

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект сміттєпереробного заводу.

Виконала: студентка 4 курсу, групи МБзс-41
спеціальності

192. Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Бунт Г. Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Мельник Л. М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Качка О. І.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(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 Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Бунт Галині Богданівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт сміттєпереробного заводу

Керівник роботи Мельник Лілія Миколаївна, доктор економічних наук, професор кафедри БМ

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

Затверджені наказом ректора від «08» квітня 2026 року № 4/9-175.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Завдання на проєктування сміттєпереробного заводу в м. Новгород-Сіверський; технологічна
схема сортування

та часткової переробки ТПВ; кліматичні й інженерно-геологічні умови; прольоти 24 і 18 м, крок колон 12 м;
металевий каркас, огороження із сендвіч-панелей, монолітні фундаменти на природному ґрунті; чинні норми.

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

Розробити генеральний план, функціональну схему та архітектурно-будівельні рішення сміттєпереробного заводу.

Обґрунтувати об'ємно-планувальні й конструктивні рішення, склад приміщень АПК, оздоблення та пожежну безпеку.

Виконати теплотехнічний розрахунок огорожувальної стіни і покрівлі промислової будівлі.

Зібрати навантаження, розрахувати металевий каркас і сталеву кроквяну ферму та підібрати перерізи у SCAD++.

Оцінити інженерно-геологічні умови та розрахувати монолітний фундамент на природному ґрунті.

Розробити заходи з безпеки життєдіяльності, охорони праці й пожежної безпеки; сформулювати висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Генеральний план; роза вітрів; техніко-економічні показники ділянки.

Плани промислової будівлі та АПК; експлікації приміщень.

Фасади, характерні розрізи та схема функціонального процесу заводу.

Схема розташування елементів металевого каркаса; план покриття і зв'язків.

Робоче креслення сталевий кроквяної ферми прольотом 24 м; вузли та специфікації.

Розрахункові схеми SCAD++, схеми навантажень, епюри зусиль і результати підбору перерізів.

Інженерно-геологічний розріз і схема розташування фундаментів.

Опалубочне креслення та армування монолітного фундаменту; специфікації й відомості матеріалів.

Мультимедійна презентація — не менше 16 слайдів.

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Бунт Г. Б.

(прізвище та ініціали)

Мельник Л. М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Характеристика району та майданчика будівництва	8
1.2 Рішення генерального плану.....	8
1.3 Функціональний процес	11
1.4 Об'ємно-планувальне рішення.....	11
1.5 Конструктивні рішення	13
1.6 Розрахунок приміщень АПК.....	13
1.7 Теплотехнічний розрахунок.....	14
1.8 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	16
1.9 Пожежна безпека.....	16
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса	17
2.2 Розрахунок каркаса	17
2.2.1 Програмний комплекс для розрахунку каркаса.....	17
2.2.2 Вихідні дані для розрахунку ферми	17
2.2.3 Визначення матеріалу для конструкції ферми.....	18
2.2.4 Збір навантажень на ферму	18
2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі	24
2.3.1 Розрахунок сталевий кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів	24
РОЗДІЛ 3 ФУНДАМЕНТИ	28
3.1 Матеріали інженерно-будівельних вишукувань.....	28
3.2 Літологічна будова.....	28
3.3 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика	29
3.4 Визначення вихідних та класифікаційних характеристик ґрунту	29
3.5 Визначення глибини закладення фундаменту	31
3.5.1 Глибина закладення за умовами промерзання.....	31

	4
3.6 Збір навантажень	32
3.7 Розрахунок монолітного фундаменту на природному ґрунті	34
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ....	40
4.1 Безпека життєдіяльності.....	40
4.1.1 Коротка характеристика можливих НС техногенного та природного характеру	40
4.1.2 Способи захисту котловану від потрапляння ґрунтових вод під час виконання будівельно-монтажних робіт	44
4.2 Основи охорони праці.....	47
4.1.1 Законодавча база	47
4.1.2 Розроблення заходів з охорони праці	48
4.2.3 Розроблення заходів із пожежної безпеки.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
БІБЛІОГРАФІЯ	55

ВСТУП

Проблема поводження з твердими побутовими відходами є однією з найбільш актуальних для сучасних населених пунктів. Зростання обсягів споживання, збільшення кількості пакувальних матеріалів, полімерної тари, скла, паперу та картону призводить до постійного накопичення відходів, значна частина яких може бути повторно використана після сортування і переробки. За відсутності належної інфраструктури такі відходи потрапляють на полігони, займають значні площі, погіршують санітарний стан територій і створюють додаткове навантаження на довкілля.

Будівництво сміттєпереробного заводу є важливим інженерним і соціально-екологічним завданням, оскільки дає змогу організувати більш раціональну систему поводження з твердими побутовими відходами. Такий об'єкт забезпечує приймання, сортування, часткову переробку та підготовку окремих видів вторинної сировини до подальшого використання. Особливе значення мають технологічні лінії для роботи з ПЕТ-пластиком, папером, картоном і склом, оскільки ці матеріали становлять значну частку побутових відходів і мають практичну цінність як вторинна сировина.

Об'єктом бакалаврського проєктування є сміттєпереробний завод у місті Новгород-Сіверський. Для розміщення об'єкта передбачено ділянку в західній промисловій зоні міста, що відповідає функціональному призначенню підприємства та дає змогу організувати необхідні виробничі, складські, транспортні й допоміжні зони. На території передбачено будівлю заводу, адміністративно-побутовий корпус, контрольно-пропускний пункт, склади готової та проміжної продукції, майданчики для легкового і вантажного транспорту, інженерні споруди та елементи благоустрою.

Проєктований завод передбачає сортування та часткову переробку твердих побутових відходів. Функціональна схема підприємства включає надходження несортованих відходів, їх поділ за основними групами, відокремлення придатної для переробки сировини, пресування, подрібнення, очищення, складування та

подальше вивезення матеріалів на відповідну переробку. У складі виробничої будівлі передбачено сортувальний цех, цех переробки ПЕТ-пляшок, цех переробки паперу та картону, а також цех переробки скла. Таке функціональне зонування дозволяє забезпечити послідовність технологічного процесу та раціональну організацію внутрішніх потоків.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розроблення основних архітектурно-будівельних, конструктивних та інженерних рішень сміттєпереробного заводу з виконанням необхідних розрахунків несучих конструкцій і фундаментів, а також обґрунтуванням заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі **завдання**:

1. Розроблено архітектурно-будівельні рішення об'єкта, зокрема охарактеризовано район і майданчик будівництва, наведено рішення генерального плану, описано функціональний процес підприємства, об'ємно-планувальну структуру будівлі, основні конструктивні рішення, зовнішнє та внутрішнє оздоблення, а також заходи з пожежної безпеки.

2. Виконано розрахунково-конструктивний розділ, у якому наведено вихідні дані для розрахунку каркаса, визначено матеріали основних металевих елементів, проведено збір навантажень на ферму, враховано постійні, снігові та вітрові впливи, а також виконано розрахунок сталевोї кроквяної ферми з підбором перерізів конструктивних елементів у програмному комплексі SCAD++.

3. Розроблено рішення фундаментів з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. У розділі проаналізовано літологічну будову ґрунтів, визначено вихідні та класифікаційні характеристики основи, обґрунтовано глибину закладення фундаментів, виконано збір навантажень і розрахунок монолітного фундаменту на природній основі.

4. Розглянуто питання безпеки життєдіяльності та основ охорони праці. Наведено характеристику можливих надзвичайних ситуацій техногенного й природного характеру, розглянуто способи захисту котловану від потрапляння

грунтових вод під час виконання будівельно-монтажних робіт, а також запропоновано заходи з охорони праці та пожежної безпеки.

Вихідними даними для проектування є функціональне призначення об'єкта, розміщення будівельного майданчика в місті Новгород-Сіверський, кліматичні умови району будівництва, снігові та вітрові навантаження, сейсмічність території, інженерно-геологічні умови, прийнята каркасна конструктивна схема будівлі, прольоти 24 м і 18 м, крок колон 12 м, застосування сталевих несучих конструкцій, сендвіч-панелей як огорожувальних конструкцій та монолітних фундаментів на природному ґрунті.

Методи виконання розрахунків — аналітичні розрахунки відповідно до чинних будівельних норм і розрахунок несучих конструкцій із використанням програмного комплексу, що дає змогу оцінити роботу елементів металевих каркасів, визначити зусилля в конструкціях і підібрати необхідні перерізи.

Практичне значення виконаної роботи полягає в розробленні комплексного проєктного рішення промислової будівлі сміттєпереробного заводу, яке враховує функціональні, архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні та безпекові вимоги. Отримані результати можуть бути використані як основа для подальшого опрацювання проєктних рішень подібних промислових об'єктів, пов'язаних із сортуванням і частковою переробкою твердих побутових відходів.

Ключові слова: сміттєпереробний завод, промислова будівля, металевий каркас, кроквяна ферма, сендвіч-панелі, монолітний фундамент, SCAD++, тверді побутові відходи.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика району та майданчика будівництва

Для будівництва сміттєпереробного заводу було обрано ділянку в західній промисловій зоні міста Новгород-Сіверський. Територія, відведена під будівництво, розташована на землях промислового призначення». Площа території ділянки в—4,3 га.

Характеристика будівлі:

Рівень відповідальності - нормальний [9];

Ступінь вогнестійкості - III ([8].

Будівництво ведеться в першому кліматичному районі, [2]. Зона вологості суха [6]. Кліматичні параметри [2]:

Температура найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,92 становить $t_5 = -29^{\circ}\text{C}$; [2]

Середня температура опалювального періоду при середній добовій температурі повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ приймається рівною $t_{оп} = -7,9^{\circ}\text{C}$; [2]

Тривалість опалювального періоду становить $z_{оп} = 224$ діб.[2]

Сейсмічність району з10% ступенем сейсмічної небезпеки протягом 50 років - 7 балів [14].

Сніговий район — II [2].

Вітровий район — III [2].

1.2 Рішення генерального плану

Структура та розташування забудови генерального плану були виконані відповідно до [4].

Генеральний план ділянки будівництва прямокутної форми розміром 224×190 м.

Головний під'їзд до об'єкта будівництва здійснюється з південно-східного напрямку, з боку дороги.

На території ділянки розташовані:

- Будівля заводу;
- АБК;
- КПП;
- Склад ПЕТ-флекса;
- Склад пресованого паперу;
- Склад скляної крихти;
- Склад для тимчасового зберігання «хвостів»;
- Парковка для легкових автомобілів;
- Парковка для вантажних автомобілів;
- КТП;
- Пожежне депо;
- Гараж.

Техніко-економічні показники генплану наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Техніко-економічні показники генерального плану

Номер	Назва	Площа, м ²
1	Площа ділянки	42500
2	Площа забудови	9976
3	Площа озеленення	28042
4	Площа асфальтованого покриття	4482
5	Площа гравійного покриття	0
6	Площа тротуару	90

По периферії ділянки створено зелену захисну смугу з деревно-чагарникових насаджень, щоб запобігти проникненню шкідливих викидів у житлову зону. З метою благоустрою висаджено квіткові клумби та хвойні дерева.

