

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 спортивного залу

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-42
спеціальності _____

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис) Бондарук А. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис) Баран Д. Я.
(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)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Бондарук А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Баран Д.Я.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНИЙ.....	10
1.1 Генеральний план.....	10
1.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	11
1.3 Конструктивне рішення.....	13
1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	14
1.4.1 Теплотехнічний розрахунок стіни.....	15
1.4.2 Теплотехнічний розрахунок покрівлі.....	16
1.4.3 Теплотехнічний розрахунок покриття над допоміжними приміщеннями.....	18
1.5 Оздоблення.....	19
1.5.1 Зовнішнє оздоблення	19
1.5.2 Внутрішнє оздоблення.....	19
1.6 Санітарно-технічне та інженерне обладнання	21
1.7 Протипожежні вимоги	21
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНИЙ.....	23
2.1 Розрахунок кроквяної ферми	24
2.1.1 Вибір марки сталі	24
2.2 Вибір розрахункової схеми	25
2.3 Сума навантажень на ферму	25
2.3.1 Визначення власної ваги покрівлі	25
2.3.2 Визначення снігового навантаження	26
2.3.3 Визначення вітрового навантаження	27
2.4 Проектування кроквяної ферми.....	29
2.4.1 Статичний розрахунок.....	29
2.4.2 Підбір перерізів стрижнів ферми.....	31
2.4.3 Конструювання та розрахунок вузлів ферм	35
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	43

3.1 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць.....	43
3.2 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт	44
3.3 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій	46
3.4 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт	46
3.5 Забезпечення пожежної безпеки.....	47
3.6 Техніка безпеки при оздоблювальних роботах.....	47
3.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт.....	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50
БІБЛІОГРАФІЯ.....	53

ВСТУП

Спортивні зали є важливою складовою громадської інфраструктури, оскільки забезпечують умови для систематичних занять фізичною культурою, проведення тренувань, оздоровчих заходів, навчальних занять і спортивних змагань. Рационально запроектована спортивна будівля повинна поєднувати просторий зал для виконання основних фізичних вправ, допоміжні приміщення для спортсменів і персоналу, безпечні шляхи руху, належні санітарно-гігієнічні умови та надійні конструктивні рішення.

Актуальність кваліфікаційної роботи за темою «Проект спортивного залу» полягає у необхідності створення функціонального спортивного об'єкта, придатного для занять різними видами спорту та фізкультурно-оздоровчої діяльності. Для таких будівель важливими є забезпечення достатньої висоти і площі спортивного простору, зручне розміщення роздягалень, санітарно-побутових приміщень, медичного блоку, інвентарних, технічних приміщень і зон для відвідувачів. Водночас будівля має відповідати вимогам пожежної безпеки, доступності, теплозахисту, довговічності та безпечної експлуатації.

Об'єктом проєктування є одноповерхова будівля спортивного залу прямокутної форми в плані. Габаритні розміри будівлі в осях становлять 58,50 × 37,70 м. Висота універсального спортивного залу до нижнього поясу кроквяних ферм прийнята 8,0 м, що дає змогу забезпечити належні умови для проведення ігрових занять та тренувань. Допоміжні приміщення мають меншу висоту, що відповідає їх функціональному призначенню та дозволяє раціонально використовувати внутрішній об'єм будівлі.

Основним приміщенням комплексу є універсальний спортивний зал, призначений для занять волейболом, баскетболом і мініфутболом. При спортивному залі передбачено інвентарну для зберігання спортивного обладнання. Додатково у складі будівлі запроектовано тренажерний зал, що

розширює функціональні можливості об'єкта та дозволяє використовувати його для індивідуальних і групових фізкультурно-оздоровчих занять.

Вхідна група включає тамбур, вестибюль, гардероб верхнього одягу та приміщення охорони. Така організація забезпечує впорядкований прийом відвідувачів, контроль доступу до будівлі та розподіл потоків людей перед входом до спортивних і допоміжних зон. Для супроводжуваних осіб передбачено окремі приміщення й балкон на позначці другого рівня, з якого можливо спостерігати за проведенням тренувань і спортивних заходів.

Для спортсменів запроєктовано окремі чоловічі та жіночі роздягальні, кожна з яких розрахована на 24 особи. У складі роздягалень передбачено приміщення для переодягання, санітарні вузли, переддушові та душові. Окремо передбачено роздягальню для тренерів із санітарно-побутовими приміщеннями. Таке функціональне зонування створює належні умови для підготовки до занять, відновлення після фізичних навантажень і щоденної експлуатації спортивної будівлі.

У складі комплексу також передбачено медичний блок, що включає кабінет лікаря, залу очікування та приміщення для зберігання відповідного інвентарю. Наявність медичних приміщень є важливою складовою безпечного функціонування спортивного об'єкта, оскільки забезпечує можливість надання первинної допомоги у разі травм або погіршення самопочуття відвідувачів.

Адміністративно-побутова частина включає приміщення адміністратора, кімнату персоналу, підсобне приміщення, приміщення для прибирального інвентарю, санітарні вузли та універсальні кабінети для маломобільних груп населення. Передбачено також буфет, що забезпечує базове обслуговування відвідувачів і працівників спортивного залу. Для інженерного забезпечення будівлі запроєктовано серверну, електрощитову, тепловий пункт, насосну та вентиляційну камеру.

Архітектурно-планувальна організація будівлі сформована з урахуванням розділення потоків відвідувачів, спортсменів, тренерів, персоналу та технічних

служб. Головний вхід забезпечує доступ до вестибюльної групи, спортивного залу й основних громадських зон, тоді як службові входи призначені для персоналу та технічного обслуговування будівлі. Таке рішення сприяє безпечній експлуатації об'єкта, зручному користуванню приміщеннями та впорядкованому руху людей.

Конструктивна система спортивного залу прийнята у вигляді сталевого зв'язкового каркаса. Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечуються жорстким закріпленням колон у фундаментах, системою вертикальних зв'язків між колонами, горизонтальними зв'язками по покриттю та спільною роботою дисків перекриття. Основними несучими елементами є сталеві колони, балки, кроквяні ферми, прогони й зв'язкові конструкції.

Для перекриття спортивного залу застосовано трапецієподібну сталеву кроквяну ферму прольотом 24 м із трикутною решіткою. Таке рішення дає можливість перекрити значний внутрішній простір без улаштування проміжних опор у межах спортивного залу. Відсутність внутрішніх колон створює сприятливі умови для розміщення спортивного майданчика, вільного переміщення учасників занять і безпечного використання залу за різними сценаріями.

Зовнішні огорожувальні конструкції передбачено з тришарових металевих сендвіч-панелей із мінераловатним утеплювачем. Покриття спортивного залу також виконується із сендвіч-панелей, а над допоміжними приміщеннями прийнято покриття з полімерною мембраною по профільованому настилу. Такі конструктивні рішення спрямовані на зменшення маси будівлі, скорочення строків монтажу, забезпечення нормативних показників теплозахисту та захист внутрішніх приміщень від атмосферних впливів.

Внутрішнє оздоблення приміщень прийнято відповідно до їх експлуатаційного призначення. У спортивному залі передбачено спеціальне спортивне ПВХ-покриття підлоги. У вестибюлі, коридорах, гардеробі та зонах інтенсивного руху застосовуються керамогранітні покриття, а в санітарно-побутових і технічних приміщеннях — керамічна плитка. Оздоблювальні

матеріали вибрано з урахуванням вимог зносостійкості, можливості вологого прибирання, санітарно-гігієнічної безпеки та довговічності.

Будівля оснащується системами опалення, холодного й гарячого водопостачання, каналізації, електропостачання, штучної вентиляції та природної вентиляції санітарних вузлів.

У роботі також опрацьовано питання пожежної безпеки. Прийняті рішення забезпечують організовану евакуацію людей та обмеження поширення небезпечних факторів пожежі.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних і розрахунково-конструктивних рішень спортивного залу з урахуванням його функціонального призначення, вимог безпеки відвідувачів, надійності сталевих каркаса, теплозахисту огорожувальних конструкцій, пожежної безпеки та безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

1. Розроблено рішення генерального плану з урахуванням транспортного обслуговування, благоустрою, твердих покриттів і озеленення території.
2. Визначено склад та функціональне призначення спортивних, адміністративних, медичних, санітарно-побутових і технічних приміщень.
3. Обґрунтовано об'ємно-планувальне рішення одноповерхової будівлі спортивного залу.
4. Прийнято конструктивну схему будівлі зі сталевими колонами, балками, кроквяними фермами, прогонами та системами зв'язків.
5. Розглянуто рішення зовнішніх стін, покриття, перегородок, підлог, вікон, дверей і внутрішнього оздоблення приміщень.
6. Виконано теплотехнічні розрахунки зовнішніх стін, покриття спортивного залу та покриття над допоміжними приміщеннями.
7. Передбачено інженерне обладнання будівлі, зокрема системи опалення, вентиляції, водопостачання, каналізації та електропостачання.

8. Розроблено протипожежні заходи та визначено принципи організації безпечної евакуації відвідувачів і персоналу.

9. Виконано збір постійних, снігових і вітрових навантажень на кроквяну ферму.

10. Складено розрахункову схему ферми, визначено внутрішні зусилля у її стрижнях і підібрано перерізи поясів, стійок та розкосів.

11. Виконано конструювання й розрахунок вузлів кроквяної ферми.

12. Опрацьовано заходи з охорони праці та техніки безпеки під час вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, оздоблювальних і земляних робіт.

Вихідними даними для проєктування є призначення об'єкта як спортивного залу, одноповерхова каркасна будівля з універсальним ігровим залом, тренажерною зоною, роздягальнями, медичними та технічними приміщеннями, застосування сталевих колон і кроквяних ферм, сендвіч-панелей, профільованого настилу, полімерного покриття та комплексу інженерних мереж.

Методи виконання роботи включають аналіз функціональних, архітектурно-планувальних і конструктивних вимог до спортивних споруд, теплотехнічне обґрунтування огорожувальних конструкцій, визначення навантажень, статичний розрахунок кроквяної ферми, підбір перерізів сталевих елементів, конструювання вузлів та розроблення заходів із безпечного виконання будівельних робіт.

Практичне значення роботи полягає у розробленні комплексного проєктного рішення спортивного залу, яке забезпечує можливість проведення ігрових, тренувальних і фізкультурно-оздоровчих занять, належні умови для спортсменів, тренерів і відвідувачів, надійну роботу сталевих каркасів, відповідність огорожувальних конструкцій вимогам теплозахисту та безпечну експлуатацію будівлі.

Ключові слова: СПОРТИВНИЙ ЗАЛ, СТАЛЕВИЙ КАРКАС, КРОКВЯНА ФЕРМА, СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНИЙ

1.1 Генеральний план

Проектована будівля спортивного комплексу розташована на у смт Борова.

