

Ім'я користувача:  
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:  
1016381096

Дата перевірки:  
21.06.2024 16:19:11 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
21.06.2024 16:52:18 EEST

ID користувача:  
100013902

Назва документа: Пояснювальна записка Грицищук

Кількість сторінок: 84 Кількість слів: 20831 Кількість символів: 135561 Розмір файлу: 6.02 MB ID файлу: 1016190242

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

## 3.73% Схожість

Найбільша схожість: 2.33% з Інтернет-джерелом (<https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2015/02/npaop-45.2-7.02-12.do..>

3.49% Джерела з Інтернету

268

Сторінка 86

3.24% Джерела з Бібліотеки

436

Сторінка 88

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

631

Підозріле форматування

24  
сторінки

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І ВСТУП

**Актуальність.** Автомобільний транспорт є наймасовішим транспортом на Землі. Він набагато полегшує життя людей і населених пунктів у цілому, найбільшою мірою в містах, при чому чим більша його площа і кількість населення, тим роль транспорту вагоміша. З його допомогою люди вільніше пересуваються, вирішують свої справи, отримують безліч речей та послуг. До одного з різновидів автомобільного транспорту належить пасажирський транспорт, який буває як особистий, так і громадський, призначений для перевезення людей (від кількох до понад сотні). За останні декілька десятиліть з кожним роком спостерігається стала тенденція: збільшення кількості індивідуального транспорту, при чому інтенсивне. Одни-ми з причин є:

- покращення забезпечення життя населення, що спричинене розвитком технологій, зміною світогляду громадян;

- технології, які дають змогу знизити собівартість автомобілів, роблять їх доступнішими для виготовлення;

- бажання людей бути незалежними, а саме самим планувати свій час, свою діяльність, менше залежати від певних графіків;

- недостатньо розвинена система громадського транспорту, більшою мірою в не дуже пристойних для життя країнах, до яких належить і Україна.

Добре розвинена мережа громадського транспорту спричиняє ряд позитивних зрушень:

- зниження темпів збільшення кількості транспорту на вулицях або навіть її зменшення, що позначається на покращенні якості повітря, води тощо;

- зменшення кількості ДТП;

- уповільнення руйнування дорожнього покриття;

- збільшення кількості робочих місць (водії, механіки, працівники пасажирських транспортних об'єктів).

У місті Мукачеві, для якого передбачено проведення проектних робіт, до гро-  
мадського транспорту належать автобуси міського, приміського, міжміського, на-  
віть міжнародного сполучення. Тому для нього важливим є розвиток саме цього ви-  
иду транспорту.

**Мета дослідження.** Метою виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи є пропозиція варіанту вирішення проблеми, пов'язаної з недоцільним розташуван-  
ням і конфігурацією автовокзалу в плані міста, що спричиняє завантажувальність  
місцевих доріг, невідповідність вимогам по інклюзивності, комфорту,  
благоустрою будівлі та території. Вирішення шляхом розміщення автовокзалу в  
іншому, на мою думку, кращому місці й планування території та будівлі  
автовокзалу, щоб задовіль-нялися вище вказані вимоги.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом виконання кваліфікаційної бакалаврської ро-  
боти є проектування автовокзалу в місті Мукачеві для приміського, міжміського та  
міжнародного пасажирського сполучення з врахуванням місцевих умов.

**Завдання дослідження.** Перед виконанням кваліфікаційної бакалаврської  
роботи поставлено перелік завдань:

1. Аналіз місцевих умов будівництва з метою проектування підходячого варіанту автовокзалу.
2. Розробка архітектурно-будівельних та конструктивних рішень будівель та споруд автовокзалу з врахуванням вимог по енергоефективності, інклюзивності, сейс-  
мостійкості, безпеці та комфорту громадян, також з врахуванням сучасних тенден-  
цій в будівництві, експлуатації.
3. Розробка рішень по генеральному плану ділянки з врахуванням габаритів та  
кількості транспорту (автобусів та автомобілів), кількості відвідувачів,  
інклюзивності, також з врахуванням сучасних тенденцій в будівництві та  
благоустрої.
4. Розробка рішень по організації будівельного виробництва з врахуванням вимог  
з безпеки проведення робіт, врахуванням технологічних процесів.