Для визначення напрямку переважаючих вітрів та правильної орієнтації будівлі на ділянці було використано вітрову троянду.

Дані щодо напрямку вітрів наведено в таблицях 1.2 та 1.3.

Таблиця 1.2 - Характеристика напрямку, швидкості та повторюваності вітру за січень

Напрямок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Повторюваність і швидкість вітру у % співвідношенні	19	1	1	7	15	36	11	10

Таблиця 1.3 — Характеристика напрямку, швидкості та періодичності вітру в за липень

Напрямок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Повторюваність швидкість вітру в % співвідношенні	29	8	6	8	15	17	10	7

Побудована роза вітрів (Рис. 1.1) для даного району будівництва показує, що переважаючим напрямком вітру є південно-західний у січні та північний у липні.

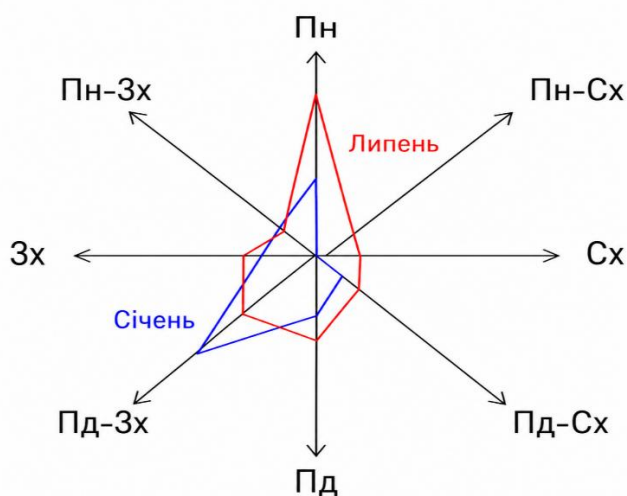


Рисунок 1.1 - Роза вітрів

1.3 Функціональний процес

Сміттєпереробні заводи класифікують залежно від призначення, технологічних процесів утилізації та знешкодження відходів, обладнання:

- сміттєсортувальні;
- сміттєпереробні;
- сміттєспалювальні
- комплексні.

Проект даного заводу передбачає сортування та часткову переробку сміття.

Будівля заводу складається з 4 цехів: сортувальний цех, цех з переробки ПЕТ-пляшок, цех з переробки паперу/картону, цех з переробки скла. Схема функціонального процесу сміттєпереробного заводу представлена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Схема функціонального процесу

1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Будівля сміттєпереробного заводу має просту форму, у вигляді прямокутника. Прямокутник складається з двох прольотів 24 і 18 метрів. Крок колон 12 м. Розмір будівлі по осях становить 84 × 42 м. Оскільки будівля

одноповерхова і сейсмічність у району будівництва становить 7 балів, то будівля не вимагає антисейсмічних швів, які допускається не влаштовувати [14].

Об'єкт має постійну висоту. Максимальна відмітка до низу кроквяної конструкції +9,600 .

Уніфікація промислової будівлі:

1. Цех переробки пластику:

- ширина прольоту 24 м;
- довжина прольоту 60 м;
- загальна площа 1295 м².

2. Цех сортування:

- ширина прольоту 18 м;
- довжина прольоту 36 м;
- загальна площа 653 м².

3. Цех переробки скла:

- ширина прольоту 18 м;
- довжина прольоту 48 м;
- загальна площа 875 м².

4. Цех переробки паперу та картону:

- ширина прольоту 24 м;
- довжина прольоту 20 м;
- загальна площа 751 м².

У будівлі заводу розташовані приміщення для персоналу: інженерна, санвузли, технічне приміщення. Основний вхід у будівлю заводу здійснюється через теплий перехід, пов'язаний з АБК. Для евакуації по будівлі заводу розміщено три виходи, обладнані тамбурами. Для навантажувачів передбачено 3 в'їзди/виїзди, один розташований у цеху переробки пластику, інший — у цеху переробки скла та у цеху переробки паперу й картону.

1.5 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будівлі – каркасна, виконана з металоконструкцій. Два прольоти 24 і 18 м, крок колон 12 м, крок фахверкових колон 6 м.

Колони: Сталеві, двотаврового перерізу, номер профілю 40К2.

Колони фахверка: Сталеві, коробчатого перерізу, номер профілю 300 × 300.

Ферми: Металеві, трапецієподібної форми.

Огородження: Сендвіч-панелі.

Фундаменти: Монолітні на природному ґрунті.

Дах: Конструкція даху - плоска, без горища. Внутрішній водовідвід. Покрівля виконана з покрівельних сендвіч-панелей.

Вікна: Двошарове стрічкове скління з ПВХ-профілів висотою 3 м, для інженерних приміщень використані віконні блоки з ПВХ-профілів висотою 1,5 м. Вікна виготовляються відповідно до вимог [7].

Двері та ворота: У будівлі заводу передбачені ворота розміром 4,0х4,0 м. Зовнішні двері виконані зі сталевих профілів -1,5 × 2,0м, внутрішні з ПВХ-профілів -0,9 × 2,1 м. Дверні прорізи виготовлені відповідно до вимог [5] та [6], [12].

Вентиляція: Загальнообмінна припливно-витяжна [16].

Навколо будівлі передбачено бетонну відмостку шириною 1 метр.

1.6 Розрахунок приміщень АПК

Адміністративно-побутовий корпус розташований окремою будівлею і з'єднаний теплим переходом із заводом. Будівля АБК одноповерхова, у ній розташовані гігієнічні приміщення, їдальня-роздавальна, медпункт, технічні приміщення та кабінет керуючого.

Висоту від підлоги до низу виступаючих конструкцій перекриттів, обладнання та комунікацій, а також висоту від підлоги до стелі в коридорах слід приймати не менше 2,2 м [13]. Площу вестибюля будівель слід приймати з

розрахунку 0,2 м , а на підприємствах, що розміщуються в Північній будівельно-кліматичній зоні, —0,25 м на одного працівника в найбільш численній зміні, але не менше 18 м [13].

Графік роботи — двозмінний. Тривалість зміни — 8 годин.

Кількість робітників у зміну: 22 особи 50% жінок, 50% чоловіків.

Група виробничих процесів - 3б (що спричиняють забруднення тіла та спецодягу).

Розрахункова кількість осіб на одну душову сітку - 3 особи [13];

На один кран - 10 осіб [13];

Тип гардеробних - роздільні, по одному відділенню [13];

Кількість необхідних санітарно-побутових приладів вказано в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Необхідна кількість санітарно-побутових приладів [13]

Кількість	Чоловіки	Жінки
Працівників	11	11
Душові кабінки	4	4
Унітази	2	2
Умивальники	1	1

1.7 Теплотехнічний розрахунок

Необхідно виконати теплотехнічний розрахунок огорожувальної стіни та покрівлі.

Розрахункові дані для теплотехнічного розрахунку:

Будівля розташована в місті Новгород-Сіверський. Зона вологості суха [6].
Приймаємо необхідні параметри за [2]:

Температура найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,92 становить $t_5 = -29^{\circ}\text{C}$;

Середня температура опалювального періоду при середній добовій температурі повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ приймається рівною $t_{оп} = -7,9^{\circ}\text{C}$;

Тривалість опалювального періоду становить $Z_{оп} = 224$ діб.

Знайдемо необхідний тепловий опір за [6]:

$$R_0 = A \cdot \text{ГСОП} + b ,$$

де ГСОП — градусо-доби опалювального періоду, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{доби/рік}$, для конкретного пункту;

a, b - коефіцієнти, значення яких слід брати за даними [6] для відповідних груп будівель ($a = 0,0002$; $b = 1$)

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от} ,$$

Де t_b - розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі, $^{\circ}\text{C}$, що приймається при розрахунку огорожувальних конструкцій груп будівель, зазначених у таблицях 1-3 [6]. Приймаємо рівним $t_b = +16^{\circ}\text{C}$

Розв'язавши рівняння, знайдемо необхідну товщину утеплювача

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_b} + \sum R_i, \quad (1.1)$$

де α_b — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, що береться за [6], $\alpha_b = 8,7$;

α_n - Коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, що приймається за [6], $\alpha_n = 23$;

R_i - термічний опір окремого i -го шару огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, що визначається за [6]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1.2)$$

де δ_i - товщина i -го шару конструкції, м;

λ_i - розрахункова теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, що приймається за [6].

Теплотехнічні розрахунки для огорожувальної стіни та покрівлі наведено в додатку А до пояснювальної записки. За результатами теплотехнічного

розрахунку товщина утеплювача з пінополістиролу для стіни склала 100 мм, для покрівлі — 150 мм.

1.8 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішні стіни заводу виконані з сендвіч-панелей відтінків: RAL 4011, RAL 6012, RAL 5014. Внутрішні стіни з сендвіч-панелей. Перегородки з сендвіч-панелей. Конструкція підлоги - бетонна підлога на ґрунті. У цехах основна конструкція завершується наливною підлогою на полімерцементній основі, у санвузлах - кахельною плиткою.

1.9 Пожежна безпека

У проекті передбачено три евакуаційні виходи: перший розташований у цеху переробки паперу, другий вихід поруч із приміщеннями для персоналу, третій у цеху переробки пластику [15]. Передбачено система оповіщення про пожежу, аварійне освітлення на шляхах евакуації [11]. Сталеві конструкції оброблені заводським вогнезахисним складом.

До будівлі заводу забезпечено під'їзд пожежних машин [8].

Пожежні гідранти розташовані вздовж автомобільних доріг на Ширині воріт автомобільних в'їздів на майданчик сміттєпереробного заводу забезпечує безперешкодний проїзд спеціальних пожежних автомобілів [8].

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Відмітка верху конструкції, м—12,600 ;

Корисне навантаження на настил, кН/м^2 — 1,4 ;

Кількість прольотів -2;

Проліт ферм, м - 18,24;

Крок колон, м - 12;

Кількість кроків колон - 8;

Товщина стінової сендвіч-панелі, мм - 100;

Товщина покрівельної сендвіч-панелі, мм - 150;

Товщина склопакетів, мм - 36.

2.2 Розрахунок каркаса

2.2.1 Програмний комплекс для розрахунку каркаса

Для розрахунку була використана програма SCAD, це обчислювальний комплекс для аналізу міцності конструкцій методом кінцевих елементів.

2.2.2 Вихідні дані для розрахунку ферми

Вихідні дані для розрахунку ферми:

Матеріал - С255 [17];

Профіль нижнього поясу - швелер сталевий [18];

Профіль верхнього поясу - сталевий швелер [18];

Профіль розкосів — сталевий швелер [18];

Профіль стійок - сталевий швелер [18];

Проліт ферми - 24 м;

Висота - 3 м;

Крок стійок - 6 м;

Панелі ферми - 8 шт.

2.2.3 Визначення матеріалу для конструкції ферми

Вибір матеріалу:

Матеріал: С255 [17]. Розрахункова температура: $t_{\min} = -27^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 34^{\circ}\text{C}$.