Кліматичні умови:

- кліматичний район — II;
- температура найхолоднішої п'ятиденки, забезпеченістю 0,92 мінус 20,⁰С;
- температура найхолоднішої доби з імовірністю 0,98 — мінус 21,0 ⁰С;
- район за вітровим тиском — III;
- нормативне значення вітрового тиску — 0,38 кПа;
- нормативна вага снігового покриву (II) — 120 кг/м² (1,0/кПа);
- район за товщиною шару ожеледиці — II;
- сейсмічність району — 7 балів.

Під будівництво будівлі відведено ділянку площею 7150 м².

Водопостачання, теплопостачання та каналізація здійснюються від існуючих мереж.

В'їзд на майданчик та прилеглу територію здійснюється з вулиці Мікрорайон. Щодо орієнтації за сторонами світу будівля розташована так, що всі приміщення мають оптимальну орієнтацію та необхідну інсоляцію.

Відстані від будівель і споруд до осі дерев та чагарників прийнято згідно з [2].

Ширину смуги зелених насаджень слід прийняти не меншою, ніж зазначена в [2].

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники генерального плану

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	%
1	Загальна площа ділянки	м ²	7150	100
2	Площа забудови	м ²	1890	26
3	Площа твердого покриття	м ²	2902	41
4	Площа озеленення	м ²	2358	33

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Проектована будівля 1-поверхова, прямокутної форми в плані. Розміри проектованої будівлі в осях 1-13 становлять 58,50 м, в осях А-І — 37,70 м. Висота поверху допоміжних приміщень до нижньої межі покриття становить 4,195 м, висота спортивного залу до нижньої межі ферм — 8,0 м. Висота до підвісної стелі допоміжних приміщень — 3 м.

Вхідна група, що складається з таких приміщень:

- тамбур;
- вестибюль — загальний для відвідувачів та супроводжуючих;
- гардероб верхнього одягу — на 120 місць;
- приміщення охорони.

Спортивний зал:

- спортивний зал для ігор у волейбол, баскетбол та міні-футбол;
- інвентарна при спортивному залі.

Тренажерний зал.

Буфет.

Жіноча роздягальня на 24 особи, що складається з приміщень:

- роздягальня;
- туалет;
- санвузол для МГН;
- переддушова;
- душова.

Чоловіча роздягальня на 24 особи, що складається з приміщень:

- роздягальня;
- туалет;
- санвузол для МГН;
- переддушова;
- душова.

Роздягальня для тренерів, що складається з приміщень:

- роздягальня;
- туалет;
- кабіна для переодягання з душовою.

Медичні приміщення:

- -кабінет лікаря;
- -зала очікування;
- приміщення для зберігання інвентарю медичних приміщень.

Адміністративно-побутові та допоміжні приміщення:

- приміщення адміністратора;
- кімната персоналу з кабінкою для переодягання та душовою;
- туалет для персоналу;
- підсобне приміщення;
- приміщення для прибирального інвентарю;
- універсальна кабіна.

Приміщення для розміщення інженерного обладнання:

- серверна;
- електрощитова;
- тепловий пункт;
- насосна;
- вентиляційна камера.

Головний вхід до будівлі розташований по осі 1 у напрямку Д-Г. Службові входи до будівлі передбачені по осі І у напрямках 8-7 та 3-2. На відмітці +4,200 запроектовано балкон для супроводжуваних осіб. Вихід на покрівлю здійснюється з рівня землі по пожежних сходах П1-2, розташованих по осі А/3-4 та Е/10. Протипожежні двері в технічних приміщеннях встановлюються 2-го типу з межею вогнестійкості EI30.

Основні характеристики будівлі:

- рівень відповідальності будівлі — нормальний;

– ступінь вогнестійкості будівлі — II;

1.3 Конструктивне рішення

Конструктивна система будівлі — зв'язковий каркас. Просторова жорсткість і стійкість каркаса забезпечуються за рахунок жорсткого з'єднання колон з фундаментами, шарнірних вузлів рам каркаса, системи вертикальних зв'язків між колонами та системи зв'язків перекриття. Незмінність диска покриття та перекриттів забезпечується жорстким з'єднанням монолітних плит перекриттів на незнімній опалубці з профільованого настилу з елементами балкових решіток перекриттів.

Колони — сталеві, двотавр 25K2, 35K2. Марка сталі С345-1.

Балки перекриття та покрівлі — сталеві, двотаврові 35Ш2, 25Ш1, 70Ш2. Марка сталі С345-3 різної довжини.

Вертикальні зв'язки між колонами — з труб квадратного перерізу 120×5 . Марка сталі С345-1.

Балконні перекриття — монолітна залізобетонна плита перекриття на незнімній опалубці з профільованого листа. Наведена товщина перекриття прийнята рівною 0,13 м.

Ферма спортзалу — складеного перерізу з кутників $125 \times 9,100 \times 8,80 \times 6$. Марка сталі С345-3, $L=24$ м.

Зв'язки по покриттю спортзалу — з труб квадратного перерізу 100×5 , складеного перерізу з кутників 125×8 . Марка сталі С345-1. Прогони спортзалу — зі швелера 24 П. Марка сталі С345-3. Сходи — збірні залізобетонні сходинок на сталевих косоурах із швелера 27П шириною 1,6 м. Зовнішні стіни — ненесучі тришарові металеві сендвіч-панелі з мінераловатним утеплювачем товщиною 200мм.

Внутрішні перегородки: - перегородки КНАУФ: тип С112 - металевий каркас перегородки шириною 75 (100) з двошаровими обшивками з гіпсових

листів ГСП-(А,Н2)2×12,5 товщиною 125 мм (150 мм), із заповненням — мінеральна плита нового покоління — 75 мм;

Покриття над допоміжними приміщеннями з полімерної мембрани з організованим зовнішнім водостоком через парпетні воронки. Покриття над спортивним залом — тришарова сендвіч-панель із заповненням мінераловатним утеплювачем. Для організації зовнішнього водостоку з покрівлі через парпети використовуються ПВХ-воронки для парпетів 100 × 100 від компанії. Для підйому на покрівлю спортзалу використовуються металеві сходи. Віконні блоки виготовляються з полівінілхлоридних профілів білого кольору згідно. У всіх приміщеннях передбачені вікна зі стулками, що відкриваються, для провітрювання в усі пори року. На вікнах встановлені фіксатори для відкривання, у стулках для провітрювання встановлені москітні сітки. Зовнішні двері виготовляються з алюмінієвих сплавів згідно (білий колір), металеві.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Кліматичні параметри в с.м.т Борова:

- температура повітря найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю 0,92 $t_5 = -20^{\circ}\text{C}$ [4];
- розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі — $t_i = 18^{\circ}\text{C}$ [4];
- середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду із середньодобовою температурою повітря не більше $8^{\circ}\text{C } t_{ht} = -7,9^{\circ}\text{C}$ [4];
- тривалість опалювального періоду із середньодобовою температурою повітря не більше $8^{\circ}\text{C } z_{ht} = 124\text{діб}$ — табл. 1[4];
- зона вологості суха —[4];
- режим вологості приміщень будівель — нормальний [4];
- умови експлуатації огорожувальних конструкцій А [4].

За табл. 3[4] визначається нормоване значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій:

- стін $R_{req}=2,92 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- покриття $R_{req} = 3,92 \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Опір теплопередачі багатошарової огорожувальної конструкції визначається [4]:

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} \quad (1.1)$$

де $R_{si} = \frac{1}{\alpha_f, \alpha_f = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})}$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, що приймається за [4];

$R_{se} = \frac{1}{\alpha_{ext}}, \alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для умов холодного періоду, що приймається за табл. 8[4];

$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ — тепловий опір огорожувальної конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами [6];

$R = \frac{\delta}{\lambda}$ - термічний опір одного шару огорожувальної конструкції [4];

δ - товщина шару;

λ - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару.

1.4.1 Теплотехнічний розрахунок стіни

Визначаємо теплотехнічні характеристики шарів і узагальнюємо їх у таблиці.

У таблиці 1.2 наведено матеріали та їхні характеристики конструкції стіни.

Таблиця 1.2 – Теплотехнічні характеристики конструкції стіни з панелей

Назва шару	Щільність шару γ , кг/м ³	Товщина шару δ , м	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару λ , Вт/(м°С)
Сталь	1800	0,001	0,66
Сталь	1800	0,001	0,66
Мінеральна плита	100	X	0,056

Опір теплопередачі:

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} \geq R_{req} \quad (1.2)$$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{X}{0,056} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{1}{23} \geq 2,92;$$

$$X \geq 0,16\text{м.}$$

У зв'язку з цим візьмемо товщину утеплювача $\delta = 160\text{мм}$. Товщина стіни становить $\delta = 162\text{мм}$.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{0,16}{0,056} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{1}{23} = 3,02 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

R_0 - приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·°С/ Вт.

Загальна товщина огорожувальних стін становить 162 мм.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок покрівлі

На рисунку 1.3 показано конструкцію покриття.

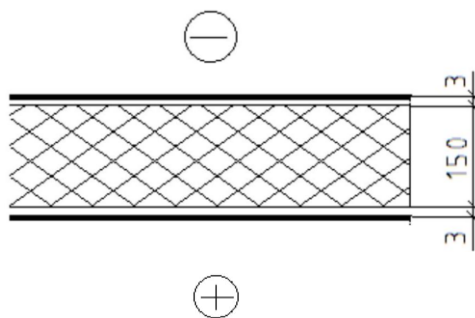


Рисунок 1.3 – Структура покриття

Визначаємо теплотехнічні характеристики шарів і узагальнюємо їх у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Теплотехнічні характеристики конструкції покриття

Назва шару	Щільність шару γ , кг/м ³	Товщина шару δ , м	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару λ , Вт/(м · °С)
Сталь	1800	0,001	0,66
Мінеральна плита	100	X	0,056
Сталь	1800	0,001	0,66

Опір теплопередачі:

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} \geq R_{req}; \quad (1.3)$$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{X}{0,056} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{1}{23} \geq 3,92;$$

$$X \geq 0,22\text{м.}$$

У зв'язку з цим візьмемо товщину утеплювача $\delta = 210\text{мм}$.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{0,22}{0,056} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{1}{23} = 4,09 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

R_0 - приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції.

1.4.3 Теплотехнічний розрахунок покриття над допоміжними приміщеннями

Визначаємо теплотехнічні характеристики шарів і узагальнюємо їх у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Теплотехнічні характеристики конструкції покриття

Назва шару	Щільність шару γ , кг/м ³	Товщина шару δ , м	Коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару λ , Вт/(м · °С)
Полімерна мембрана	600	0,0015	0,17
Мінплита	100	X	0,056
Пароізоляція	100	0,0002	0,27
Сталевий профільований лист	1800	0,001	0,66

Опір теплопередачі:

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} \geq R_{req};$$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{0,0002}{0,27} + \frac{X}{0,056} + \frac{0,0015}{0,17} + \frac{1}{23} \geq 3,92$$

$$X \geq 0,22\text{м.}$$

У зв'язку з цим візьмемо товщину утеплювача $\delta = 210\text{мм.}$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,66} + \frac{0,0002}{0,27} + \frac{0,22}{0,056} + \frac{0,0015}{0,17} + \frac{1}{23} = 4,1 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

R_0 - приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м² С/ Вт.