5. Складання техніко-економічних показників об'єкта, складання кошторису на ви-конання будівельно-монтажних робіт, а саме влаштування мощення.

### 1.1. Аналіз умов будівництва

*Характеристика міста, в якому передбачається будівництво.* Ділянка для проектування знаходиться в м.Мукачеві Закарпатської області. Воно розташоване в центральній частині області на відстані 42 км від обласного центру м.Ужгорода і є адміністративним центром Мукачівського району (рис. 1.1). За економікою, населенням та площею займає друге місце після Ужгорода.

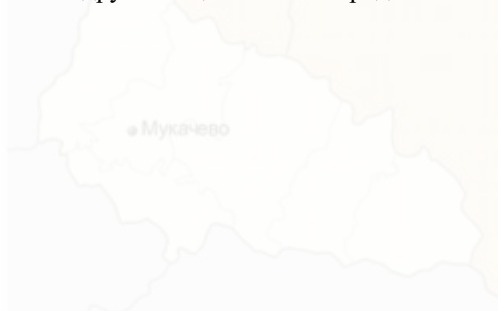


Рис. 1.1. Розташування м. Мукачева в Закарпатській області

Мукачево є важливим в області, та й в країні, транспортним вузлом. Через нього проходять магістральні автошляхи: дороги міжнародного значення М 06 «Київ – Чоп», М 24 «Мукачево – Берегове», дорога національного значення Н 09 «Мукачево – Рогатин – Львів», дорога територіального значення Т 0710 «Велика Добронь - Мукачево»; також залізничні магістралі: Москва – Рим та Москва – Відень. Зокрема воно розташоване відносно недалеко від кордонів з іншими державами (40–50 км від Угорщини й Словаччини, 90–100 км від Румунії та Польщі). Дані умови ставлять його у вигідне геополітичне та торговельне становище.

Переважна частина території міста – житлові території, розташовані по обидва боки від ріки Латориці. Забудова від одного-двох до дев'яти поверхів. Осередок промислових об'єктів розташований на південному сході міста, біля залізниці, на схід від вул. Томаша Масарика, через яку проходить траса Н 09.

*Кліматологічні умови.* Мукачево належить до III кліматичного району (Українські Карпати), підрайону III-Б (Закарпатський) [1]. За кліматичною класифікацією Кеппена-Гейгера Мукачево має морський клімат (Cfb). Найвища середня температура в липні, складає ( +21.3°C ), найнижча в січні ( -2.2°C ).

8 93

Найнижча кількість опадів у березні (74 мм), найбільша в липні (110 мм). Річна кількість опадів складає 1072 мм [2].

У табл. 1.1 наведено середні основні кліматологічні показники Мукачева для кожного місяця [2].

Основні кліматологічні показники м. Мукачева

Табл. 1

Показник	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Сер. температура, °C	-2.2	-0.6	4.4	11.0	16.0	19.5	21.3	21.2	16.1	10.3	5.3	-0.2
Мін. температура, °C	-5.3	-4.4	-0.6	4.9	9.9	13.8	15.8	15.5	11.0	6.2	2	-2.7
Макс. температура, °C	0.8	3.4	9.4	16.4	21.1	24.3	26.1	26.2	21.0	14.8	8.8	2.4
Опади, мм	82	77	74	74	102	103	110	79	84	92	95	100
Вологість, %	82	79	73	67	68	68	70	68	71	77	81	82
Дошові дні	10	9	9	9	10	10	10	8	8	8	9	10
Години сонця	3.1	4.4	6.5	9.3	10.8	11.7	11.4	10.6	8.1	5.5	4.2	2.7

Щодо снігу, то він випадає нечасто, тримається на поверхні землі зазвичай декілька днів.

Нормативне снігове навантаження складає  $149 \text{ кгс/м}^2$  ( $1490 \text{ Па}$ ), вітрове навантаження складає  $370 \text{ Па}$  ( $37 \text{ кгс/м}^2$ ) [3]. Це необхідно при прийнятті конструктивних та архітектурно-планувальних рішень.