Ударна в'язкість: сталі з $R_{yn} < 290 \text{ Н/мм}^2$ для розрахункової температури мінус 42°C нормується тільки для температури $+20^{\circ}\text{C}$ і становить $KCV = 34 \text{ Дж/см}^2$ [17].

Хімічний склад: для сталі з $R_{yn} < 290 \text{ Н/мм}^2$: вуглець (C) = 0,15% , фосфор(P) = 0,035% , сірка(S) = 0,07% [17];

Марка сталі С255 [17]:

$$R_{yn} = 255 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$R_{un} = 380 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$R_y = 250 \text{ Н/мм}^2$$

$$R_u = 370 \text{ Н/мм}^2$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 250 = 145 \text{ Н/мм}^2 \text{ [17],}$$

де: R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [17];

R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [17];

R_y - розрахунковий опір за межею плинності [17];

R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором [17];

R_s - розрахунковий опір на зсув [17].

2.2.4 Збір навантажень на ферму

Для виконання статичного розрахунку потрібно відобразити тимчасові та постійні навантаження в програмному комплексі SCAD++.

До постійних навантажень відносяться: навантаження від власної ваги всіх конструкцій (конструкції ферми, колон, стінових панелей, покрівлі та зв'язків).

Власна вага конструкції в програмному комплексі задається автоматично, коефіцієнт надійності за навантаженням для металевої ферми прийнятий $\gamma_f = 1,05$ [2]. Постійні навантаження від ваги покрівлі прикладені до прогонів покриття. До колон прикладено навантаження від власної ваги стінових панелей.

Тимчасовими навантаженнями є кліматичні та сейсмічні впливи. До кліматичних умов району будівництва належать:

- сніговий район II м. Новгород-Сіверський, [2], вага снігового покриву $S_g = 1,0$ кПа [2];
- вітровий район III м. Новгород-Сіверський [2], нормативне значення вітрового навантаження $W_0 = 0,38$ кПа [2];
- розрахункова температура зовнішнього повітря — -37°C [2];
- сейсмічність району будівництва — 7 балів [14].

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття за формулою 2.1 [2]:

$$s_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g \quad (2.1)$$

$$s_0 = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,75 \text{ кПа}$$

де $c_t = 1$ - термічний коефіцієнт [2];

$$\mu = 1 \text{ [2];}$$

$S_g = 1,0$ - нормативне значення ваги снігового покриву [20];

c_e - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів. Тип місцевості Б [20]. Ухил покриття $< 20\%$.

$$c_e = (k_v - 0,4 \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot b) \quad (2.2)$$

$$c_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{0,65}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 24) = 0,75$$

Оскільки тип місцевості відноситься до В з висотою перешкод менше 10м , то коефіцієнт k приймаємо рівним 0,65 [2];

$k_v = 1,2$ - коефіцієнт, що залежить від середньої швидкості вітру в зимовий період і середньомісячної температури повітря в січні, що приймається за [5];

$b = 24$ - найменший розмір покриття в плані [2].

Для подальшого розрахунку металевої кроквяної ферми сміттєпереробного заводу потрібно провести збір навантажень на 1 м^2 покриття, виконане з сендвіч-панелей. Збір навантажень на покриття представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження $q^H, \text{кН/м}^2$	Коефіцієнт надійності навантаження γ_f	Розрахункове навантаження $q^P, \text{кН/м}^2$
1	2	3	4
1 Постійне навантаження			
Покрівельні сендвіч-панелі. Вага $1 \text{ м}^2 = 11,5 \text{ кг}$, $t = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$	0,12	1,0	0,12
Разом постійне	0,12		0,12
2 Тимчасове навантаження			
Снігове навантаження	1,02	1,4	1,428
Разом тимчасове	1,02		1,428

Навантаження на прогони визначається виходячи з їх вантажної площі (рисунок 2.1).

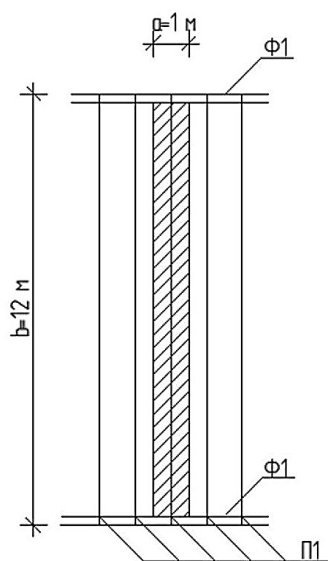


Рисунок 2.1 - Вантажна площа прогонів

Розрахунок навантаження, що діє від покрівельної сендвіч-панелі на прогін.

Нормативне:

$$q_{cm}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.3)$$

Де a - ширина вантажної площі, що дорівнює кроку прогонів 1м ; b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 12м;

q - нормативне значення навантаження на 1м^2 .

$$q_{cm}^H = 1 \cdot 12 \cdot 12 = 144 \text{ кг} = 0,144 \text{ т}$$

Розрахункове:

$$q_{cm}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.4)$$

де a - ширина вантажної площі, що дорівнює кроку прогонів 1м; b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 12 м; q - нормативне значення навантаження на 1м^2 ; γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням [20].

$$q_{cm}^p = 1 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 1 = 144 \text{ кг} = 0,144 \text{ т}$$

Розрахунок снігового навантаження, що діє на прогін.

Нормативне:

$$q_{cm}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.5)$$

Де a —ширина вантажної площі, що дорівнює кроку прогонів 1 ; b — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 12м; q —нормативне значення снігового навантаження на 1 м^2 .

$$q_{cm}^H = 1 \cdot 12 \cdot 102 = 1224 \text{ кг} = 1,2 \text{ т}$$

Розрахункове:

$$q_{cm}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.6)$$

де a - ширина вантажної площі, що дорівнює кроку прогонів 1 м; b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 12 м;

q - нормативне значення навантаження на 1 м^2 ;

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням [2].

$$q_{cm}^p = 1 \cdot 12 \cdot 102 \cdot 1,4 = 1732 \text{ кг} = 1,7 \text{ т}$$

Перетин прогону прийнято конструктивно - двотавр номер 22 (рисунок 2.2).

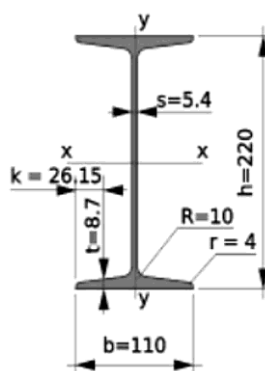


Рисунок 2.2 - Перетин прогону

Визначення ваги одного прогону, що діє на стійку ферми:

Нормативна:

$$q_{пр}^H = A_{пер} \cdot l \cdot p \quad (2.7)$$

де $A_{пер}$ - площа перерізу прогону;

l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 12 м ;

p - щільність сталі [2]:

$$q_{пр}^H = 0.00362 \cdot 12 \cdot 7850 = 341 \text{ кг} = 0,34 \text{ т.}$$

Розрахункова:

$$q_{пр}^H = A_{пер} \cdot l \cdot p \cdot \gamma_f$$

де $A_{пер}$ - площа перерізу прогону; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 12 м; p - щільність сталі [2];

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням [2]:

$$q_{\text{пр}}^p = 0,00362 \cdot 12 \cdot 7850 \cdot 1,05 = 358,05 \text{ кг} = 0,36 \text{ т.} \quad (2.8)$$

Визначення навантаження, що діє на одну стійку ферми:

Нормативне навантаження:

$$q_{\text{сум}}^H = \sum q_{\text{констр.}}^H \quad (2.9)$$

де $q_{\text{констр.}}^H$ - нормативне значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{\text{сум}}^H = 0,14 + 1,2 + 0,34 = 1,68 \text{ Т}$$

Нормативне навантаження:

$$q_{\text{сум}}^p = \sum q_{\text{констр.}}^p \quad (2.10)$$

Де $q_{\text{констр.}}^p$ - розрахункове значення навантажень, що діють на вищерозташовані конструкції.

$$q_{\text{сум}}^p = 0,14 + 1,7 + 0,36 = 2,2 \text{ Т}$$

Вітрове навантаження:

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження w

Визначається як сума середньої та пульсаційної складових за формулою [2]:

$$w = w_m + w_p \quad (2.11)$$

Нормативне значення середньої складової:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \quad (2.12)$$

де w_0 — нормативне значення тиску вітру [2]; $k(z_e)$ — коефіцієнт, що враховує зміну тиску вітру для висотиз [2];

c - аеродинамічний коефіцієнт [2].

$$w_0 = 38 \text{ кг/м}^2$$

$$k(z_e) = 0,65$$

Пульсаційна складова - задається програмно.

Вітрове навантаження дорівнює:

$$w_m = 38 \cdot 1 \cdot 13,6 = 38 \text{ кг/м}$$

Аеродинамічні коефіцієнти для огорожувальних конструкцій прийняті відповідно [2].

2.3 Розрахунок каркаса та підбір перерізів у програмному комплексі

2.3.1 Розрахунок сталевих кроквяної ферми та підбір перерізів конструктивних елементів

Розрахунок ферми виконано в проектно-обчислювальному комплексі SCAD++. В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів з використанням у якості основних невідомих переміщень та поворотів вузлів розрахункової схеми. Тому ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання даного методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів), що називаються кінцевими елементами.

Геометричною формою визначається тип кінцевого елемента, а також правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента і вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями і внутрішніми переміщеннями, та набором параметрів (жорсткостей), що входять до опису цього закону.

Задача навантажень на елементи кроквяної ферми:

Навантаження від вищерозташованих конструкцій передається на елементи кроквяної ферми через кроквяні прогони (рисунок 2.4). Усі значення навантажень задаються в кН.

Розрахунок проводиться для найбільш навантаженої центральної ділянки.

На рисунку 2.3 представлено призначення навантаження від власної ваги ферми конструкції:

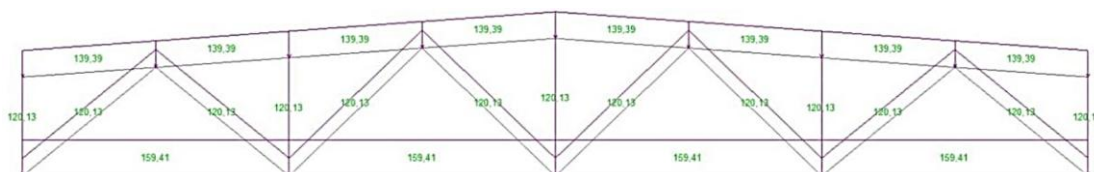


Рисунок 2.3 - Дія навантаження від власної ваги ферми

На рисунку 2.6 представлено завдання навантаження від прогонів:

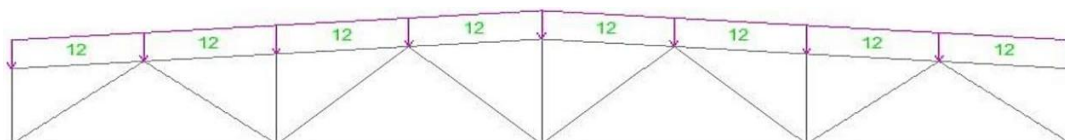


Рисунок 2.4 - Дія навантаження від прогонів

Дія снігового навантаження на конструкцію представлена на рисунку 2.7:

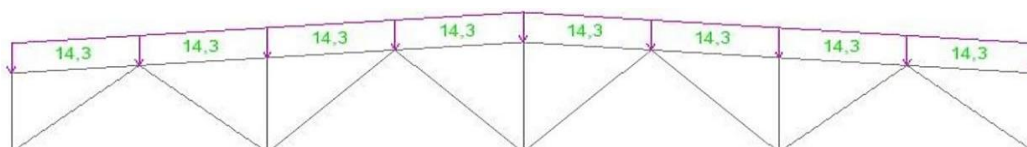


Рисунок 2.5 - Дія навантаження від снігу

Епюра поздовжніх зусиль $N(\text{кН})$ від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.6.