1.5 Оздоблення

1.5.1 Зовнішнє оздоблення

Об'єм будівлі виконано з тришарових металевих сендвіч-панелей товщиною 200мм.

Композиційним прийомом при оформленні фасадів є поєднання колірного рішення площин стін, кольору елементів заповнення віконних прорізів, вітражів та зовнішніх дверей. В основі ритмічного малюнка фасаду лежить геометрія ділянок зовнішніх стін, що відрізняються за кольором

1.5.2 Внутрішнє оздоблення

Матеріали та вироби, що використовуються при оздобленні, повинні відповідати вимогам державних стандартів і мати гігієнічний висновок, виданий органами державної санітарно-епідеміологічної служби, а також сертифікати відповідності вимогам пожежної безпеки. Внутрішнє оздоблення приміщень здійснюється з урахуванням нормативних документів. Для внутрішнього оздоблення використовуються матеріали відповідно до функціонального призначення приміщень. Поверхня стін, підлог, стель має бути гладкою, без дефектів та має оздоблення, що допускає вологе прибирання та є стійкою до обробки миючими та дезінфікуючими засобами.

Підлоги:

- спортивний зал — спортивне ПВХ-покриття;
- приміщення охорони, приміщення адміністратора, підсобне приміщення, приміщення персоналу, роздягальня для тренерів, роздягальня на 24 особи (жіноча та чоловіча), інвентарна — лінолеум;
- тамбури, вестибюль, гардероб, коридори, зал очікування — керамогранітна плитка;

- туалети, санітарно-гігієнічні кабінети, кабінети для переодягання, душові, кабінет лікаря, технічні приміщення — керамічна плитка.

Стіни:

- технічні приміщення — фарбування водно-дисперсійна (водоемульсійна) акрилова фарба;

- душові, переддушові, вбиральні, санітарно-гігієнічні кабінети, кабінети для переодягання, кабінет лікаря — облицювання глазурованою плиткою;

- тамбур, вестибюль, коридори, гардероб верхнього одягу, зал очікування, приміщення охорони, приміщення адміністратора, приміщення персоналу — обклеювання склошпалерами з фарбуванням водно-дисперсійною фарбою Caparol Samtex;

- роздягальня для тренерів, роздягальня на 24 особи (жіноча та чоловіча), інвентарна, підсобне приміщення — водно-дисперсійна фарба Caparol;

- спортивний зал (фарбування колон).

- технічні приміщення — водно-дисперсійна (водоемульсійна) акрилова фарба.

У всіх приміщеннях, де встановлені раковини, виконати фартух із глазурованої плитки висотою 1,6м, шириною 1м.

Стелі:

- туалети, вбиральні, переддушові, душові — підвісні алюмінієві рейкові стелі;

- тамбури — обшивка стелі ГКЛ з утепленням та фарбування водно-дисперсійною (водоемульсійна) акриловою фарба;

- вестибюль, приміщення охорони, адміністратор, гардероб верхнього одягу, приміщення адміністратора, роздягальні, коридори, кімната персоналу, зал очікування, кабінет лікаря, інвентарна, підсобне приміщення — підвісні стелі.

1.6 Санітарно-технічне та інженерне обладнання

Проектована будівля обладнана сучасними санітарно-технічними та інженерними системами. Будівля включає в себе систему опалення, трубопроводи холодної та гарячої води, каналізаційні пристрої. У будівлі облаштовано електричні та телефонні мережі. Передбачено підключення зазначених інженерно-технічних систем до найближчих мереж водопостачання та енергопостачання.

У будівлі передбачена система штучної вентиляції та природна вентиляція у санвузлах через вентиляційні канали розміром 150 × 300 мм.

1.7 Протипожежні вимоги

Протипожежні вимоги у проєкті виконані відповідно до [18]. У будівлі передбачено господарсько-питне, протипожежне та гаряче водопостачання, каналізацію та водостоки. У будівлі також передбачено системи опалення, вентиляції або кондиціонування, що забезпечують відповідну температуру, вологість та очищення повітря.

Під час проєктування передбачено конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують у разі пожежі:

- можливість евакуації людей незалежно від їхнього віку та фізичного стану назовні, на прилеглу до будівлі територію, до настання загрози їхньому життю та здоров'ю внаслідок впливу небезпечних факторів пожежі;
- можливість порятунку людей;
- можливість доступу особового складу пожежних підрозділів та подачі засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей та матеріальних цінностей;
- непоширення пожежі на сусідні будівлі, у тому числі під час обвалення будівлі, що горить;

— обмеження прямої та непрямой матеріальної шкоди, включаючи вміст будівлі та саму будівлю, за умови економічно обґрунтованого співвідношення величини збитків та витрат на протипожежні заходи, пожежну охорону та її технічне оснащення.

Пожежно-технічна класифікація будівельних матеріалів, конструкцій, приміщень, будівель, елементів та частин будівель ґрунтується на їхньому поділі за властивостями, що сприяють виникненню небезпечних факторів пожежі та її розвитку, — пожежній небезпеці, та за властивостями опору впливу пожежі й поширенню її небезпечних факторів — вогнестійкості.

Пожежно-технічна класифікація призначена для встановлення необхідних вимог щодо протипожежного захисту конструкцій, приміщень, будівель, елементів та частин будівель залежно від їх вогнестійкості та (або) пожежної безпеки.

Висота евакуаційних виходів у прорізі не менше 1,9 м, ширина прийнята 1,2 м, з урахуванням кількості евакуйованих понад 50 осіб.

У всіх випадках ширина евакуаційного виходу спроектована таким чином, щоб з урахуванням геометрії евакуаційного шляху через отвір або двері можна було безперешкодно пронести ноші з людиною, що лежить на них.

Двері евакуаційних виходів та інші двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі.

Двері евакуаційних виходів із поверхових коридорів, холів, фойє, вестибюлів та сходових клітин не мають засувки, що перешкоджають їхньому вільному відкриванню зсередини без ключа.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНИЙ

Конструктивна схема будівлі — каркасна. Каркас складається з металевих колон перерізом 350×350 мм та металевих ферм. На рисунках 2.1 і 2.2 представлено план та розріз будівлі.

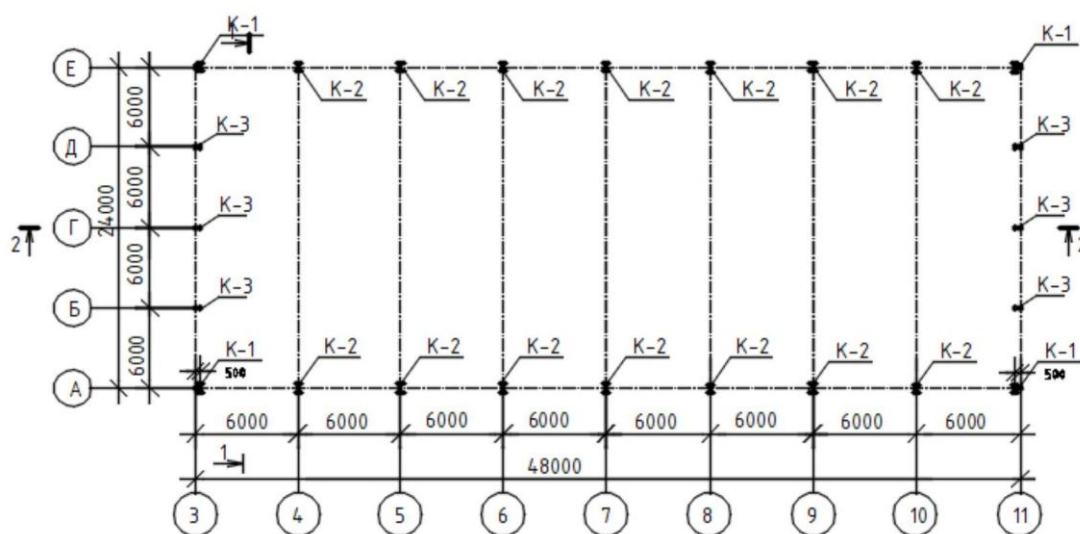


Рисунок 2.1 – План на відмітці 0,800

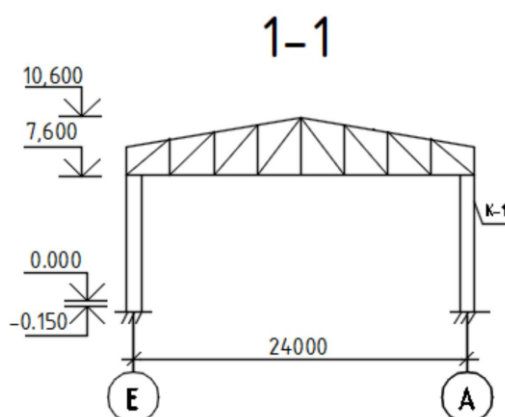


Рисунок 2.2 – Розріз 1-1

2.1 Розрахунок кроквяної ферми

2.1.1 Вибір марки сталі

Визначаємо марку сталі для ферми відповідно до вимог [9]: при виборі сталі слід враховувати групу конструкцій, розрахункову температуру, вимоги щодо ударної в'язкості та хімічного складу.

За розрахункову температуру в районі будівництва слід приймати температуру зовнішнього повітря найхолоднішої доби з забезпеченістю 0,98, визначену згідно з [9].

Для с.м.т Борова температура зовнішнього повітря найхолоднішої доби з забезпеченістю 0,98 становить -22°C [2].

Ударна в'язкість сталі з $R_{yn} < 290 \text{ Н/мм}^2$ для розрахункової температури мінус 42°C і вище та для груп конструкцій 1,2,3 нормується лише для температури $+20^{\circ}\text{C}$ і становить 34 Дж/кв.см [9].

Вимоги до хімічного складу сталі з $R_{yn} < 290 \text{ Н/мм}^2$: С не більше 0,22%, Р не більше 0,040%, S не більше 0,025% [9].

Хімічний склад сталі наводиться в [13] з урахуванням даних [13].

Використовуємо сталь для настилу С245 товщиною від 3 до 40 мм [13].

Для сталі С245 (табл. В. 3 [9]):

$$R_{yn} = 245 \text{ Н/мм}^2$$

$$R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$$

$$R_y = 235 \text{ Н/мм}^2$$

$$R_u = 350 \text{ Н/мм}^2$$

$$R_s = 0,58 \times R_y = 0,58 \times 235 = 136,3 \text{ Н/мм}^2 \text{ [9].}$$

Коефіцієнт надійності за матеріалом:

$$\gamma_m = 1,05 \text{ (табл. 3 [9]).}$$

Коефіцієнт надійності за навантаженням:

$$\gamma_f = 1,05 \text{ для металевих конструкцій [2].}$$

$$\gamma_f = 1,3 \text{ для корисного навантаження та захисного шару [2].}$$

Коефіцієнт надійності за відповідальністю:

$$\gamma_n = 1.$$

Коефіцієнт умов експлуатації:

$$\gamma_c = 1 [2].$$

2.2 Вибір розрахункової схеми

Складаємо розрахункову схему ферми (рис. 2.3).