*Геологічні та інші умови.* Рельєф переважно рівнинний, крім території, на якій знаходиться замок Паланок, та по околиці міста (гори Червона Гірка, Ловачка, Чернеча, Сороча, Попова, Павлова, Велика). Грунти: верхній шар – родючий, глиб-шими шарами, які можуть слугувати основою фундаментів, є суглинки, глина.

Сейсмічність складає 7 балів [4].

*Вибір розташування ділянки проектування.* У невеликих містах рекомендовано розміщувати автовокзал так, щоб він знаходився в центральній зоні, поблизу об'єктів тяжіння населення, наприклад громадських і торгових центрів, ринків, також інших транспортних об'єктів (вокзали, станції). У разі неможливості чи недоцільності виконання даної рекомендації слід забезпечити прямий безпересадочний транспортний зв'язок з центром, великими житловими та промисловими районами, іншими транспортними об'єктами тощо [5].

Тому було прийнято рішення для проектування вибрати ділянку, яка показана на рис. 1.2 і рис. 1.3.



10

Рис. 1.2. Розташування ділянки для проектування на території м. Мукачеве



Рис. 1.3. Фрагмент території м. Мукачеве з позначеною ділянкою проектування

З наявних підходячих вільних ділянок для будівництва була вибрана саме ця через ряд причин:

1. Це ділянка занедбаного міського скверу, який використовується людьми лише для транзиту, і то по тротуарам, які розташовані по контуру. Повторне освоєння ділянки дало б змогу її використання, а не занепаду.
2. Близкість до одного з найбільших об'єктів тяжіння населення міста – ринку «ГіД», який користується великою популярністю як в мешканців Мукачева, так і району. 11
3. Ділянка розташована недалеко від загальноміського центру міста, відстань до го-ловної площі 2 кілометра (25 хвилин пішого ходу).
4. Ділянка розташована доволі близько (550 метрів, 8 хвилин пішого ходу) до паса-жирської залізничної станції.
5. У безпосередній близькості до ділянки проходить головна дорога міста, яка є час-тиною магістралі національного значення Н 09.
6. Біля ділянки по вулицям Томаша Масарика й Володимира Данчевського (колиш-ня Академіка Миколи Морозова), також по Михайла Токаря (колишня Дмитра Писарева) з розворотом на кільці Томаша Масарика – Володимира Данчевського, проходять багато міських автобусних маршрутів (11 з 13, маршрутний коефіцієнт 0.85). Це робить сполучення з будь-якою точкою міста, зокрема центром, набагато зручнішим.
7. Біля ділянки знаходиться найбільше автотранспортне підприємство міста, яке об-слуговує чималу кількість пасажирських перевезень приміського сполучення, не-значну частину міського сполучення. Близьке розташування автовокзалу відносно АТП дає змогу швидшого приїзду автобуса (зазвичай зранку, коли приїзжає для по-садки пасажирів перший раз за добу). Також позитивно позначається на буксиру-ванні автобуса до місця ремонту у випадку поломки на території вокзалу, які б шан-си невеликі не були. Ще однією перевагою є те, що різноманітні поїздки автобуса в АТП впродовж дня (обслуговування, невеликий ремонт, дозаправка тощо) зай-мають менше часу.
8. Рух транзитних автобусів, котрі проїжджають по вул. Томаша Масарика, набага-то менше навантажуватиме вулиці міста (наприклад маршрути з Ужгорода в нап-рямку Рахова, також Львова, коли додатково автобус їде до автовокзалу Мукачева).

*Обстановка навколо ділянки проектування.* Ділянка оточена з усіх сторін ву-лицями й проїздами:

1. На півдні. Магістральна дорога загальноміського значення – вище згадувана ву-лиця Томаша Масарика, є частиною магістралі національного значення Н 09. Одна

з вулиць міста з інтенсивним рухом, однак затори на частині, що біля ділянки, доволі рідкісні, на відміну від протилежної (біля «ГіДа»), де в певні часові проміжки за-тори – звична річ.