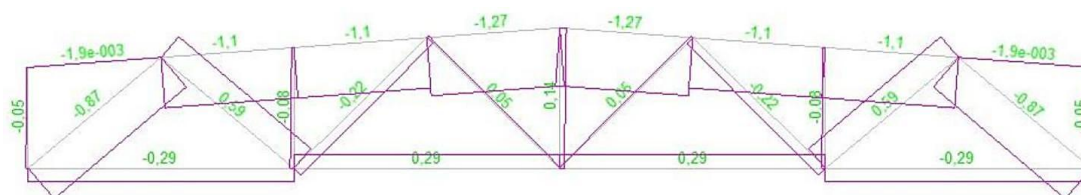


Рисунок 2.6 - Епюра поздовжніх зусиль $N(\text{кН})$

Перевірка несучої здатності ферми представлена на рисунку 2.9

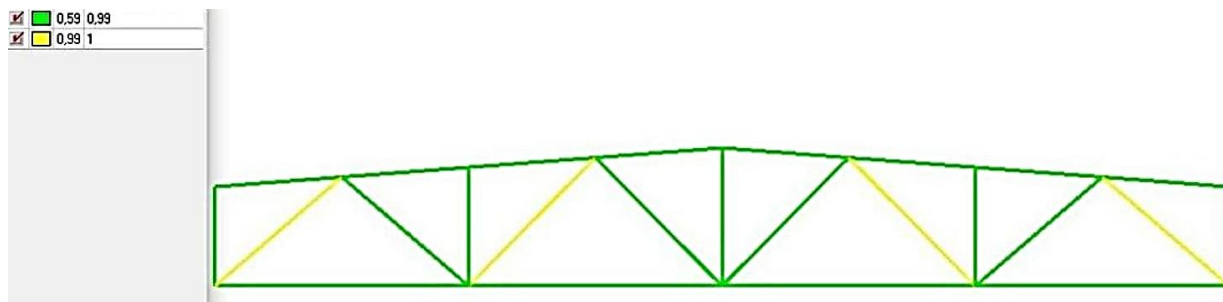


Рисунок 2.7 - Перевірка несучої здатності ферми

Програма SCAD++ здійснює підбір перерізу елементів ферми після того, як будуть побудовані всі необхідні епюри. Схема елементів ферми представлена на рисунку 2.8.

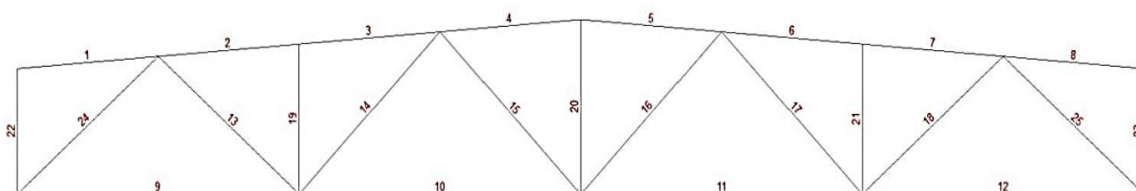
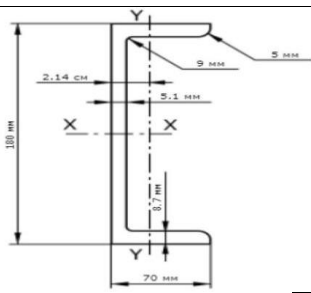
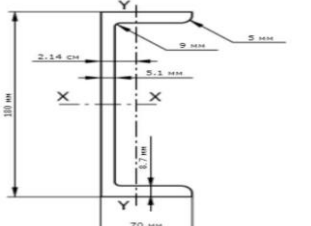


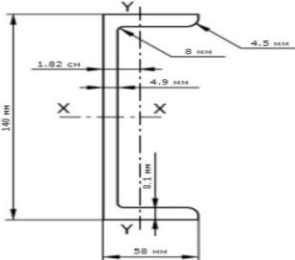
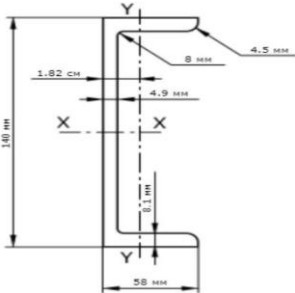
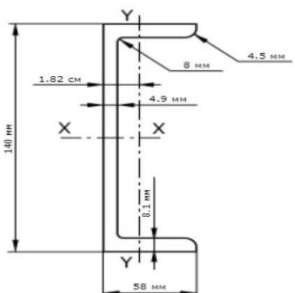
Рисунок 2.8 - Схема елементів ферми

Результат підбору елементів ферми представлений у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Елементи ферми

Номер	Назва елемента	Перетин	Профіль
1	2	3	4
9, 10, 11, 12	Нижній пояс		Швелер з паралельними гранями полиць 18П
1,2,3,4,5,6,7,8	Верхній пояс		Швелер з паралельними гранями полиць 18П

Продовження таблиці 2.2

1 22,23	2 Крайня стійка	3 	4 Швелер з паралельними гранями полиць 14П
13,14,15,16, 17,18,24,25	2 Поперечина	3 	4 Швелер з паралельними гранями полиць 14П
19,20,21	2 Стійка	3 	4 Швелер з паралельними гранями полиць 14П

РОЗДІЛ 3

ФУНДАМЕНТИ

3.1 Матеріали інженерно-будівельних вишукувань

Ділянка інженерно-геологічних вишукувань розташована на території промислового району, місто Новгород-Сіверський.

Рельєф місцевості — спокійний.

Абсолютна відмітка 302. Техногенні ґрунти поширені від поверхні до глибини 4 м. На глибині від 4 м до 15 м залягає пилоподібний пісок.

Підземні води розташовані на глибині 8 м і не становлять небезпеки.

3.2 Літологічна будова

Інженерно-геологічний розріз представлений на рисунку 3.1.

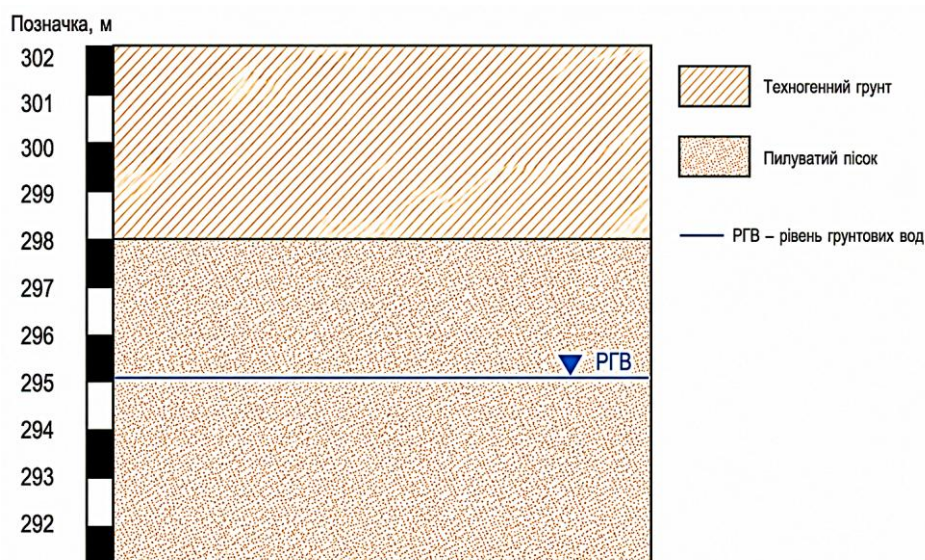


Рисунок 3.1 - Інженерно-геологічний розріз

Ґрунтові умови наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Ґрунтові умови

Номер шару	Ґрунт	Глибина від поверхні, м		Розрахункове значення характеристик з довірчою ймовірністю $\alpha = 0,85$								
		шарів ґрунту		017	p_s	ω	ω_p	ω_l	φ°	С, кПа	Е, МПа	$v10^{-7}$, см/с
		від	до									
1	1	0	0,7	8	2,66	0,15	-	-	28	-	-	-
2	3	0,7	8		2,66	0,11	-	-	29	0	28	0,43

1-й шар - техногенний ґрунт:

- густина ґрунту $p_d = 1,68 \text{ т/м}^3$;
- щільність твердих частинок ґрунту $p_s = 2,66 \text{ т/м}^3$;
- вологість ґрунту $\omega = 0,15$.

2-й шар — пілоподібний пісок:

- щільність ґрунту $p_d = 1,74 \text{ т/м}^3$;
- щільність твердих частинок ґрунту $p_s = 2,66 \text{ т/м}^3$;
- вологість ґрунту $\omega = 0,11$.

3.3 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

Номенклатурний вид інженерно-геологічних елементів (ІГЕ):

ІГЕ-1 - техногенний представлений природними переміщеними ґрунтами-супісками з домішкою незначної кількості гравію та будівельного сміття до 7,8 %.

ІГЕ-2 - пісок пиловатий, середня щільність $e = 0,69$, вологість $Sr = 0,44$
 $R_0 = 300 \text{ кПа}$, $E = 11 \text{ МПа}$ - як природна основа непридатний, можливе використання після ущільнення.

3.4 Визначення вихідних та класифікаційних характеристик ґрунту

1) Техногенний ґрунт

Потрібно ущільнити до $\rho = 1,87$

Визначення щільності сухого ґрунту ρ_d [4]:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega} \quad (3.1)$$

$$\rho_d = \frac{1,87}{1 + 0,15} = 1,6 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$$

де ρ - щільність ґрунту;

ω - природна вологість.

Визначення коефіцієнта пористості e [4]:

$$e = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d \quad (3.2)$$

$$e = (2,66 - 1,87) / 1,87 = 0,42$$

Визначення ступеня вологості [4]:

Це відношення природної вологості до вологості, що відповідає повному заповненню пор водою:

$$S_r = \frac{\omega \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} \quad (3.3)$$

$$S_r = \frac{0,15 \cdot 2,66}{0,42 \cdot 1} = 0,95$$

Де ρ_w - щільність води, кН/м^3

Розрахунковий опір $R_0 = 250 \text{ кПа}$ - приймається за [4]

2) Пісок пилоподібний

Визначення щільності сухого ґрунту ρ_d :

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega'}$$

$$\rho_d = \frac{1,74}{1 + 0,11} = 1,57 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$$

Визначення коефіцієнта пористості e :

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0,41}{1 - 0,41} = 0,69 \quad (3.4)$$

Згідно з [4] - пісок середньої щільності, оскільки $0,6 \leq e \leq 0,8$.