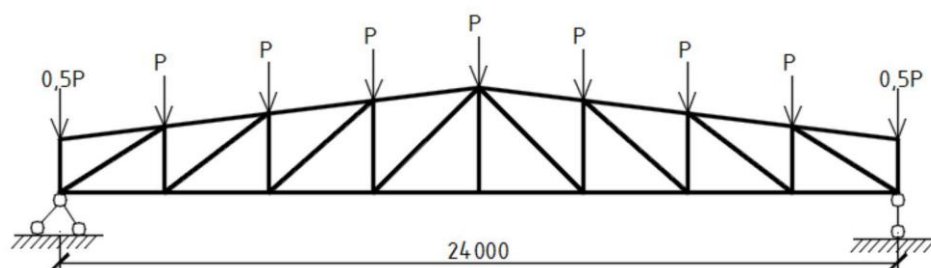


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема

Розрахункова схема являє собою схему ферми трапецієподібної форми з трикутною решіткою, прольотом 24 метри, що спирається шарнірно (передає тільки опорні реакції). На ферму діє навантаження, прикладене до вузлів через опорні прогони.

2.3 Сума навантажень на ферму

2.3.1 Визначення власної ваги покрівлі

Для визначення власної ваги покрівлі та конструкцій покриття спочатку знайдемо навантаження на 1 м^2 покрівлі. Визначення навантажень проведемо у табличній формі (табл. 2.1). Приймаємо товщину утеплювача 250 мм.

Таблиця 2.1 – Підрахунок навантажень

№ п/п	Склад покриття (навантаження)	Нормативне навантаження, кН/м^2	коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1	Сендвіч-панель	0,30	1,3	0,39
2	Прогони прольотом 6 м	0,05	1,05	0,0525
3	Кроквяна ферма	0,30	1,05	0,32
4	Зв'язки по фермах	0,05	1,05	0,06
РАЗОМ:		$g_H = 0,7$	-	$g_p = 0,82$

Розрахункове лінійне навантаження від власної ваги покрівлі та конструкцій покриття визначається з урахуванням власної ваги ферми за формулою:

$$q = g \cdot B \gamma_n, \quad (2.1)$$

де B — крок кроквяних ферм; $B = 6,0$ м;

$\gamma_n = 1,0$ - коефіцієнт надійності за призначенням;

g - навантаження від власної ваги покрівлі та конструкцій покриття на 1м^2 покрівлі ; $g = 0,82 \text{ кН/м}^2$.

$$q = 0,82 \cdot 6 \cdot 1,0 = 4,9 \text{ кН/м}.$$

2.3.2 Визначення снігового навантаження

Нормативне снігове навантаження на 1 м^2 покриття залежить від району будівництва та профілю покрівлі. Для прийнятої в проєкті покрівлі без фонарів воно дорівнює вазі снігового покриву S_o , що відноситься до IV снігового району. Для даного снігового району розрахункове значення снігового покриву S_o становить $2,0 \text{ кН/м}^2$.

Розрахункове лінійне снігове навантаження визначається за формулою:

$$q_{сн} = S_o \cdot B, \quad (2.2)$$

де B — крок кроквяних ферм; $B = 6,0$ м;

S_o - нормативне снігове навантаження на 1 м^2 покриття; $S_o = 2,0\text{ кН/м}^2$.

$$q_{сн} = 2,0 \cdot 6,0 = 12,0\text{ кН/м}.$$

2.3.3 Визначення вітрового навантаження

Визначимо вітрове навантаження на 1 м^2 стіни будівлі як з навітряного (активний тиск), так і з підвітряного боку (пасивний тиск) (рис. 2.4).

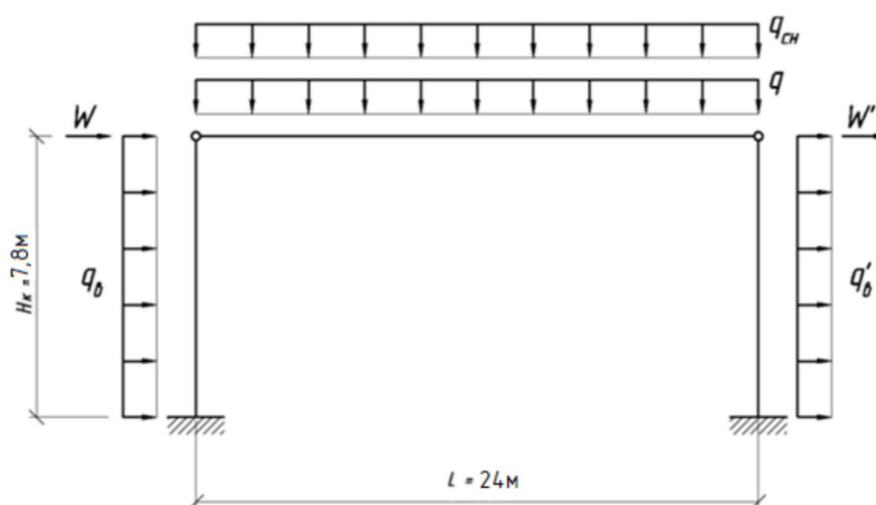


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема рами та навантаження, що діють на неї

Для невисоких будівель (висотою до 10 м) розподіл вітрового навантаження по висоті приймається постійним і рівним:

- при активному тиску $W_6 = W_o \cdot C \cdot \gamma_1$;
- при активному тиску $W'_6 = W_o \cdot C' \cdot \gamma_1$;

де W_o — нормативний вітровий тиск, що приймається відповідно залежно від району будівництва. Будівля розташована у II вітровому районі. Для даного району нормативне значення вітрового тиску W_o становить $0,30\text{ кН/м}^2$;

C а C' — аеродинамічні коефіцієнти відповідно з навітряного та підвітряного боків, які приймаються рівними $C = 0,8$; $C' = 0,6$;

γ_1 - коефіцієнт надійності щодо вітрового навантаження; $\gamma_1 = 1,4$.

$$W_{\epsilon} = 0,37 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 0,41\text{ кН/м}^2.$$

$$W'_6 = 0,37 \cdot 0,6 \cdot 1,4 = 0,31 \text{ кН/м}^2.$$

На колони по всій висоті стійки діють рівномірно розподілені навантаження q_6 та q'_6 , а на рівні нижнього поясу кроквяних ферм зосереджені сили W та W' , еквівалентні дії вітрового навантаження на дах будівлі.

Рівномірно розподілені навантаження q_6 та q'_6 визначаються за формулами:

$$q_6 = W_B \cdot B,$$

$$q'_6 = W'_B \cdot B,$$

де W_B — вітрове навантаження на 1 м^2 з навітряного боку; $W_B = 0,34 \text{ кН/м}^2$;

W'_B - вітрове навантаження на 1 м^2 з підвітряного боку; $W'_B = 0,25 \text{ кН/м}^2$;

B - крок кроквяних ферм; $B = 6,0 \text{ м}$,

$$q_6 = 0,41 \cdot 6,0 = 2,46 \text{ кН/м}, \quad q'_6 = 0,31 \cdot 6,0 = 1,86 \text{ кН/м}.$$

Зосереджені сили W та W' визначаються за формулами:

$$W = q_6 \cdot H_\phi, \quad (2.3)$$

$$W' = q'_6 \cdot H_\phi, \quad (2.4)$$

де q_6 — рівномірно розподілене вітрове навантаження на колону з навітряного боку; $q_6 = 2,46 \text{ кН/м}$;

q'_6 - рівномірно розподілене вітрове навантаження на колону з підвітряного боку; $q'_6 = 1,86 \text{ кН/м}$;

H_ϕ - висота шатра будівлі, що дорівнює $h_\phi + 0,5 \text{ м}$; $H_\phi = 3,15 + 0,5 = 3,2 \text{ м}$.

$$W = 2,46 \cdot 3,2 = 7,9 \text{ кН}.$$

$$W' = 1,86 \cdot 3,2 = 6,0 \text{ кН}.$$

2.4 Проектування кроквяної ферми

2.4.1 Статичний розрахунок

Статичний розрахунок ферми виконуємо для кожного виду навантаження. Під час розрахунку визначаємо зусилля в кожному стрижні ферми (рис. 2.5). Розрахунок ферми виконуємо графічно, тобто будуємо діаграму Максвелла-Кремони (рис. 2.6). Результати розрахунку узагальнюємо в таблиці зусиль (табл. 2.2).

