залишити приміщення та будівлю загалом у разі виникнення пожежі; забезпечення проїздів та під'їздів пожежних автомобілів до будівель та гідрантів. Передбачено також низку заходів, спрямованих на забезпечення гасіння пожеж або сприяння гасіння. Будівля обладнана системою протипожежного захисту із встановленням датчиків. Усі заходи протипожежного захисту задовольняють вимогам чинних нормативних документів та дозволять звести до мінімуму ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій та їх можливі наслідки.

ВИСНОВОК

У цій випускній кваліфікаційній роботі розроблено проект реконструкції котельні в Тернополі.

В **«Архітектурно-будівельному розділі»** було визначено основні умови будівництва, встановлено реальний стан конструкцій будівлі. Розроблено основні конструктивні рішення, також по оповіщенню в разі виникнення нештатної ситуації під час експлуатації.

У **«Розрахунково-конструктивному розділі»** виконано:

- перевірку несучої здатності підсиленого згинального елемента
- підсилення фундаменту та обґрунтовано спосіб підсилення
- розрахунок підсилення цегляного простінка.

У **«Науково-дослідному розділі»** розроблено скінченно-елементну модель стрічкового фундаменту. Встановлено доцільність підсилення фундаменту. Також розроблено скінченно-елементну модель колони з підсиленням та без нього. Визначено вплив способу підсилення на декоративні характеристики та на поширення тріщин в стволі колони.

У розділі **«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розроблено заходи щодо дотримання техніки безпеки будівельних робіт. Розроблено заходи по захисту працівників 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.1.17-2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.
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, 2006.
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. Гладьо, 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. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Л. : Стройиздат, 1988. – 298с.

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

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

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

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

27. 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.
28. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.
29. 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.
30. Мельник І.В. Деформації зовнішньої композитної арматури при підсиленні залізобетонних балок / І.В. Мельник, А.Я. Мурин // Зб. наук. праць: механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. – 2009. - №8. – С. 235-241.
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. Мельник С.В. Дослідження несучої здатності похилих перерізів залізобетонних балок, підсилених наклеєними вуглепластиковими матеріалами / С.В. Мельник // Зб. наук. пр. Полтавського нац. тех. ун-ту ім. Ю.Кондратюка. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава, 2012. – Вип. 2(32), Том 1. – С.151–158.
33. Мельник С.В. Розрахунок міцності похилих перерізів залізобетонних балок, підсилених вуглепластиковими матеріалами при однократному навантаженні / С.В. Мельник // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2012. – Вип. 23 – С. 494 – 501.

34. 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.

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

36. Hud, Mykhailo, et al. "Study of the joint work of the foundations and the spatial tower under the action of dynamic loads." *Procedia Structural Integrity* 36 (2022): 87-91.

37. Ігнат'єва, Вікторія Борисівна, and Михайло Іванович Гудь. "Особливості роботи профільних виробів з композиційних матеріалів у будівельних конструкціях, розташованих в сейсмічних районах." *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика* 20 (2021): 19-25.

38. Kononchuk, O.; Iasnii, V.; Lutsyk, N. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. *Procedia Structural Integrity*, 2022, 36: 177-181.

39. Конончук, О. П. "Результати експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами." *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр.*–Рівне: НУВГП (2012): 479-486.