Визначення ступеня вологості [4]:

Це відношення природної вологості до вологості, що відповідає повному заповненню пор водою:

$$S_r = \frac{\omega \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,11 \cdot 2,66}{0,69 \cdot 1} = 0,42$$

Де ρ_w - щільність води, кН/м^3 .

Висновок: оскільки $0 < S_r = 0,424 \leq 0,5$, то згідно з [4] - пісок маловологий.

Розрахунковий опір $R_0 = 250 \text{ кПа}$ - приймається за [4].

3.5 Визначення глибини закладення фундаменту

Одним з основних етапів проектування є вибір глибини закладення підшви фундаменту. При вирішенні цього питання вибирається несучий шар ґрунту основи, це шар, який буде сприймати тиск від споруди і передавати на нижчі підстиляючі шари.

Техногенний ґрунт є недостатньо надійним, прийнято рішення видалити 1,8 метра і ущільнити важкими трамбовками. Приймаємо глибину закладення 2,2 м.

3.5.1 Глибина закладення за умовами промерзання

За умовами промерзання, глибина закладення фундаменту призначається з урахуванням району будівництва, теплового режиму будівлі та гідрогеологічних умов будівельного майданчика, для чого визначаються:

а) нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту [4]:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t} \quad (3.5)$$

де d_0 - величина, що приймається рівною для суглинків і глин 0,23 м; супсків, дрібних і пилюватих пісків—0,28 м; гравійних, крупних і середньої крупності пісків - 0,30 м; крупноуламкових ґрунтів - 0,34 м [4].

M - безрозмірний коефіцієнт, чисельно рівний сумі абсолютних значень середньомісячних від'ємних температур за рік у даному районі [4].

Розрахунок:

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту м. Новгород-Сіверський становить: $d_{fn} = 1,90$ м.

3.6 Збір навантажень

Виконуємо сумарне навантаження на центрально стиснуту колону. Сумарне навантаження представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Збір навантажень

Вид навантаження	Коефіцієнт надійності навантаження γ_f	Розрахункове навантаження $q^p, \text{т}$
1	2	3
Покрівельні сендвіч-панелі: Вага $1\text{ м}^2 = 11,5 \text{ кг}$ $t = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$ $m_{\text{на вант. пл.}} = 252 \cdot 12 = 3024 \text{ кг} = 3,02 \text{ т}$	1	3,02
Прогони: Двутавр 22 Вага $1 \text{ м}^2 = 24 \text{ кг}$ $m_{\text{на вант. пл.}} = 24 \cdot 6 \cdot 21 = 13104 \text{ кг} = 13 \text{ т}$	1,05	13,65
Ферма 24 м $m = 4400 = 4,4 \text{ т};$ $q = 4,44 = 4,44 \text{ т}$ $m_{\text{на вант. пл.}} = 2200$ $= 2,2 \text{ т}$ Ферма 18 м $m = 937 \text{ кг}$ Вага $1\text{ м}^2 = 52 \text{ кг}$	1,05	2,31
$= 469 \text{ кг}$ $m_{\text{на вант. пл.}} = 0,46 \text{ т}$	1,05	0,49
Разом постійна		19,47

Продовження таблиці 3.1

Снігове навантаження Вага $1 \text{ м}^2 = 102 \text{ кг}$ $m_{\text{на вант. пл.}} = 102 \cdot 252$ $= 25704 \text{ К} = 25,7 \text{ т}$	1,4	35,98
Разом тимчасове		35,98
Разом постійної та тимчасової		55,45

Визначення навантаження на фундамент від власної ваги колони:

- колонна сталева;

$$h_{\text{колони}} = 10 \text{ м}; S_{\text{пер}} = 0,016 \text{ м}^2;$$

$$m_{\text{колони}} = 17 \text{ кг} = 1,7 \text{ т};$$

$$m_{\text{к.с.коэф.н.}} = 1,7 \cdot 1,05 = 1,78 \text{ т.}$$

Проводимо перерахунок навантаження з тонн у кН:

$$N = q_{\text{рас}} \cdot q, \quad (3.6)$$

де $q_{\text{роз}}$ - розрахункове навантаження на фундамент (т/м), визначається за формулою: $q_{\text{роз}} + q_{\text{покр}}$,

$$N = (1,78 + 55,45) \cdot 10 = 572 \text{ кН}$$

На рисунку 3.2 показана вантажна площа центрально-стиснутої колони.

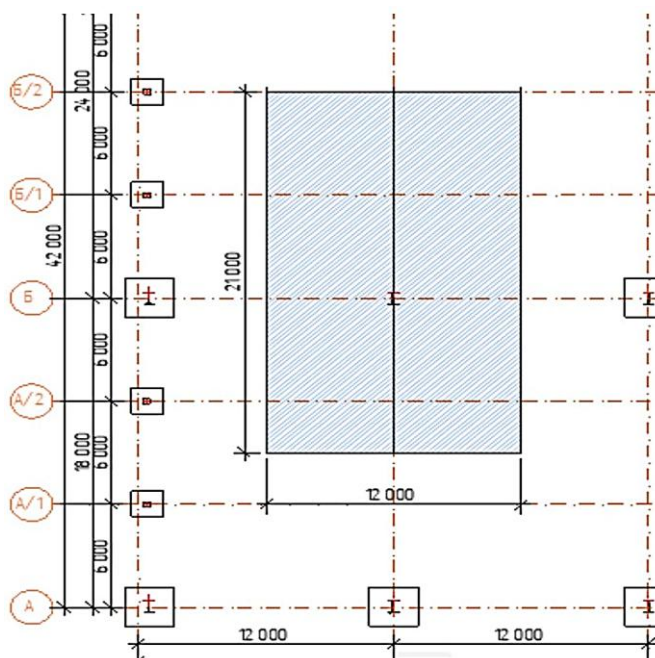


Рисунок 3.2 — Вантажна площа

3.7 Розрахунок монолітного фундаменту на природному ґрунті

В якості несучого шару ґрунту приймається ущільнений техногенний ґрунт. Планувальна відмітка дорівнює 302 м. Призначаємо глибину закладення подошви фундаменту залежно від рівня планування з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, таким чином, глибина закладення подошви фундаменту дорівнює $d = 2,2$ м.

Визначимо розміри подошви фундаменту та розрахункового опору ґрунту.

Визначимо площу фундаменту A за формулою 3.7 [4]:

$$A = \frac{F_v}{R_0 - \gamma \cdot d} \quad (3.7)$$

Де F_v - розрахункове навантаження, що передається на фундамент, т/м²;

R_0 - умовний розрахунковий опір ґрунту під подошвою фундаменту (під подошвою фундаменту знаходиться ущільнений техногенний ґрунт, для якого $R_0 = 25$ т/м² [2];

γ - усереднена питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту на його обрізах;

d - глибина закладення подошви фундаменту від рівня планування, м.

$$A = \frac{572}{250 - 20 \cdot 2,2} = 2,7 \text{ м}^2$$

Обчислюємо подошву фундаменту b :

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{2,7} = 1,6 \text{ м} \quad (3.8)$$

Прийmemo розміри подошви фундаменту $1,6 \times 1,6$ м .

Визначення розрахункового опору ґрунтів основи. Визначаємо розрахунковий опір ґрунту за формулою 3.9 [4]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c_{II}), \quad (3.9)$$

За [4] визначимо коефіцієнти умов роботи $\gamma_{c1} = 1,2$, для споруд з жорсткою конструктивною схемою при відношенні довжини до висоти (прямокутна частина будівель) $\frac{L}{H} = \frac{84}{13,4} = 6, \gamma_{c2} = 1,0$, де $k = 1$ - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці, якщо характеристики міцності ґрунту визначені безпосередніми випробуваннями, і $k = 1,1$, якщо вони прийняті за табличними значеннями.

M_γ, M_c, M_q - коефіцієнти, що приймаються за [4]; k_z - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці: при $b < 10$ м;

b - ширина підшви фундаменту, дорівнює 1,6м;

γ_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту (за наявності підземних вод визначається з урахуванням зважувальної дії води), кН/м^3 ;

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, $\text{т/м}^2 \Rightarrow c_{II} = 1 \text{ т/м}^2$;

$$R = \frac{1,1 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,98 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 17,8 + 4,93 \cdot 2,2 \cdot 17,8 + 7,4 \cdot 1] = 145,6 \text{ кПа}$$

Визначення ваги фундаменту:

$$G_f = (1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,3 \cdot 2,1 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,9 \cdot 2,1) \cdot 10 = 30,5 \text{ кН} \quad (3.10)$$

Визначення ваги ґрунту на обрізах фундаменту:

$$G_g = (2,56 - 0,36) \cdot 1,9 = 4,2 \text{ кН} \quad (3.11)$$

$$p = \frac{N + G_f + G_g}{A} = \frac{572 + 20,5 + 4,2}{1,6 \cdot 1,6} = 233 \text{ кПа} \quad (3.12)$$

Перевіряємо умову $p \leq R_0$: $233 \text{ кПа} > 145,6 \text{ кПа} \rightarrow$ умова не виконується.

Збільшимо розміри до $1,7 \times 1,7$

$$R = \frac{1,1 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,98 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 17,8 + 4,93 \cdot 2,2 \cdot 17,8 + 7,4 \cdot 1] = 230,1 \text{ кПа.}$$

Визначення ваги фундаменту:

$$G_f = (1,7 \cdot 1,7 \cdot 0,3 \cdot 2,1 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,9 \cdot 2,1) \cdot 10 = 32,6 \text{ кН}$$

Визначення ваги ґрунту на обрізах фундаменту:

$$G_g = (2,89 - 0,36) \cdot 1,9 = 4,8 \text{ кН}$$

$$p = \frac{N + G_f + G_g}{A} = \frac{572 + 32,6 + 4,8}{1,7 \cdot 1,7} = 210,8 \text{ кПа} \quad (3.13)$$

Перевіряємо умову $p \leq R_0$: $210,8 \text{ кПа} < 230,1 \text{ кПа} \rightarrow$ умова виконується.

Висновок: приймаємо розміри підшви фундаментів $1,7 \times 1,7 \text{ м}$.

Проведемо розрахунок деформацій основи фундаменту.

Необхідно виконати розрахунок абсолютного осідання фундаменту S .

Розрахунок зводиться до задоволення основної умови $S \leq S_U$ [4],

де S - осідання основи фундаменту (сукупна деформація основи та споруди);

S_U - граничне значення осідання основи фундаменту (спільна деформація основи та споруди), що встановлюється згідно з вказівками [4].

Розрахунок осідання основи проводимо методом пошарового підсумовування.

Метод полягає в наступному: основа розбивається на елементарні шари; в межах стискуваної товщини визначається осідання кожного шару від додаткових вертикальних напружень; потім осідання всіх елементарних шарів підсумовуються.