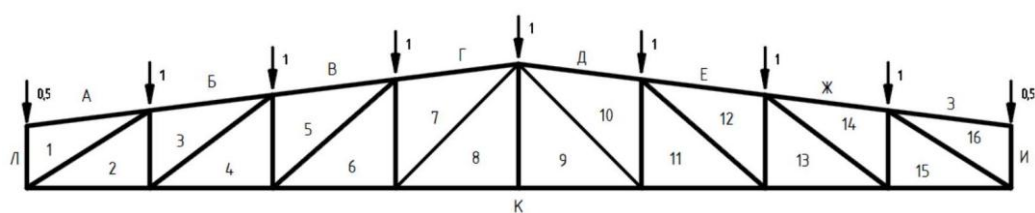


Рисунок 2.5 – Схема вузлових навантажень на кроквяну ферму

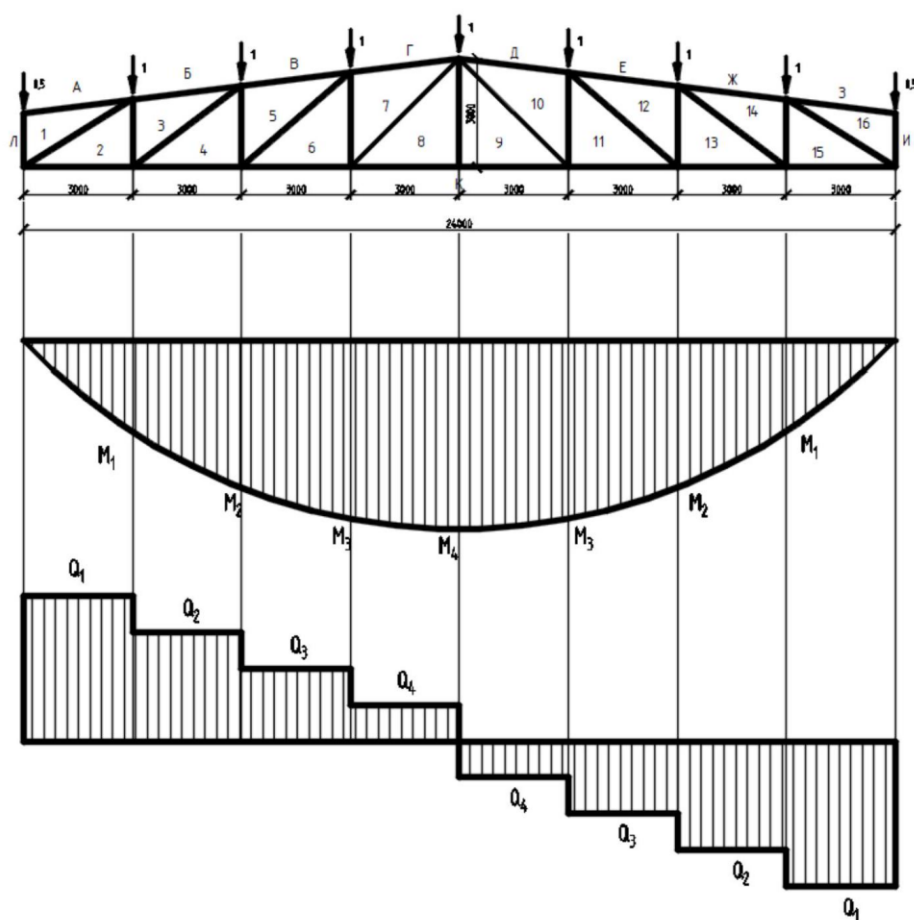


Рисунок 2.6 – Епюри зусиль

Таблиця 2.2 – Таблиця зусиль у стрижнях ферми від кожного виду

навантаження

№ перер ізу	$P = 1$	$P = P$	$P = P_s$		Лівий вітер		Правий вітер		№ зусил ь	Nmax, кН	
			$\Psi = 1$	$\Psi = 0,9$	1	0,9	1	0,9		+	-
		1	2	2'	3	3'	4	4'			
Верхній пояс											
А-1	0	0	0	0	-2,62	-2,387	2,11	1,09	1,3	-	2,652
Б-3	-5,87	-64,16	-79,71	-71,74	3,81	3,43	5,37	4,83	1,2	-	143,8
В-5	-5,87	-64,16	-79,71	-71,74	3,97	3,58	5,496	4,96	1,2	-	143,8
Г-7	-6,78	-74,8	-93,0	-83,7	5,43	4,935	5,766	5,19	1,2	-	167,8
Д-10	-6,78	-74,8	-93,0	-83,7	5,73	5,196	5,479	4,91	1,2	-	167,8
Е-12	-5,87	-64,1	-79,7	-71,7	5 55	4,955	4,02	3,68	1,2	-	143,8
Ж-14	-5,87	-64,1	-79,7	-71,7	5,33	4,845	3,857	3,41	1,2	-	143,8
З-16	0	0	0	0	-2,75	-2,48	2,652	2,37	1,3	-	2,75
Нижній пояс											
К-2	3,75	41,29	51,3	46,17	2,431	2,188	0,146	0,131	1,2	92,59	-
К-4	6,562	72,25	89,77	80,8	-0,78	-0,70	-1,43	-1,29	1,2	162,0	-
К-6	6,25	68,81	85,5	76,95	-0,8	-0,72	-0,83	-0,72	1,2	154,3	-
К-8	6,562	72,25	89,77	80,8	-0,78	-0,70	-1,43	-1,29	1,2	162,0	-
К-9	6,562	72,25	89,8	80,8	-1,44	-1,3	-0,82	-0,73	1,2	162,0	-
К-11	6,25	68,81	85,5	76,95	-0,80	-0,78	-0,80	-0,72	1,2	154,3	-
К-13	6,562	72,25	89,8	80,8	-1,44	-1,3	-0,82	-0,73	1,2	162,0	-
К-15	3,75	41,29	51,3	46,17	0,16	0,144	2,434	2,191	1,2	92,59	-
Стійки											
Л-1	-0,5	-5,51	-6,84	-6,16	-0,06	-0,05	0,754	0,679	1,2	-	12,35
2-3	-1	-11,01	-138	-12,3	0,952	0,85	0,704	0,63	1,2	-	24,69
4-5	-1	-11,0	-13,6	-12,3	0,95	0,857	0,70	0,63	1,2	-	24,69
6-7	-1	-11,0	-13,6	-12,3	0,95	0,857	0,70	0,63	1,2	-	24,69
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
10-11	-1	-11,0	-13,6	-12,3	0,95	0,85	0,74	0,63	1,2	-	24,69
12-13	-1	-11,0	-13,6	-12,3	0,95	0,85	0,70	0,63	1,2	-	24,69
14-15	-1	-11,0	-13,6	-12,3	0,70	0,634	0,952	0,857	1,2	-	24,69
16-I	-0,5	-5,51	-6,84	-6,16	-0,15	-0,13	0,12	0,11	1,2	-	12,35
Косі											
1-2	-5,87	-64,1	-80,12	-72,1	6,25	5,625	3,263	2,937	1,2	-	144,2
3-4	3,07	33,7	41,9	37,77	-3,40	-3,06	-1,55	-1,39	1,2	75,75	-
5-6	-1,6	-17,62	-21,89	-19,7	1,957	1,76	0,56	0,51	1,2	-	39,51
7-8	0,196	2,16	2,68	2,41	-0,52	-0,47	0,296	0,26	1,2	4,84	-
9-10	0,196	2,16	2,68	2,41	-0,29	-0,24	0,52	0,47	1,2	4,84	-
11-12	-1,6	-17,7	-21,8	-19,7	0,56	0,51	1,93	1,73	1,2	-	39,67
13-14	3,07	33,78	41,97	37,77	-1,54	-1,38	-3,38	-3,05	1,2	75,75	-
15-16	-5,86	-64,1	-80,1	-72,1	2,79	2,51	6,33	5,69	1,2	-	144,2

2.4.2 Підбір перерізів стрижнів ферми

При підборі перерізів стрижнів ферми особливу увагу слід звернути на визначення їх розрахункових довжин та компонування перерізів.

Розрізняють розрахункову довжину стрижня в площині (l_x) та поза площиною (l_y) ферми. Розрахункова довжина поясів ферми в площині приймається рівною відстані між вузлами (тобто довжині панелі), а поза площиною — відстані між точками закріплення вузлів.

Розрахункова довжина всіх стрижнів решітки (розкосів і стійок) з площини ферми l_y дорівнює геометричній довжині стрижня l (тобто відстані між центрами ваги вузлів). Їхня розрахункова довжина в площині ферми залежить від того, скільки розтягнутих стрижнів примикає до стиснутого стрижня. Якщо з одного боку стиснутого стрижня решітки примикають два розтягнуті стрижні пояса, що створюють часткове затискання, то для отримання розрахункової довжини (l_x) геометричну довжину (l) слід помножити на коефіцієнт приведення довжини $\mu = 0,8$. Таким чином, для таких стрижнів $l_x = 0,8 \cdot l, l_y = l$.

Стрижні ферми розраховуються як центрально стиснуті на стійкість або як центрально розтягнуті на міцність.

Розрахункова довжина стиснутого стрижня у площині ферми та поза площиною:

$$l_{x(y)} = \mu_{x(y)} l_{0x(0y)} \quad (2.5)$$

де $\mu_{x(y)}$ — коефіцієнт розрахункової довжини при втраті стійкості в площині ($x - x$) та поза площиною ($y - y$) ферми; $l_{0x(0y)}$ — геометрична довжина стрижня (відстань між точками закріплення від зміщення в площині $x - x(y - y)$).

Точками закріплення вузлів ферми від поперечного зміщення можуть бути зв'язки, плити покриття, прогони тощо. Розрахункова довжина стрижнів заноситься до таблиці 2.3.

У таблиці проводимо розрахунок максимального зусилля розтягування та стискання у кожному стрижні.

Підбір перерізів стиснутих стрижнів починається з визначення необхідної площі:

$$A_{mp} = N / \varphi R_y \gamma_c \quad (2.6)$$

де N — розрахункове стискаюче зусилля, що діє в стрижні, кН (табл. 2.2);

$\gamma_c = 0,9$ - коефіцієнт умов роботи [2]);

$\varphi = 0,5$ - коефіцієнт поздовжнього згину, що визначається за [2] залежно від гнучкості стрижня λ .

У першому наближенні коефіцієнт φ можна визначити за заданою гнучкістю:

- для поясів легких ферм $\lambda = 60 \div 80$,
- для решітки легких ферм $\lambda = 100 \div 120$.

За отриманою необхідною площею з асортименту підбирається відповідний профіль з умовою $A_x \geq A_{mp}$. З асортименту виписуються основні геометричні характеристики перерізу:

$A_x, i_x; i_y$, результати заносяться до таблиці 2.3.

Необхідна площа перерізу розтягнутого стрижня визначається з умови міцності за формулою:

$$A_{mp} = N / R_y \gamma_c; \quad (2.6)$$

де N — розрахункове розтягувальне зусилля, що діє в стрижні (табл. 2.3), кН;

γ_c - коефіцієнт умов роботи [2].

За необхідною площею з сортаменту підбирається відповідний профіль з умовою $A_x \geq A_{тр}$. З сортаменту виписуються основні геометричні характеристики перерізу: A_x, i_x, i_y , результати заносяться до таблиці 3.

За отриманими зусиллями підбираємо перерізи розтягнутих і стиснутих стрижнів, проводимо перевірки міцності для стиснутих стрижнів:

$$\sigma = N/(\varphi_{min}A) \leq R_y\gamma_c; \quad (2.7)$$

для розтягнутих стрижнів:

$$\sigma = N/A \leq R_y\gamma_c; \quad (2.8)$$

перевірка жорсткості:

$$\lambda_{x(y)} = I_{x(y)}/i_{x(y)} \leq [\lambda].$$

Результати розрахунку та перевірок наведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3 – Підбір перерізів елементів ферми

№ стр.	N max, кН		Перетин, мм	Площа A, см ²	L_x/L_y	I_x/I_y	λ_x/λ_y	min	$\sigma \leq R_y\gamma_c$	
	+	-							$N/\varphi A$	N/A_{HT}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Верхній пояс										
А-1	-	2,65	40 × 40 × 3	4,7	150/15 0	1,09/1, 55	138/9 7	0,56	1	-
Б-3	-	143,8 7	63 × 63 × 6	14,56	150/15 0	1,78/2, 43	84/62	0,79	12,4	-
В-5	-	143,8 7	63 × 63 × 6	14,56	150/15 0	1,78/2, 43	84/62	0,794	12,4	-
Г-7	-	167,8 5	70 × 70 × 6	16,3	150/15 0	1,94/2, 71	77/55	0,82	12,4	-