2. На сході. Магістральна дорога загальноміського значення – вулиця Володимира Данчевського, є суто місцевою вулицею. Рух не сильно активний, заторів нема.

3. На півночі та заході – місцеві проїзди. На протилежному від ділянки боці цих проїздів знаходяться різні об'єкти: магазин запчастин, автомийка, трикотажна фаб-рика «Мрія», АЗС, магазин сантехніки. Необхідно організувати рух до проїздів, щоб він був зручним і безпечним для всіх учасників. Цими проїздами передбачається рух автобусів, які заїжджають на автовокзал або виїжджають з нього.

### 1.2. Організація руху по ділянці автовокзалу

*Входи на ділянку та організація руху по ній.* На ділянці передбачається рух транспорту та людей. Тому запропоновано даний перелік входів на територію проєктованого автовокзалу:

1. Для автобусів. Для них передбачено три входи:

-один на заході ділянки: через нього автобуси потраплятимуть в споруду для мийки та огляду, з якої заїжджатимуть на територію стоянки. Рух односторонній;

-два на півночі ділянки: один з них слугуватиме для заїзду на стоянку або виїзду з неї. Рух двосторонній. Другий слугує для заїзду автобусів на перон, який знаходиться безпосередньо біля межі ділянки.

2. Для легкових автомобілів відвідувачів і персоналу. Для них передбачено один заїзд на стоянку і один виїзд з неї. Рух по автостоянці односторонній.

3. Для іншого транспорту. Зокрема на ділянці передбачається рух вантажних автомобілів для доставки продуктів і сцетехніки для вивозу твердих побутових відходів. Для них передбачено один заїзд і один виїзд, розміщених на півдні ділянки. Рух на даному проїзді односторонній.

4. Для людей. Для них передбачено сім входів:

-п'ять на півдні: один веде на територію для відпочинку, перон і стоянку для автобусів; два ведуть прямо в будівлю автовокзала, один з яких лише для персоналу; два ведуть на стоянку для автомобілів;

-два на північному сході, обоє ведуть на стоянку: один служить для входу людей, які йдуть з іншого боку проїзду, по пішоходному переході; другий – для людей, які йдуть по тротуару, що безпосередньо біля ділянки.

*Організація руху навколо ділянки.*

1. На вулицях Томаша Масарика (на півдні) й Володимира Данчевського (на сході) рух двосторонній, з подвійною суцільною між смугами різних напрямків. Однак на першій з них нема перехресть біля ділянки, на відміну від другої (біля проїзду, що на півночі). Відсутність перехресть робить шлях довшим, інколи набагато. Це полягає в тому, що замість повороту наліво (через розмітку між смугами в різні напрямки) необхідно робити поворот направо і виконувати розворот на першому перехресті. Таким перехрестям є саморегульоване кільце на перетині вулиць Томаша Масарика і Володимира Данчевського.

2. По проїзді на заході відбувається рух автомобілів, які їдуть до певних об'єктів, що розміщені навколо ділянки. Рух двосторонній. Передбачено односторонній рух автобусів.

3. По проїзді на півночі передбачається рух лише автомобілів працівників трикошарної фабрики «Мрія», відвідувачів автовокзалу й автобусів. Рух працівників й відвідувачів двосторонній (по різні боки проїзду), рух автобусів односторонній.

Всі заходи спрямовані на зменшення кількості та уникнення конфліктних ситуацій між різними учасниками руху, для безпечнішого руху.

На рис. 1.4. зображено схему з траєкторіями різних учасників руху на території вокзалу та по проїздах біля неї.