Порядок розрахунку:

Розбиваємо стиснутий шар на елементарні шари товщиною не більше $0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 1,7 = 0,7$. Позначаємо шари $i = 1 \dots 4$. Визначаємо глибину закладення та висоту кожного шару z_i та h_i .

Визначаємо вертикальні напруження від власної ваги ґрунту σ_{zgi} на межі i -го шару, що залягає на глибині z_i :

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i \cdot h_i + \sigma_{zgo}, \quad (3.14)$$

Де γ_i — питома вага ґрунту, $1,78 \text{ т/м}^3$;

h_i - висота шару нижче підшви фундаменту, м.

$$\sigma_{zg0} = 1,78 \cdot 2,2 = 3,92 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg1} = 1,78 \cdot 2,9 = 5,1 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg2} = 1,78 \cdot 3,6 = 6,4 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg3} = 1,57 \cdot 4,3 = 6,7 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg4} = 1,57 \cdot 5 = 7,85 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg5} = 1,57 \cdot 5,7 = 8,9 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg6} = 1,57 \cdot 6,4 = 10,05 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg7} = 1,57 \cdot 7,1 = 11,15 \text{ т/м}^2$$

Знаходимо додаткові вертикальні напруження від зовнішнього навантаження на глибині z_i під підшвою фундаменту (по вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту):

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_0 \quad (3.15)$$

де $\sigma_0 = \sigma - \sigma_{zg0} = 21,8 - 3,92 = 17,8 \text{ т/м}^2$ — вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на відмітці підшви фундаменту, т/м^2 ; α_i - коефіцієнт, що визначається за [24] залежно від глибини ζ , що дорівнює $2z/b$.

$$\sigma_{zp0} = 0,97 \cdot 17,8 = 17,26 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp1} = 0,96 \cdot 17,8 = 17,08 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp2} = 0,95 \cdot 17,8 = 16,91 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp3} = 0,92 \cdot 17,8 = 16,38 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp4} = 0,89 \cdot 17,8 = 15,84 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp5} = 0,85 \cdot 17,8 = 15,13 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp6} = 0,82 \cdot 17,8 = 14,59 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg7} = 0,78 \cdot 17,8 = 13,88 \text{ т/м}^2$$

Визначаємо середнє значення вертикального напруження від зовнішнього навантаження в кожному i - тому шарі ґрунту як середнє арифметичне додаткових вертикальних напружень:

$$\sigma_{zp, cpi} = \frac{(\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi+1})}{2} \quad (3.16)$$

$$\sigma_{zp, cp0} = \frac{(17,8 + 17,26)}{2} = 17,5 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp1} = \frac{(17,26 + 17,08)}{2} = 17,17 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp2} = \frac{(17,08 + 16,91)}{2} = 16,99 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp3} = \frac{(16,91 + 16,38)}{2} = 16,64 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp4} = \frac{(16,38 + 15,84)}{2} = 16,11 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp5} = \frac{(15,84 + 15,13)}{2} = 15,48 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp6} = \frac{(15,13 + 14,59)}{2} = 14,86 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zp, cp7} = \frac{(14,59 + 13,88)}{2} = 14,23 \text{ т/м}^2$$

Знаходимо повне осідання основи як суму осідань окремих шарів у межах стискуваної товщі [4]:

$$S = \beta \cdot \sum S_i = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_{zpcpc} \cdot h_i}{E} \right) \quad (3.17)$$

де β — безрозмірний коефіцієнт, що враховує умовність розрахункової схеми, який приймається рівним 0,8.

$$s_1 = 0,8 \cdot \frac{0,5}{200} \cdot (17,26 + 17,08 + 16,91) + \frac{0,5}{200} \cdot (16,64 + 16,11 + 15,48 + 14,86 + 14,23) = 2,6 \text{ см}$$

Епюри осідань представлені на рисунку 3.3.

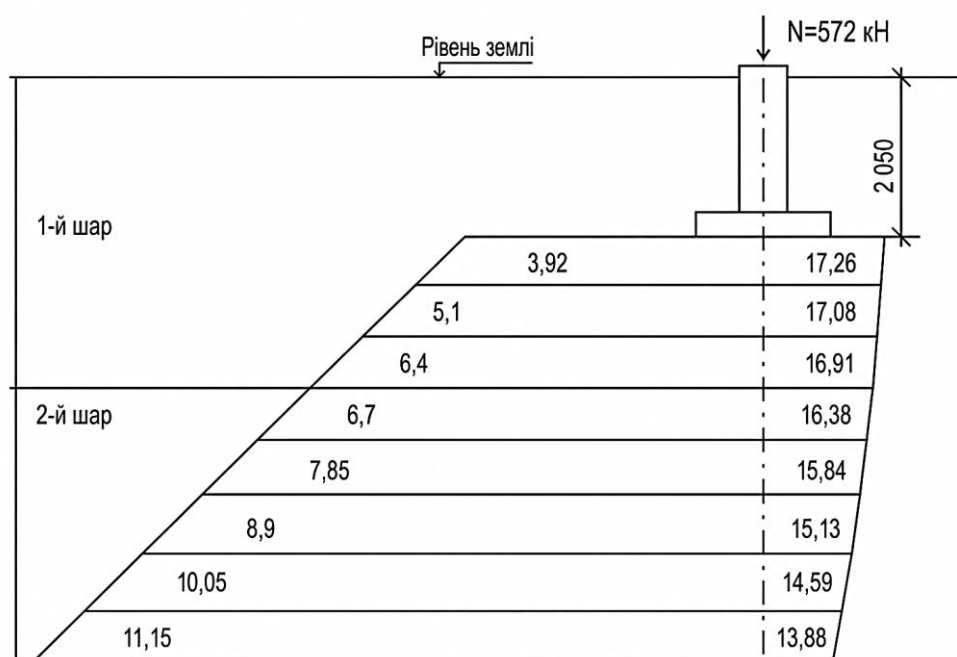


Рисунок 3.3 - Епюри осідання

Висновок: Отримане значення величини осідання менше допустимої величини максимального осідання. Для промислових будівель, з каркасною системою зі сталі та огорожувальними конструкціями, виконаними з металевих сендвіч-панелей, максимальна величина осідання становить $S_{U,max} = 3 \text{ см} \Rightarrow S = 2,6 \text{ см} < 3 \text{ см}$.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Безпека життєдіяльності

4.1.1 Коротка характеристика можливих НС техногенного та природного характеру

При великій аварії глибина зони зараження може досягти більш 20 км, загальна площа зараження – до 1256 км² із зараженням повітря на декілька днів, а води – до місяця і більше.

По залізній і автомобільній дорозі перевозять небезпечні вантажі, здатні заражати місцевість сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР).

Можливі наступні НС техногенного характеру:

- аварії на хімічно небезпечних і інших об'єктах, з викидом шкідливих продуктів їх діяльності (хімічне зараження повітря всього міста до декількох діб, а води – до місяця і більше);
- аварії на залізничному, автомобільному та трубопровідному транспорті, що супроводжуються руйнуваннями і забрудненнями;
- аварії на очисних спорудах підприємств і міста;
- аварії в електросистемах, комунальних системах життєзабезпечення;
- пожежі і вибухи на вибухопожежонебезпечних підприємствах міста.

Можливі наступні НС природного і екологічного характеру:

- метеорологічні небезпечні явища (великий град, сильна хуртовина, мороз, спека, вітри ураганної сили);
- природні пожежі (лісові, торф'яні);
- повені, затоплення;
- забруднення суші пестицидами, ерозія ґрунту;
- забруднення річок озер шкідливими речовинами.

Розробка заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій в більшості випадків ґрунтується на встановленні номенклатури небезпек, квантифікації

небезпек, виявленні причин небезпеки і власне розробці заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій.

Організаційними заходами забезпечуються завчасна розробка і планування дій органів управління, сил і засобів, всього персоналу об'єктів при загрозі виникнення та виникненні НС. Такі заходи включають:

- прогнозування наслідків можливих НС та розробку планів дій як на мирний, так і на воєнний час, враховуючи весь комплекс робіт в інтересах підвищення стійкості функціонування об'єкта;

- створення і оснащення центру аварійного управління об'єкта і локальної системи оповіщення;

- підготовку керівного складу до роботи в НС;

- створення комісії з стійкості і організацію її роботи;

- розробку інструкцій щодо зниження небезпеки виникнення аварійних ситуацій, безаварійної зупинки виробництва, локалізації аварій і ліквідації наслідків;

- навчання персоналу дотримання заходів безпеки, порядку дій при виникненні надзвичайних ситуацій, локалізації аварій та гасіння пожеж, ліквідації наслідків;

- підготовку сил і засобів локалізації аварійних ситуацій і відновлення виробництва;

- підготовку евакуації населення з небезпечних зон;

- визначення розмірів небезпечних зон навколо потенційно небезпечних об'єктів;

- перевірку готовності систем оповіщення та управління в НС;

- організацію медичного нагляду і контролю за станом здоров'я осіб, які отримали різні дози опромінення.

Інженерно-технічними заходами здійснюється підвищення фізичної стійкості будівель, споруд, технологічного обладнання і в цілому виробництва, а також створення умов для його якнайшвидшого відновлення, підвищення ступеня захищеності людей від вражаючих факторів НС. До них відносяться:

– створення на всіх небезпечних об'єктах системи автоматизованого контролю за ходом технологічних процесів, рівнів забруднення приміщень і повітряного середовища цехів небезпечними речовинами і пиловими частинками;

– створення локальної системи оповіщення про виникнення НС персоналу об'єкта, населення, яке проживає в небезпечних зонах (радіаційного, хімічного і біологічного зараження, катастрофічного затоплення і т.п.);

– накопичення фонду захисних споруд і підвищення захисних властивостей сховищ і ПРУ в зонах можливих руйнувань і зараження;

- протипожежні заходи;

- скорочення запасів і термінів зберігання вибухо-, газо- і пожежонебезпечних речовин, обвалування ємностей для зберігання, пристрій заглиблених ємностей для зливу особливо небезпечних речовин з технологічних установок;

- безаварійна зупинка технологічно складних виробництв;

- локалізація аварійної ситуації, гасіння пожеж, ліквідація наслідків аварії і відновлення порушеного виробництва;

- дублювання джерел енергопостачання;

- захист джерел води і контроль якості води;

- герметизація складів і холодильників в небезпечних зонах.

Спеціальними заходами досягається створення сприятливих умов для проведення успішних робіт по захисту і порятунку людей, які потрапили в перелік небезпечних зон, і якнайшвидшої ліквідації НС та їх наслідків. Такими заходами є:

- накопичення засобів індивідуального захисту органів дихання та шкіри;

- створення на хімічно небезпечних об'єктах запасів матеріалів для нейтралізації розлитих і дегазації місцевості, заражених будівель, транспортних засобів, одягу і взуття;

- забезпечення герметизації приміщень в житлових і громадських будівлях, розташованих в небезпечних зонах;

- розробка і впровадження у виробництво захисної тари для забезпечення збереження продуктів і харчової сировини при перевезенні, зберіганні і роздачі продовольства;

- регулярне проведення навчань і тренувань по діях в НС з органами управління, формуваннями, персоналом організацій.