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Д-10	-	167,8 5	70 × 70 × 6	16,3	150/15 0	1,94/2, 71	77/55	0,82	12,4	-
Е-12	-	143,8 7	63 × 63 × 6	14,56	150/15 0	1,78/2, 43	84/62	0,79	12,4	-
Ж-14	-	143,8 7	63 × 63 × 6	14,56	150/15 0	1,78/2, 43	84/62	0,79	12,4	-
3-16	-	2,755	40 × 40 × 3	4,7	150/15 0	1,09/1, 55	138/9 7	0,56	1	-
Нижній пояс										
К-2	92,59	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	12,22
К-4	162,0 2	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	21,37
К-6	154,3 1	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	20,36
К-8	162,0 2	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	21,37
К-9	162,0 5	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	21,38
К-11	154,3 1	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	20,36
К-13	162,0 5	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	21,38
К-15	92,59	-	40 × 40 × 5	7,58	150/15 0	1,17/1, 52	128/9 9	0,56	-	12,22
Стійки										
Л-1	-	12,35	40 × 40 × 3	4,7	150/150	1,09/1, 55	138/97	0,56	4,67	-
2 – 3	-	24,69	40 × 40 × 3	4,7	210/210	1,09/1, 55	193/135	0,33	15,4 7	-
4–5	-	24,69	40 × 40 × 3	4,7	210/210	1,09/1, 55	193/135	0,33	15,4 7	-
6-7	-	24,69	40 × 40 × 3	4,7	270/270	1,09/1, 55	248/174	0,20	15,4 7	-
8–9	-	0	40 × 40 × 3	4,7	300/300	1,09/1, 55	275/194	0,17	-	-
10–11	-	24,69	40 × 40 × 3	4,7	270/270	1,09/1, 55	248/174	0,20	15,4 7	-
12–13	-	24,69	40 × 40 × 3	4,7	240/240	1,09/1, 55	193/135	0,33	15,4 7	-
14–15	-	24,69	40 × 40 × 3	4,7	240/240	1,09/1, 55	193/135	0,33	15,4 7	-
16-I	-	12,35	40 × 40 × 3	4,7	150/150	1,09/1, 55	138/97	0,56	4,67	-
Косі										
1-2	-	144,2	63 × 63 × 6	14,56	234/234	1,78/2, 43	131/96	0,57	17,3 8	-

Завершення таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3–4	75,75	-	40 × 40 × 3	4,7	234/23 4	1,09/1, 55	215/1 51	0,27	-	16,12
5–6	-	39,51	40 × 40 × 3	4,7	283/28 3	1,09/1, 55	260/1 83	0,19	44,1 7	-
7–8	4,84	-	40 × 40 × 3	4,7	283/28 3	1,09/1, 55	260/1 83	0,19	-	1,03
9–10	4,84	-	40 × 40 × 3	4,7	283/28 3	1,09/1, 55	260/1 83	0,19	-	1,03
11–12	-	39,67	40 × 40 × 3	4,7	283/28 3	1,09/1, 55	260/1 83	0,19	44,3 5	-
13–14	75,75	-	40 × 40 × 3	4,7	234/23 4	1,09/1, 55	215/1 51	0,27	-	16,12
15–16	-	144,2	63 × 63 × 6	14,56	234/23 4	1,78/2, 43	131/9 6	0,57	17,3 8	-

У таблиці 2.3 наведено підбір перерізів елементів ферми за розрахунком, але остаточний підбір перерізів здійснюємо з урахуванням конструктивних вимог.

2.4.3 Конструювання та розрахунок вузлів ферм

Для побудови вузлів ферми та визначення габаритів фасонки визначаємо довжини зварних з'єднувальних стрижнів.

Призначаємо характеристики швів:

Зварювання напівавтоматичне. Зварювальний дріт Св 08.

Розрахункові характеристики зварного кутового шва:

$$R_{wf} = 180 \text{ МПа} - \text{табл. 56 [1]}; \gamma_{wf} = 1 - [2]; \gamma_c = 1,1 - [2]; \beta_f = 0,7 - [2];$$

$$R_{wz} = 0,45, R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ МПа} - \text{табл. 3 [1]}; \gamma_c = 1,1 - [2]; \gamma_{wz} = 1 - [2]; \beta_z = 1 [2];$$

Приймаємо в $k_f = 5$, мм [2],.

Для розрахунку береться максимальна довжина.

Повна довжина зварного шва складається зі шва на обущі та шва на переході

$$l_w = l_w^{o\sigma} + l_w^n; \quad (2.9)$$

де $l_w^o; l_w^n$ — довжина зварного шва відповідно на підкладці та на переході.

Довжина шва на підкладці та на переході визначається з рівності статичних моментів відносно центру ваги перерізу, що створюються швом на підкладці та швом на переході.

$$k_f l_w^{os} z = k_f l_w^n (h - z_0); \quad (2.10)$$

де h — висота перерізу стрижня;

z_0 - відстань від підшви до центру ваги перерізу.

Розрахункові характеристики зварного кутового шва:

руйнування по металу шва $Rwf\gamma_{wf}\gamma_c\beta_f = 180 \times 1 \times 1.1 \times 0.7 = 138.6$ МПа

руйнування по межі сплавлення: $Rwz\gamma_{wz}\gamma_c\beta_z = 166,5 \times 1 \times 1.1 \times 1 = 183,15$ МПа

Довжина зварного шва визначається за формулою:

$$l_w = \frac{N}{k_f(R_w \cdot \gamma_w \cdot \gamma_c \cdot \beta)^{min}}; \quad (2.11)$$

Отримані довжини зварних швів наведено в таблиці 2.4 «Розрахункові довжини зварних швів»

Таблиця 2.4 – Розрахунок довжини зварних швів

Перетин	Параметри перерізу	Зусилля	k_f , мм	ℓ_w^o , мм	k_f , мм	ℓ_w^n , мм
1	2	3	4	5	6	7
Верхній пояс						
А-1	40 × 40 × 3	-2,652	5	50	5	50
Б-3	63 × 63 × 6	-143,87	5	64	5	50
В-5	63 × 63 × 6	-143,87	5	64	5	50
Г-7	70 × 70 × 6	-167,85	5	93	5	50
Д-10	70 × 70 × 6	-167,85	5	93	5	50
Е-12	63 × 63 × 6	-143,87	5	64	5	50
Ж-14	63 × 63 × 6	-143,87	5	64	5	50
З-16	40 × 40 × 3	-2,755	5	50	5	50

Проовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7
Нижній пояс						
К-2	40 × 40 × 3	92,59	5	50	5	50
К-4	40 × 40 × 5	162,02	5	93	5	50
К-6	40 × 40 × 5	154,31	5	90	5	50
К-8	40 × 40 × 5	162,02	5	93	5	50
К-9	40 × 40 × 5	162,05	5	93	5	50
К-11	40 × 40 × 5	154,31	5	90	5	50
К-13	40 × 40 × 5	162,05	5	93	5	50
К-15	40 × 40 × 3	92,59	5	50	5	50
Стійки						
Л-1	40 × 40 × 3	12,35	5	50	5	50
2-3	40 × 40 × 3	24,69	5	50	5	50
4-5	40 × 40 × 3	24,69	5	50	5	50
6-7	40 × 40 × 3	24,69	5	50	5	50
8-9	40 × 40 × 3	0	5	50	5	50
10-11	40 × 40 × 3	24,69	5	50	5	50
12-13	40 × 40 × 3	24,69	5	50	5	50
14-15	40 × 40 × 3	24,69	5	50	5	50
16-I	40 × 40 × 3	12,35	5	50	5	50
Косі						
1-2	63 × 63 × 6	-144,28	5	64	5	50
3-4	40 × 40 × 3	75,75	5	50	5	50
5-6	40 × 40 × 3	-39,51	5	50	5	50
7-8	40 × 40 × 3	4,84	5	50	5	50
9-10	40 × 40 × 3	4,84	5	50	5	50
11-12	40 × 40 × 3	-39,67	5	50	5	50
13-14	40 × 40 × 3	75,75	5	50	5	50
15-16	63 × 63 × 6	-144,28	5	50	5	50

Повинні дотримуватися такі умови: $l_w \leq 85 \cdot \beta_f \cdot K_f$; $l_w \geq 4 \cdot K_f$; $l_w \geq 40$ мм. Перша умова виконується у всіх випадках. Там, де не виконуються друга та третя умови, довжину швів приймаємо $l_w = 40$ мм. Отримані значення довжин швів округлюються у більшу сторону до цілого числа.

Конструювання та розрахунок нижнього вузла стику напівферм.

Нижній вузол стику напівферм приймаємо з листовими накладками. Стик перекривається за допомогою двох горизонтальних накладок, що з'єднують горизонтальні полиці куточків, і двох вертикальних накладок, що з'єднують фасонки відправних елементів.

Під час конструювання та розрахунку цього вузла спочатку розраховуємо шви кріплення розкосів і стійок до фасонки, за довжиною яких визначається розмір фасонки по висоті. Причому довжина фасонки повинна бути не меншою за довжину стикових горизонтальних накладок.

Розміри накладок підбираються з урахуванням умови рівномірності стику основних стрижнів із елементами, що перекриваються.

Товщину горизонтальної накладки приймають рівною товщині полиці перекриваного кутника: $t_{г.н.} = t_{yz} = 12 \text{ мм} = 1,2 \text{ см}$.

Ширину горизонтальної накладки приймають ширшою за полицю кутника, що перекривається, на 15 – 20 мм: $b_{г.н.} = b_{yz} + (15 \dots 20 \text{ мм}) = 160 + 20 = 180 \text{ мм} = 18 \text{ см}$.

Довжину горизонтальної накладки визначаємо за формулою:

$$L_{з.н.} = 2 \cdot l_w^n + 30 \quad (2.12)$$

де l_w^n — довжина прямої ділянки шва, що з'єднує горизонтальну накладку з куточком. Довжину шва визначаємо за формулою:

$$l_w^n = 0,7 \cdot \sum l_w + 1 \quad (2.12)$$

де $\sum l_w$ — необхідна сумарна довжина шва, що з'єднує горизонтальну накладку з куточком.

Необхідна сумарна довжина шва визначається за формулою:

$$\sum l_w = \frac{N_H^2}{\beta_f \cdot K_f \cdot R_{wf}} \quad (2.13)$$

де β_f — коефіцієнт глибини проплавлення шва. Для напівавтоматичного зварювання при катеті шва до 9 – 12 мм $\beta_f = 0,8$;

K_f - катет кутового шва; $K_f = 1,0$ см;

R_{wf} - розрахунковий опір кутового шва. Для зварювання електродами Е-42 $R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$;

N_n^2 - граничне зусилля, що сприймається накладкою. Граничне зусилля визначається за формулою:

$$N_H^2 = b_{2.H.} \cdot t_{2.H.} \cdot R_y \quad (2.14)$$

де R_y — розрахунковий опір сталі; $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$;

$$N_H^2 = 18 \cdot 1,2 \cdot 24 = 496,8 \text{ кН};$$

$$\Sigma l_w = \frac{496,8}{0,8 \cdot 1,0 \cdot 18} = 34,5 \text{ см};$$

$$l_w^n = 0,7 \cdot 34,5 + 1 = 25,2 \text{ см};$$

$$L_{г.н.} = 2 \cdot 25,2 + 30 = 80,4 \text{ см}.$$

Приймаємо довжину горизонтальної накладки рівною $L_{г.н.} = 82$ см.

Ширина вертикальної накладки задається рівною $b_{в.н.} = 200 \text{ мм} = 20 \text{ см}$.