Залежно від обстановки, масштабу прогнозованої або виниклої надзвичайної ситуації встановлюється один з наступних режимів функціонування ДСНС:

- режим повсякденної діяльності – при нормальній виробничо-промисловій, радіаційній, хімічній, біологічній (бактеріологічній), сейсмічній і гідрометеорологічній обстановці, за відсутності епідемій, епізоотій та епіфітотій;

- режим підвищеної готовності – при погіршенні виробничо-промислової, радіаційної, хімічної, біологічної (бактеріологічної), сейсмічної і гідрометеорологічної обстановки, при отриманні прогнозу про можливість виникнення надзвичайної ситуації;

- надзвичайний режим – при виникненні і під час ліквідації надзвичайної ситуації.

Основними заходами, здійснюваними при функціонуванні режимів ДСНС, є:

- в режимі повсякденної діяльності:

- ведення моніторингу надзвичайних ситуацій, прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій;

- планування і виконання цільових і науково-технічних програм і заходів щодо попередження НС, забезпечення безпеки і захисту населення, скорочення можливої шкоди від НС, а також щодо підвищення стійкості функціонування промислових об'єктів і галузей економіки в НС;

- вдосконалення підготовки керівного складу органів управління з надзвичайних ситуацій;

- створення, заповнення та освіження резервів матеріальних ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій;

- здійснення всіх видів страхування;
- в режимі підвищеної готовності:
- створення комісіями з надзвичайних ситуацій оперативних груп для виявлення причин погіршення обстановки в районі можливої надзвичайної ситуації та вироблення пропозицій щодо її нормалізації;
- уточнення планів захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій областей (районів), міст, інших державних організацій;
- посилення чергової і диспетчерської служб;
- ведення моніторингу надзвичайних ситуацій, прогнозування можливості виникнення і розвитку надзвичайної ситуації;
- проведення першочергових заходів з організації життєзабезпечення населення і захисту навколишнього середовища, забезпечення сталого функціонування об'єктів;
- в надзвичайному режимі:
- часткове або повне введення в дію планів захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій областей (районів), міст;
- висування оперативних груп в район надзвичайної ситуації;
- організація ліквідації надзвичайної ситуації;
- визначення меж зони надзвичайної ситуації;
- безперервне ведення моніторингу НС, прогнозування розвитку надзвичайної ситуації, її масштабів і наслідків.

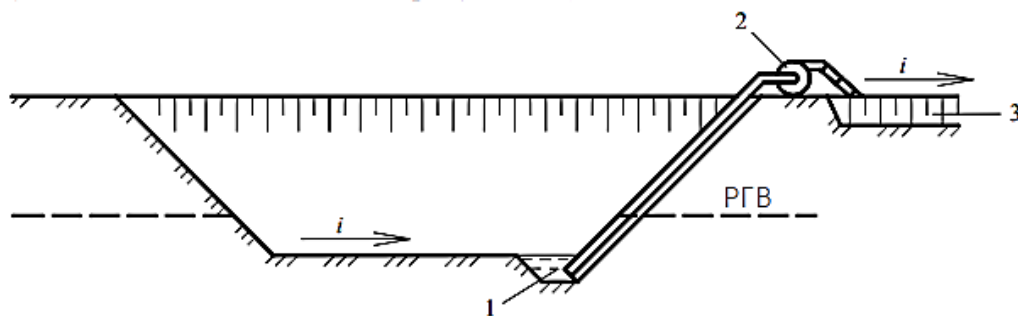
4.1.2 Способи захисту котловану від потрапляння ґрунтових вод під час виконання будівельно-монтажних робіт

Під час робіт із влаштування фундаментів котлован розробляється на глибину нижче рівня ґрунтових вод. У цьому разі необхідно захищати стінки і дно котловану від потрапляння в них води. Існує кілька способів.

Під час водовідливу попередньо осушують водонасичений ґрунт, у такий спосіб запобігаючи потраплянню ґрунтової води в котлован у період виконання в

них будівельно-монтажних робіт.

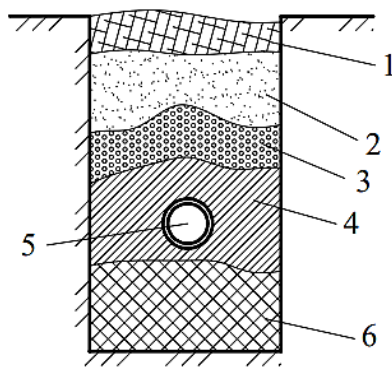
Відкритий водовідлив – відкачування води безпосередньо з котлованів або траншей. Під час відкритого водовідливу ґрунтова вода просочується через укоси і дно котловану, надходячи у водозбірні канави та по них у приямки (зумпфи), звідки її відкачують насосами (рисунок 4.1).



1 – зумпф; 2 – насос; 3 – водовідвідна канава; i – ухил.

Рисунок 4.1 – Схема відкритого водовідливу для котловану

Закритий дренаж – підземний трубопровід із дренажним обсіпанням. Застосовуються азбестоцементні або керамічні труби. Для прийому води в трубах влаштовують пропили або просвердлюють отвори. Дренажні труби обсіпають двома шарами фільтрувального матеріалу товщиною не менше 15 см кожен. Для зовнішнього матеріалу використовується пісок, для внутрішнього – гравій або щебінь. Глибина укладання, діаметр труб і величина поздовжнього ухилу встановлюються під час проектування (рисунок 4.2).



1 – місцевий ґрунт; 2 – дрібнозернистий пісок; 3 – грубозернистий пісок; 4 – гравій;
5 – труба перфорована; 6 – ущільнювальний шар.

Рисунок 4.2 – Закритий дренаж

Штучне зниження рівня ґрунтових вод. Зниження рівня забезпечується шляхом безперервного відкачування води з водоносного шару до початку земляних робіт і в період виконання робіт у виїмці. Ефект водозниження досягається в тому разі, якщо об'єм води, що надходить до свердловини, виявляється меншим за продуктивність водовідкачувального пристрою. Основні способи штучного зниження рівня ґрунтових вод – голкофільтровий, вакуумний і влаштування водознижувальних свердловин.

Голкофільтровий спосіб штучного зниження рівня ґрунтових вод вимагає використання голкофільтрових установок. При цьому відцентровий насос знижує рівень води завдяки дренавальним властивостям ґрунту. У результаті утворюється нова межа рівня ґрунтових вод. Застосування голкофільтрових установок найефективніше в чистих пісках і піщано-гравійчастих ґрунтах. Найбільше зниження рівня ґрунтових вод, що досягається одним ярусом голкофільтрів, становить близько 5 м. За більшої глибини зниження рівня застосовують двоярусні установки або розміщують голкофільтри на бермах.

Вакуумний спосіб штучного зниження рівня ґрунтових вод здійснюється з використанням установки вакуумного водозниження. При цьому відцентровий насос створює і безперервно підтримує у фільтрувальній ланці вакуум, унаслідок чого забезпечується штучне підсмоктування води і зниження рівня ґрунтових вод. Ці установки застосовують для зниження рівня ґрунтових вод у дрібнозернистих ґрунтах, в умовах яких застосування легких голкофільтрових установок недоцільне.

Шпунтове огородження – спосіб тимчасового кріплення вертикальних стінок виїмок у водонасичених ґрунтах або при веденні робіт в умовах обмеженого простору, що дає змогу не забезпечувати необхідного закладення укосів. Шпунт у вигляді суцільної стінки з металевих або дерев'яних елементів забивають до розроблення виїмки, чим забезпечують стійкий і природний стан ґрунту за його межами. Після завершення робіт із влаштування підземної частини будівлі або споруди металеву огорожу витягують для подальшого використання.

4.2 Основи охорони праці

4.1.1 Законодавча база

З метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності, профілактики травматизму і професійних захворювань, отруєнь та відвернення іншої можливої шкоди для здоров'я на підприємствах, в установах і організаціях різних форм власності повинні встановлюватися єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, обладнання, будівель та інших об'єктів, які можуть мати шкідливий вплив на здоров'я. Всі державні стандарти, технічні умови і промислові зразки обов'язково погоджуються з органами охорони здоров'я в порядку, встановленому законодавством. Власники і керівники підприємств, установ та організацій зобов'язані забезпечити в їхній діяльності виконання правил техніки безпеки, виробничої санітарії та інших вимог щодо охорони здоров'я, передбачених законодавством, не допускати шкідливого впливу на здоров'я людей (ст. 28 Основ законодавства України про охорону здоров'я).

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі й на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих чинним законодавством.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною здоров'я, для чого створює на підприємстві підрозділи, які традиційно іменуються службою охорони праці. Типове положення про службу охорони праці затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15 листопада 2004 р. № 255. Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають виробничий стаж роботи не менше трьох років і

пройшли навчання з охорони праці. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.[13]

На службу охорони праці покладено виконання таких завдань. У разі відсутності впровадженої системи якості відповідно до ISO 9001, опрацювання ефективної системи управління охороною праці на підприємстві та сприяння удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника; забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з цих питань; організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників; вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників; контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (у разі наявності) галузевої угоди, розділу "Охорона праці", колективного договору та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства; інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

4.1.2 Розроблення заходів з охорони праці

Повинен бути організований постійний контроль працівниками справності устаткування, пристосувань, інструменту, перевірка наявності та цілісності огорожень, захисного заземлення та інших засобів захисту до початку робіт і в процесі роботи на робочих місцях згідно з інструкціями з охорони праці.

У разі виявлення порушень норм і правил охорони праці працівники повинні вжити заходів до їх усунення власними силами, а в разі неможливості цього припинити роботи та інформувати посадову особу.

У разі виникнення загрози безпеці та здоров'ю працівників відповідальні особи зобов'язані припинити роботи і вжити заходів щодо усунення небезпеки, а за необхідності забезпечити евакуацію людей у безпечне місце.

Відповідно до законодавства на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням, роботодавець зобов'язаний безоплатно забезпечити видачу сертифікованих засобів індивідуального захисту. Проїзди, проходи на виробничих територіях, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях повинні утримуватися в чистоті та порядку, очищатися від сміття і снігу, не захарашуватися матеріалами, що складаються, і конструкціями. Вхід до будівлі, що будується, захищений зверху козирком.

На виробничих територіях, ділянках робіт і робочих місцях працівники забезпечені питною водою, якість якої має відповідати санітарним вимогам.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби освітлені відповідно до вимог державних стандартів.

Небезпечні зони, в які вхід людей, не пов'язаних із цим видом робіт, заборонений, обгороджені та позначені. Тимчасові адміністративно-господарські та побутові будівлі і споруди розміщені поза небезпечною зоною від роботи монтажного крана.

Туалети розміщені таким чином, що відстань від найбільш віддаленого місця поза будівлею не перевищує 200 м. Питні установки розміщені на відстані, що не перевищує 75 м від робочих місць.

4.2.3 Розроблення заходів із пожежної безпеки

Виробничі території будівельного майданчика, включно з ділянками виконання робіт і робочими місцями, обладнуються засобами пожежогасіння згідно з [13]. Розміщено пожежні пости, обладнані інвентарем для пожежогасіння.

Первинні засоби пожежогасіння утримуються відповідно до технічних паспортів і чинних положень, перебувають у справному працездатному стані та

позначаються відповідними знаками.

Використання засобів пожежогасіння для виробничих і господарських потреб не допускається. Протипожежне водопостачання від пожежних гідрантів водопровідної мережі виконується до початку основних будівельних робіт.

Між тимчасовими будівлями і спорудами передбачено протипожежні розриви. Не дозволяється накопичувати на будівельному майданчику відходи горючих матеріалів: масляні ганчірки, тирсу, стружку, відходи пластмас. Їх необхідно зберігати в металевих контейнерах у безпечному місці.

Внутрішній протипожежний водопровід і автоматичні системи пожежогасіння, передбачені проектом, монтують одночасно зі зведенням об'єкта. Протипожежний водопровід вводять у дію до початку оздоблювальних робіт, а автоматичні системи пожежогасіння та сигналізація – до початку пусконаладжувальних робіт.

На об'єкті забезпечується відповідний протипожежний режим, включаючи:

- призначення персональної відповідальності посадових осіб за пожежну безпеку (наявність наказу, інструкції про заходи пожежної безпеки, порядок і строки проведення протипожежного інструктажу, навчання правилам пожежної безпеки);
- забезпечення відповідності електрогосподарства (електрообладнання, електроприладів, електровиробів, електромереж) і автоматичних систем пожежогасіння правилам пожежної безпеки та протипожежним вимогам;
- виконання пожежних і вогневих робіт із дотриманням відповідних заходів безпеки та контролю, включно з обладнанням та обслуговуванням ділянок (постів);
- забезпечення одноразового зберігання допустимої кількості матеріалів і виробів, своєчасної утилізації пожежонебезпечних відходів, виділення та обладнання місць для куріння;
- визначення чіткого порядку поведінки працівників при виявленні пожежі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено основні проєктні рішення сміттепереробного заводу в місті Новгород-Сіверський. Виконана робота спрямована на вирішення актуального інженерного та соціально-екологічного завдання — створення промислового об'єкта для сортування і часткової переробки твердих побутових відходів з подальшим використанням окремих видів вторинної сировини.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи досягнута шляхом розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних та інженерних рішень сміттепереробного заводу, виконання необхідних розрахунків несучих конструкцій і фундаментів, а також опрацювання заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

У роботі розроблено архітектурно-будівельні рішення об'єкта. Охарактеризовано район і майданчик будівництва, прийнято рішення генерального плану, визначено склад основних будівель і споруд на території підприємства. На ділянці передбачено будівлю заводу, адміністративно-побутовий корпус, контрольно-пропускний пункт, склади готової та проміжної продукції, майданчики для легкового і вантажного транспорту, інженерні споруди та елементи благоустрою. Таке розміщення забезпечує функціональний зв'язок між виробничими, складськими, транспортними та допоміжними зонами.

У межах архітектурно-будівельного розділу також описано функціональний процес підприємства. Проєктований завод передбачає приймання несортованих твердих побутових відходів, їх поділ за основними групами, відокремлення придатної для подальшого використання сировини, пресування, подрібнення, очищення, складування та вивезення матеріалів на подальшу переробку. У складі будівлі передбачено сортувальний цех, цех переробки ПЕТ-пляшок, цех переробки паперу та картону, а також цех переробки скла. Прийняте функціональне зонування дає змогу забезпечити послідовність технологічного процесу та раціональну організацію внутрішніх потоків.

Об'ємно-планувальне рішення будівлі прийнято відповідно до її промислового призначення. Будівля має просту прямокутну форму, складається з двох прольотів 24 м і 18 м, із кроком колон 12 м. Така схема є доцільною для виробничої будівлі, оскільки забезпечує достатній відкритий простір для розміщення технологічних ліній, обладнання, транспортних проходів і зон обслуговування. У будівлі передбачено приміщення для персоналу, інженерні та санітарно-побутові приміщення, а також необхідні входи, евакуаційні виходи і в'їзди для навантажувальної техніки. У роботі прийнято каркасну конструктивну схему будівлі з металевих конструкцій. Основними несучими елементами є сталеві колони, фахверкові колони, металеві трапецієподібні ферми та прогони покриття. Як огорожувальні конструкції передбачено сендвіч-панелі, що відповідає характеру промислової будівлі та забезпечує раціональність монтажу, необхідні теплотехнічні показники й технологічність будівництва. Покрівля запроєктована з покрівельних сендвіч-панелей, водовідвід прийнято внутрішній. Навколо будівлі передбачено бетонну відмостку. Виконано розрахунок приміщень адміністративно-побутового корпусу з урахуванням кількості працівників у зміну, режиму роботи підприємства та групи виробничих процесів. За результатами розрахунку визначено необхідну кількість санітарно-побутових приладів для чоловіків і жінок. Також виконано теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. За його результатами прийнято товщину утеплювача для стін 100 мм, для покрівлі — 150 мм, що забезпечує необхідні теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій.

Виконано розрахунково-конструктивний розділ. У роботі наведено вихідні дані для розрахунку каркаса, визначено матеріал основних металевих конструкцій, прийнято сталь С255, а також виконано збір навантажень на сталеву кроквяну ферму. У розрахунку враховано постійні навантаження від власної ваги конструкцій і покрівельних сендвіч-панелей, а також тимчасові кліматичні впливи, зокрема снігове та вітрове навантаження для району будівництва.

Розрахунок сталеві кроквяної ферми виконано у програмному комплексі із використанням методу кінцевих елементів. Навантаження від покриття передано

на ферму через прогони, при цьому розрахунок виконано для найбільш навантаженої центральної ділянки. У процесі розрахунку побудовано розрахункову схему, задано навантаження від власної ваги, прогонів і снігу, отримано епюри поздовжніх зусиль та виконано перевірку несучої здатності елементів ферми. За результатами розрахунку виконано підбір перерізів конструктивних елементів сталеві кроквяної ферми. Для верхнього та нижнього поясів, крайніх стійок, стійок і поперечин прийнято сталеві швелери з паралельними гранями полиць. Прийняті перерізи відповідають характеру роботи елементів ферми та забезпечують несучу здатність конструкції при заданих навантаженнях.

Розроблено рішення фундаментів з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Проаналізовано матеріали інженерно-будівельних вишукувань, літологічну будову основи та характеристики ґрунтів. Встановлено, що у верхній частині основи залягають техногенні ґрунти, нижче — пілуватий пісок. Підземні води розташовані на глибині 8 м і не створюють небезпеки для прийнятого фундаментного рішення. У роботі визначено вихідні та класифікаційні характеристики ґрунтів, обґрунтовано вибір несучого шару основи та глибину закладення фундаменту. З урахуванням недостатньої надійності техногенного ґрунту прийнято рішення щодо його часткового видалення та ущільнення. Глибину закладення фундаменту прийнято 2,2 м. Таке рішення враховує інженерно-геологічні умови майданчика, умови промерзання та необхідність забезпечення надійної роботи фундаменту. Після збору навантажень виконано розрахунок монолітного фундаменту на природному ґрунті. Прийняте фундаментне рішення відповідає каркасній схемі будівлі та забезпечує передачу навантажень від металевих каркасів на ґрунтову основу. Розрахунок фундаменту виконано з урахуванням фактичних ґрунтових умов і навантажень від будівлі, що дає змогу забезпечити стійкість та надійність роботи основи і фундаментів.

Розглянуто питання безпеки життєдіяльності та основ охорони праці. Наведено коротку характеристику можливих надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, які можуть виникати під час будівництва

або експлуатації об'єкта. Окремо розглянуто способи захисту котловану від потрапляння ґрунтових вод під час виконання будівельно-монтажних робіт. У розділі охорони праці запропоновано заходи, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику. Вони стосуються організації робочих місць, дотримання вимог безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт, використання засобів індивідуального захисту, контролю за технічним станом машин, механізмів та інструментів, а також належного утримання проходів, проїздів і небезпечних зон. Також у роботі розроблено заходи з пожежної безпеки. У будівлі передбачено евакуаційні виходи, систему оповіщення про пожежу, аварійне освітлення на шляхах евакуації, під'їзд пожежних машин, використання пожежних гідрантів та вогнезахист сталевих конструкцій. Запропоновані рішення спрямовані на зменшення ризику виникнення пожежі, забезпечення безпечної евакуації людей і створення умов для оперативної роботи пожежно-рятувальних підрозділів.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі послідовно вирішено всі завдання, сформульовані у вступі: розроблено архітектурно-будівельні рішення сміттєпереробного заводу, виконано розрахунок сталевий кроквяної ферми з підбором перерізів конструктивних елементів, запроектовано монолітний фундамент на природній основі та опрацьовано заходи з безпеки життєдіяльності, охорони праці й пожежної безпеки. Прийняті рішення є взаємопов'язаними, технічно обґрунтованими та відповідають призначенню проєктованого об'єкта.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Конончук О.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / О. П. Конончук, В. П. Ясній, О. М. Мещерякова, І. В. Коваль. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – 78 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2014
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДСТУ Б В.2.1-12:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності. К. Мінрегіонбуд України, 2010.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. К. Мінрегіонбуд України, 2011.
7. ДБН В.1.17-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.
8. ДБН В.1.1-12-2014 Будівництво у сейсмічних районах України. К. Мінрегіонбуд України, 2014
9. 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.
10. ДБН В.2.2-9:2018 Громадські будинки та споруди. Основні положення К. Мінрегіонбуд України, 2019.
11. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.
12. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук.—Тернопіль:

ТНТУ, 2017.–14с.

13. Мещерякова О.М. Методичний посібник до виконання курсового проекту з курсу «Архітектура будівель і споруд»/ О. М. Мещерякова. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. — 120 с.

14. НАПБ А.01.001-2004 «Правил пожежної безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт».

15. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство: Навчальний посібник / Л.Г. Бодрова, Г.М. Крамар, Я.О. Ковальчук, І.В. Коваль – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – 157 с.

16. Ігнат'єва В.Б. Кришка люка / В.Б. Ігнат'єва. Патент на корисну модель № 153170, Україна, МПК (2006) E02D 29/14. Заявка № у 202202582; заявл. 15.07.2022; опубл. 31.05.2023, Бюл. № 22/2023.

17. Підгурський М.І. Проектування металевих конструкцій. Сталевий каркас одноповерхової виробничої будівлі. Теоретичні основи проектування з прикладами розрахунку / М.І. Підгурський, І.М. Підгурський. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.М, 2021. – 236 с.

18. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Будівельні конструкції, будівлі і споруди». Частина І: Будівельні конструкції і будівлі (для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання) / Укл.: В. Б. Ігнат'єва. – Тернопіль : вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 64 с.

19. Програмне забезпечення інженерних розрахунків : конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання / Укладач: Сорочак А.П. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.

20. Ясній П.В. «Механіка руйнування будівельних конструкцій» : консп. лекц. для студентів денної форми навчання за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / укладачі : П.В. Ясній , В. П. Ясній. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 72 с.