Товщина вертикальної накладки дорівнює товщині фасонки $t_{б.н.}$.

$$t_\phi = 12 \text{ мм} = 1,2 \text{ см}.$$

Висота вертикальної накладки $h_{в.н.}$ визначається міцністю зварних швів, що передають зусилля в стику. Величина зусилля в стику визначається за формулою:

$$N_{cm} = \alpha \cdot N_1 + N_2 \cdot \cos \beta \quad (2.15)$$

де $\alpha = 0,25$ — коефіцієнт розподілу зусиль по зварних швах, що застосовується для нерівнобічних кутників, які кріпляться вузькою полицею;

N_1 - зусилля в елементі нижнього поясу; $N_1 = 531,1 \text{ кН}$;

N_2 - зусилля в розкосі; $N_2 = 30,29 \text{ кН}$;

$\cos \beta$ - косинус кута нахилу розкосу до поясу;

$$\cos \beta = \frac{d}{\sqrt{h_{оф}^2 + d^2}} \quad (2.16)$$

де d — довжина панелі верхнього поясу; $d = 3,0$ м;

$h_{оф}$ - розрахункова висота ферми; $h_{оф} = 3,05$ м;

$$\cos \beta = \frac{3,0}{\sqrt{3,05^2 + 3,0^2}} = 0,70$$

$$N_{cm} = 0,25 \cdot 531,1 + 30,29 \cdot 0,7 = 154,0 \text{ кН}$$

Висота вертикальної накладки визначається за формулою:

$$h_{b.н.} = \frac{1,2 \cdot N_{cm}}{2 \cdot \beta_f \cdot K_f \cdot R_{wf}} + 1 \quad (2.17)$$

де 1,2 — коефіцієнт, що враховує можливість передачі зусилля з ексцентриситетом;

N_{cm} - зусилля у стику; $N_{cm} = 154$ кН;

β_f - коефіцієнт глибини проплавлення шва. Для напівавтоматичного зварювання при катеті шва до 9 – 12 мм $\beta_f = 0,8$;

K_f - катет кутового шва; $K_f = 1,0$ см;

R_{wf} - розрахунковий опір кутового шва. Для зварювання електродами Е-42

$R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$;

$$h_{\varepsilon.н.} = \frac{1,2 \cdot 154}{2 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 18} + 1 = 7,4 \text{ см.}$$

Приймаємо висоту вертикальної накладки

$$h_{b.н.} = 10 \text{ см.}$$

Проектування та розрахунок верхнього вузла стику напівферм.

Верхній вузол стику напівферм приймаємо так само, як і нижній, з листовими накладками. Стик перекривається за допомогою двох горизонтальних

накладок, що з'єднують горизонтальні полиці кутників, та двох вертикальних накладок, що з'єднують фасонки відправних елементів.

Принцип розрахунку верхнього вузла стику аналогічний розрахунку нижнього вузла, за деякими винятками. У нижньому вузлі є розкоси, а у верхньому їх немає. Отже, зусилля в швах накладок виникатимуть лише від стрижнів верхнього пояса. Крім того, горизонтальні накладки згинаються, щоб надати фермі нахил 1,5% та забезпечити будівельний підйом ферми.

Товщину горизонтальної накладки приймають рівною товщині полиці кутника, що перекривається: $t_{г.н.} = t_{y2} = 14 \text{ мм} = 1,4 \text{ см}$.

Ширину горизонтальної накладки приймають ширшою за полицю кутника, що перекривається, на 20 мм: $b_{г.н.} = b_{yz} + 20 \text{ мм} = 160 + 20 = 180 \text{ мм} = 18 \text{ см}$.

Визначаємо граничне зусилля, що сприймається накладкою:

$$N_n^2 = 18 \cdot 1,4 \cdot 24 = 579,6 \text{ кН}.$$

Визначаємо необхідну сумарну довжину шва:

$$\sum l_w = \frac{579,6}{0,8 \cdot 1,0 \cdot 18} = 40,3 \text{ см};$$

Визначаємо довжину прямої ділянки шва, що з'єднує горизонтальну накладку з куточком:

$$l_w^n = 0,7 \cdot 40,3 + 1 = 29,2 \text{ см};$$

Визначаємо довжину горизонтальної накладки:

$L_{г.н.} = 2 \cdot 29,2 + 30 = 88,4 \text{ см}$. Приймаємо довжину горизонтальної накладки рівною $L_{г.н.} = 90 \text{ см}$.

Ширину вертикальної накладки задаємо рівною $b_{в.н.} = 200 \text{ мм} = 20 \text{ см}$.

Товщина вертикальної накладки дорівнює товщині фасонки $t_{б.н.} \cdot t_\phi = 12 \text{ мм} = 1,2 \text{ см}$.

Висота вертикальної накладки $h_{в.н.}$ визначається міцністю зварних швів, що передають зусилля в стику. Оскільки у вузлі відсутні розкоси, то величина зусилля в стику визначатиметься за формулою:

$$N_{cm} = \alpha \cdot N_1, \quad (2.18)$$

де α — коефіцієнт розподілу зусиль по зварних швах, що приймається для рівнобічних куточків $\alpha = 0,3$;

N_1 - зусилля в елементі верхнього поясу; $N_1 = 509,9$ кН;

$$N_{cm} = 0,3 \cdot 509,9 = 153 \text{ кН}$$

Визначаємо висоту вертикальної накладки:

$$h_{6.H.} = \frac{1,2 \cdot 153}{2 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 18} + 1 = 7,4 \text{ см}$$

Приймаємо висоту вертикальної накладки $h_{6..} = 10$ см.

РОЗДІЛ 3

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць

Облаштування територій, їх технічна експлуатація повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, державних стандартів, санітарних, протипожежних, екологічних та інших чинних нормативних документів.

Будівельні майданчики та ділянки робіт у населених пунктах або на території організації з метою уникнення доступу сторонніх осіб повинні бути огорожені.

Конструкція захисних огорож повинна відповідати таким вимогам:

1. Висота огорожі виробничих територій повинна бути не менше 1,6 м, а ділянок робіт - не менше 1,2 м;
2. Огорожі, що примикають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту не менше 2 м і бути обладнані суцільним захисним козирком;
3. Огорожі не повинні мати отворів, крім воріт і хвіртки, що контролюються протягом робочого часу та замикаються після його закінчення.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановлювати схему внутрішньобудівельних доріг і проїздів із зазначенням місць складування матеріалів і конструкцій, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо.

Внутрішні автомобільні дороги будівельних територій повинні відповідати будівельним нормам і правилам та бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до правил дорожнього руху. Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до вимог державних стандартів. Освітлення закритих приміщень повинно відповідати вимогам будівельних норм і правил.

Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучого впливу освітлювальних приладів на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Колодязі, шурфи та інші виїмки повинні бути закриті кришками, щитами або огорожені. Робочі місця та проходи до них, розташовані на перекриттях, покриттях на висоті понад 1,3 м і на відстані менше 2 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними або страхувальними огорожами, а при відстані понад 2 м — сигнальними огорожами, що відповідають вимогам державних стандартів.

3.2 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт

При виконанні транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт залежно від виду транспортних засобів поряд з вимогами цих правил та норм [14] повинні дотримуватися правила з охорони праці на автомобільних перевезеннях, міжгалузеві правила з охорони праці та державні стандарти.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати механізованим способом за допомогою підйомно-транспортного обладнання та засобів малої механізації. Підіймати та переміщувати вантажі вручну необхідно з дотриманням норм, встановлених чинним законодавством.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати відповідно до технологічних карт, проектів виконання робіт, а також правил, норм, інструкцій та інших нормативно-технологічних документів, що містять вимоги безпеки при виконанні робіт даного виду.

Рух транспортних засобів у місцях виконання вантажно-розвантажувальних робіт має бути організовано за схемою, затвердженою адміністрацією підприємства, з установленням відповідних дорожніх знаків, а також знаків, що застосовуються на залізничному транспорті.

Місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт повинні бути розміщені на спеціально відведеній території з рівним покриттям, допускається проведення вантажно-розвантажувальних робіт на спланованих майданчиках з твердим ґрунтом, здатним сприймати навантаження від вантажів та підйомно-транспортних машин.

Усі робочі місця, де проводяться вантажно-розвантажувальні роботи, повинні утримуватися в чистоті, проходи та проїзди повинні бути добре освітлені, вільні та безпечні для руху пішоходів і транспорту. Не допускається розміщувати вантажі в проходах і проїздах. При обслуговуванні вантажопідйомних механізмів і вантажозахватних пристосувань повинні дотримуватися такі вимоги:

Усі механізми та пристосування повинні бути зареєстровані та обліковані у спеціальних журналах, які зберігаються у осіб, відповідальних за їх справний стан.

Вантажопідйомні механізми та вантажозахватні пристосування повинні бути забезпечені табличками та бирками із зазначенням інвентарного номера, допустимої вантажопідйомності та дати чергового огляду. Механізми та пристосування повинні зберігатися на стелажах, настилах.

Вантажопідйомні механізми та вантажопідйомні пристосування (такелажне обладнання) повинні відповідати «Правилам влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», «Правилам безпечної роботи з інструментом та пристосуваннями». До стропальних (такелажних) робіт належать: підйом, переміщення, установка та закріплення вантажів за допомогою вантажопідйомних механізмів, спеціальних пристосувань та оснащення, найпростіших пристосувань та вручну, а також підготовчі та завершальні роботи під час установки та звільнення такелажних пристосувань і механізмів.

До стропальних (такелажних) робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та відповідне навчання, інструктаж, перевірку знань вимог безпеки. При цьому вони повинні знати правила надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасного випадку.

Кожен працівник, якщо він сам не може вжити заходів щодо усунення порушення Правил та інструкцій з техніки безпеки, зобов'язаний негайно повідомити адміністрацію про всі помічені ним порушення правил та інструкцій, а також про несправності машин, механізмів, пристосувань та інструментів, що застосовуються під час роботи, які становлять небезпеку для людей.

3.3 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій

У процесі зведення будівлі має бути забезпечена стійкість як окремих конструкцій, що монтуються, як частин будівлі, так і всієї будівлі в цілому. У процесі монтажу конструкцій мають бути встановлені та закріплені всі монтажні зв'язки. Монтажні зв'язки знімають після закінчення кріплення елемента.

На будівельному майданчику не можуть перебувати особи, які не досягли 18-річного віку. При цьому має бути пройдено медичну комісію. До монтажу допускаються досвідчені працівники з необхідним кваліфікаційним рівнем.

Відпочивати та курити на будівельному майданчику можна тільки у відведеному місці, щоб уникнути травм під час роботи.

Усі робітники зобов'язані пересуватися по будівельному майданчику суворо в захисній касці. Якщо роботи виконуються на висоті понад 5 м, то використовуються драбини та страхування висотника.

Необхідні інструменти потрібно кріпити карабінами до допоміжних конструкцій та спецодягу, щоб уникнути випадкового їх падіння.

3.4 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт

Місце роботи огорожують тимчасовими міцними огорожами висотою 1 м з бортовими дошками висотою не менше 15 см. При роботах на краях дахів покрівельник повинен бути в нековзному взутті та в запобіжному поясі.

При проведенні робіт на мокрих дахах слід обов'язково застосовувати переносні драбини з нашитими планками. При ожеледиці, густому тумані, вітрі понад 6 балів, зливовому дощі або сильному снігопаді проведення покрівельних робіт не дозволяється.

3.5 Забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека на будівельному майданчику повинна бути забезпечена на рівні не нижче вимог [21].

На території будівельного майданчика є два виїзди з протилежних сторін майданчика. Дороги повинні мати покриття, придатне для проїзду пожежних автомобілів у будь-яку пору року, ширина проїздів не менше 6 м. Ворота для в'їзду повинні мати ширину не менше 6 м. Біля в'їзду на будівельний майданчик вивішуються схеми розміщення будівель, складів, місць розташування джерел води, засобів пожежогасіння та зв'язку, схема мережі доріг.

На будівельному майданчику розташовані два протипожежні щити. Також на території знаходяться протипожежні гідранти.

3.6 Техніка безпеки при оздоблювальних роботах

Робочі місця для виконання оздоблювальних робіт на висоті обладнані засобами підмощування та драбинами-сходами для підйому на них.

При роботі зі шкідливими або вогнебезпечними та вибухонебезпечними матеріалами приміщення безперервно провітрюються під час роботи, а також протягом 1 години після її закінчення, застосовуючи природну або штучну вентиляцію. Місця, над якими проводяться скляні або облицювальні роботи, огорожуються.

При виконанні робіт з розчинами, що містять хімічні добавки, використовуються засоби індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні

мазі, захисні окуляри) згідно з інструкцією заводу-виробника застосовуваного складу.

При сухому очищенні поверхонь та інших роботах, пов'язаних з виділенням пилу та газів, а також при механізованому шпаклюванні та фарбуванні використовують респіратори та захисні окуляри. При нанесенні розчину на стельову або вертикальну поверхню використовують захисні окуляри. Не допускається застосовувати розчинники на основі бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу.

При виконанні фарбувальних робіт із застосуванням фарбувальних пневматичних агрегатів необхідно:

- до початку роботи перевіряти справність обладнання, захисного заземлення, сигналізації;

- у процесі виконання робіт не допускати перегинання шлангів та їх дотику до рухомих сталевих канатів;

- відключати подачу повітря та перекривати повітряний вентиль під час перерви в роботі або виявлення несправностей механізму агрегату.

3.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт

Заходи з техніки безпеки при виконанні земляних робіт на діючих будівельних майданчиках розробляються та затверджуються замовником і генеральним підрядником. Відповідальність за їх дотримання несуть керівники будівельно-монтажних організацій та діючого підприємства.

Технологічні процеси, що виконуються на території будівельного майданчика, відносяться до робіт підвищеної небезпеки, тому вони повинні виконуватися за нарядами-допусками.

Для проходу робітників у траншеї слід встановлювати драбини шириною не менше 0,6 м з поручнями або приставні сходи. Забороняється встановлення

будівельних і транспортних машин та різного обладнання в межах призми обвалення ґрунту виїмки.

При влаштуванні виїмок з кріпленням машини та обладнання можуть перебувати в межах призми обвалення за умови відповідних розрахунків, що враховують міцність кріплення та величину навантаження. Розробляти перезволожені піщані ґрунти слід тільки за індивідуальними проектами зі штучним зниженням рівня води, шпунтовим та іншим кріпленням. Стінки траншей, що розробляються землерийними машинами, повинні кріпитися безпосередньо за розробкою ґрунту.

При розробці котловану екскаватор під час роботи потрібно встановлювати на спланованій площадці; щоб уникнути самовільного переміщення, необхідно закріплювати його інвентарними упорами. Під час перерви в роботі екскаватор слід перемістити від краю котловану на відстань не менше 2 м, а ківш опустити на ґрунт.

Під час роботи екскаватора забороняється перебувати людям у радіусі дії екскаватора 5м , а також виконувати будь-які інші роботи з боку забою. Поєднувати земляні роботи з іншими роботами в котловані можна лише відповідно до розроблених технологічних карт.

Одностороння зворотна засипка фундаментів і стін допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Ущільнювати ґрунт трамбуванням поблизу підпірних стін фундаментів та інших конструкцій потрібно на відстані та в порядку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт спортивного залу, призначеного для проведення навчально-тренувальних, фізкультурно-оздоровчих і спортивних занять. Прийняті рішення забезпечують можливість використання будівлі для занять волейболом, баскетболом, мініфутболом, тренувань у тренажерному залі та проведення інших заходів спортивного спрямування.

Мету роботи досягнуто шляхом розроблення архітектурно-планувальних, конструктивних, теплотехнічних і безпекових рішень спортивного залу. У процесі проєктування враховано функціональне призначення приміщень, потреби спортсменів, тренерів, персоналу та відвідувачів, вимоги до організації евакуації, інженерного обладнання, теплозахисту огорожувальних конструкцій і надійності сталевих каркасів.

Будівлю запроєктовано одноповерховою, прямокутної форми в плані, з габаритами в осях $58,50 \times 37,70$ м. Основним приміщенням є універсальний спортивний зал із висотою до нижнього поясу кроквяних ферм 8,0 м. Таке рішення дозволяє забезпечити необхідний внутрішній об'єм для проведення ігрових занять без улаштування проміжних опор у межах спортивного простору.

Функціональна структура будівлі включає вхідну групу з тамбуром, вестибюлем, гардеробом та приміщенням охорони, універсальний спортивний зал, тренажерний зал, інвентарну, буфет, медичний блок, адміністративно-побутові та технічні приміщення. Для спортсменів передбачено окремі жіночі й чоловічі роздягальні на 24 особи кожна, душові, санітарні вузли, переддушові та приміщення для тренерів. Прийняте зонування забезпечує логічне розділення потоків відвідувачів, спортсменів, персоналу та технічних служб.

Окрему увагу приділено забезпеченню доступності будівлі. У складі санітарно-побутових приміщень передбачено універсальні кабінки для маломобільних груп населення, а планування основних зон сприяє зручному

пересуванню відвідувачів. Балкон для супроводжуваних осіб дозволяє спостерігати за тренуваннями та спортивними заходами, не втручаючись у роботу спортивного залу.

Конструктивну систему будівлі прийнято у вигляді сталевих зв'язкових каркасів. Просторова жорсткість споруди забезпечується жорстким закріпленням колон у фундаментах, вертикальними та горизонтальними зв'язками, роботою елементів покриття і дисків перекриття. Основними несучими конструкціями є сталеві колони, балки, прогони, кроквяні ферми та зв'язкові елементи.

Для перекриття спортивного залу застосовано трапецієподібну сталеву кроквяну ферму прольотом 24 м із трикутною решіткою. У розрахунково-конструктивному розділі визначено постійні, снігові та вітрові навантаження, складено розрахункову схему ферми, визначено зусилля в її елементах і підібрано перерізи поясів, стійок та розкосів. Також виконано конструювання вузлів ферми, що забезпечує надійне передавання зусиль між її елементами.

Зовнішні стіни та покриття спортивного залу прийнято із тришарових сендвіч-панелей із мінераловатним утеплювачем. Над допоміжними приміщеннями передбачено покриття з полімерною мембраною по профільованому настилу. Виконані теплотехнічні розрахунки стін, покриття спортивного залу та покриття над допоміжними приміщеннями підтвердили доцільність прийнятих конструктивних рішень із погляду забезпечення належного теплозахисту.

Внутрішнє оздоблення підібрано відповідно до умов експлуатації приміщень. У спортивному залі передбачено спеціальне спортивне ПВХ-покриття, у зонах інтенсивного руху — керамогранітну плитку, у санітарно-побутових і технічних приміщеннях — керамічну плитку. Такі матеріали забезпечують зносостійкість, можливість регулярного вологого прибирання, санітарну придатність і безпечну експлуатацію приміщень.

Інженерне забезпечення будівлі включає системи опалення, водопостачання, каналізації, електропостачання, штучної вентиляції та природної

вентиляції санітарних вузлів. Передбачені технічні приміщення для розміщення електрощитової, теплового пункту, насосної, вентиляційної камери та серверної, що забезпечує належні умови експлуатації інженерних систем.

У роботі опрацьовано комплекс протипожежних заходів. Передбачено евакуаційні виходи, протипожежні двері для технічних приміщень, відкривання дверей у напрямку евакуації, можливість доступу пожежно-рятувальних підрозділів до будівлі та подачі засобів пожежогасіння до можливого осередку пожежі. Прийняті рішення спрямовані на своєчасну евакуацію людей, обмеження поширення небезпечних факторів пожежі та безпечну експлуатацію спортивної споруди.

У розділі безпеки життєдіяльності розглянуто вимоги до організації будівельного майданчика, складування матеріалів, виконання вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, оздоблювальних та земляних робіт. Передбачено застосування засобів індивідуального захисту, огороження небезпечних зон, перевірку технічного стану машин і механізмів та дотримання вимог пожежної безпеки під час будівництва.

У роботі виконано основні завдання проєктування спортивного залу: розроблено генеральний план, визначено склад і функціональне призначення приміщень, прийнято сталеву каркасну систему, обґрунтовано огорожувальні конструкції, виконано теплотехнічні та конструктивні розрахунки, опрацьовано заходи пожежної безпеки й охорони праці. Прийняті рішення є взаємопов'язаними та відповідають темі роботи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 182 с
3. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
5. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення : ДБН В.2.2-40:2018. — [Чинний від 2019-04-01]. — Київ : Мінрегіон України, 2018. — 58 с. — (Державні будівельні норми України). — URL: e-construction.gov.ua (дата звернення: 13.03.2026).
6. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
7. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
8. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
9. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
10. Hud, M., Chornomaz, N., Grytseliak, R., & Baran, D. (2022). Study of the joint work of the foundations and the spatial tower under the action of dynamic loads. *Procedia Structural Integrity*, 36, 87-91.
11. Hud, M., Ihnatieva, V., & Baran, D. (2024). Influence of mass distribution on natural vibrations of a reinforced concrete building frame. *Procedia Structural Integrity*, 59, 692-696..

12. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
13. Конончук, О. П., Дідик, Н. Б., Кейса, М. В., & Копач, О. О. (3.4). Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій», 1, 16-17.
14. Рогачук, А. Ю., Баран, Д. Я., & Конончук, О. П. (2020). Дослідження бетону різної міцності неруйнівними методами контролю. *Матеріали VIII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології “*, 200-200.
15. Hud, M., Grytseliak, R., & Meshcheryakova, O. (2024). Stress-strain state of reinforced concrete stiffening diaphragm in the presence of cross-reinforcement. *Procedia Structural Integrity*, 59, 697-701.
16. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.
17. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
18. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
19. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.
20. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.
21. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.
22. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.
23. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

24. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

25. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

26. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.

27. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

28. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

29. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

30. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 64 с.

31. Мещерякова, О. М., & Ясній, В. П. (2022). Віт: ефективний інструмент для реконструкції будівель та споруд. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 18, 61-70.

32. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 47-48.

33. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. – Київ: Держбуд України, 1999.

34. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. – Київ: Мінрегіон України, 2009. – 38 с.

35. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. – 50 с.