Рис. 1.4. Схема руху по території вокзалу та навколо неї

Також для регулювання траєкторій руху слід додатково розмістити дорожні знаки згідно з Правилами дорожнього руху України [6, п.33] (в дужках вказано напрямок, куди «дивиться» знак):

-точка 1 – «Рух заборонено» (п. 3.1) з «Стрілка вправо» (п. 7.3.1) (в напрямку вул. Томаша Масарика), «Рух заборонено» (п. 3.1) (в напрямку проїзду на захід);

- точка 2 – «В'їзд заборонено» (п. 3.21) (в напрямку стоянки для автобусів);
- точка 3 – «Рух праворуч» (п. 4.2) (в напрямку стоянки);
- точка 4 – «Рух ліворуч» (п. 4.3) (в напрямку вул. Володимира Данчевського);
- точка 5 – «Рух праворуч» (п. 4.2) і «Проїзд без зупинки заборонено» (п. 2.2) (в напрямку стоянки для автомобілів); «Рух прямо» (п. 4.1) (в напрямку вул. Володимира Данчевського);
- точка 6 – «Дати дорогу» (п. 2.1) (в напрямку проїзду на захід); 14
- точка 7 – «Рух праворуч» (п. 4.2) (в напрямку будівлі вокзалу);
- точка 8 – «Проїзд без зупинки заборонено» (п. 2.2), «Рух праворуч» (п. 4.2) (в напрямку проїзду на північ).

За наявності пішохідного переходу необхідно передбачити відповідний знак «Пішохідний перехід» (п. 5.38.1 або 5.38.2).

### 1.3. Рішення по плануванню та благоустрою ділянки

*Конфігурація і розміри.* Форма ділянки в плані близька до прямокутної, габаритні розміри 57.61×259.82 м . Площа складає 14678.61 м<sup>2</sup> (1.468 га).

*Рельєф.* Рельєф на ділянці рівнинний, ухили доволі невеликі, переважно односторонні.

*Будівлі та споруди.* На ділянці передбачено розмістити наступні будівлі та споруди:

1. Головна будівля автовокзалу – в центральній частині ділянки, має складну конфігурацію в плані (габаритні розміри 34.20×60.85 м ). Напрямок орієнтації довшої сторони захід-схід.
2. Зупинка громадського транспорту – на півдні ділянки, прямокутна в плані. Розміри в плані 2.5×25 м . Напрямок орієнтації довшої сторони захід-схід. Призначена для посадки пасажирів у міський громадський транспорт й висадки з нього, та-кож слугує місцем висадки пасажирів з автобусів, які приїжджають на автовокзал. Має заїзну кишеню шириною 3 м (ширина автобуса 2.5 м, смуга безпеки 0.5 м), загальна довжина якої 85 м (саме місце для зупинки 35 м), що дає змогу зупинитися трьома автобусами довжиною 10-11 м, чотирма довжиною 7-8 м.
3. Сміттєвий майданчик – на півдні ділянки, ближче до південного сходу, прямокутний в плані. Розміри в плані 3.0×8.0 м . Напрямок орієнтації довшої сторони північ-південь. Призначений для збору твердих побутових відходів з ділянки й організованого їх вивезення. Біля нього проходить проїзд для спецтехніки, яка вивозитиме ТПВ.

4. Споруда для мийки та огляду автобусів – на заході ділянки, прямокутна в плані. Розміри в плані 13.0×20.0 м . Напрямок орієнтації довшої сторони північ-південь. Призначена для миття автобусів та їх міжрейсового огляду за потреби.
5. Трансформаторна підстанція – на півночі ділянки, ближче до північного сходу, прямокутна в плані. Розміри в плані 3.0×7.2 м . Напрямок орієнтації довшої сторони захід–схід. Призначена для перетворення струму з більш високою напругою (6-10 кВ) на струм споживчої напруги (в даному випадку три фази з лінійною напругою 400 В, фазною 230 В). Влаштування підстанції спричинене великим споживанням електроенергії. 15

*Функціональне зонування.* Ділянку автовокзалу передбачено розділити на такі функціональні зони:

1. Головна зона. Слугує для виконання головних функцій автовокзалу: оформлення поїздки → очікування автобусу → посадка → відправлення. Включає в себе головну будівлю автовокзалу, перон і місця для очікування автобусу.
2. Зона автомобільної стоянки. Слугує для стоянки автомобілів персоналу автовокзалу та його відвідувачів. Включає в себе територію автомобільної стоянки, яка містить 30 звичайних місць для стоянки, 3 місця для автомобілів таксі та 3 місця для автомобілів людей з інвалідністю. Розміри паркомісць: звичайне і для таксі 2.5×5.5 м , для автомобілів людей з інвалідністю 3.5×5.5 м . Між паркомісцями передбачається розділювальна розмітка шириною 10 см.
3. Службово-технічна зона. Слугує для доставки продуктів та вивозу ТПВ. Включає в себе сміттевий майданчик та проїзд біля нього. Також до цієї зони входить трансформаторна підстанція.
4. Зона міжрейсового відстою автобусів. Слугує для стоянки автобусів між рейсами, їх мийки та огляду. Включає в себе територію стоянки для автобусів (10 машино-місць, розміри 4.0×12.0 м ) і споруду для мийки та огляду автобусів.
5. Зона для відпочинку. Слугує для довготривалого перебування відвідувачів автовокзалу. Містить доріжки, малі архітектурні форми, серед яких лавки, ліхтарі та урни для сміття.
6. Зона доріжок. Слугує для пішохідного зв'язку між зонами. Включає в себе доріжки для руху людей.
7. Зона озеленення. Являє собою вільну від функцій автовокзалу територію, на якій висаджено зелені насадження.

*Проїзди й доріжки.* На ділянці передбачається мережа проїздів й доріжок:

1. Доріжки для руху людей – мають ширину 1.35–3.5 м. Одна доріжка виділена для руху лише персоналу, має ширину 1.35 м. Більшість доріжок – для руху відвідувачів вокзалу, мають ширину 2-3.5 м (найширша – перед головною будівлею). Інші доріжки – для руху водіїв, мають ширину 2 м. Проходять біля автостоянки, стоянки для автобусів, зони для відпочинку
2. Проїзд для вантажних автомобілів та спецтехніки. Слугує для під'їзду вантажних автомобілів з метою доставки продуктів та спецтехніки з метою збору й вивезення ТПВ. Має ширину 4.0 м, поворот на  $180^\circ$ , внутрішній радіус повороту 7.5 м.
3. Проїзд між паркомісцями на автостоянці. Має ширину 6.0 м, поворот на  $180^\circ_{16}$ , внутрішній радіус повороту 3.05 м.
4. Заїзд до споруди для мийки та огляду автобусів. Має ширину 18.0 м.
5. Заїзні кишені для автобусів на пероні. Слугують для заїзду автобуса з метою посадки пасажирів. Ширина 4.0 м, довжина 7.0 м. Розміри дають змогу автобусам в деяких випадках (відсутність автобуса на сусідньому місці або автобус не вилазить за межі свого місця) виїжджати переднім ходом. Переважно для виїзду необхідно проїхати назад 2–3 метра.

**Покриття.** Всього передбачається влаштування 3 видів покриттів:

1. Бетонне покриття – відмостка навколо головної будівлі. Складовими є (зверху вниз): залізобетонна стяжка товщиною 70 мм з ухилом верхньої поверхні 3%; шар щебеню фракції 20-40 мм товщиною 200 мм; шар піску товщиною 300 мм. Основою слугує ущільнений сулинок.
  2. Мощення – тротуари й доріжки на ділянці, також покриття перону. Складовими є (зверху вниз): бетонна бруківка товщиною 60 мм, шви між окремими елементами заповнені піском і пролиті водою; цементно-піщана підсіпка з відношенням 1:3 товщиною 40 мм; шар щебеню фракції 5-10 мм товщиною 200 мм; шар щебеню фракції 20-40 мм товщиною 150 мм. Основою слугує ущільнений суглинок [7].
- Всього передбачається два типи мощення. Вони відрізняються розміром та виглядом бруківки: для типу 1 (тротуари та доріжки) бруківка невеликого розміру, прямокутна, із згладженими ребрами (фасками); для типу 2 (перон і перед головним входом в будівлю) бруківка гладка, квадратна і більшого розміру.
3. Асфальтобетонне покриття – проїзди і стоянки на ділянці. Складовими є (зверху вниз): дрібнозернистий асфальтобетон товщиною 20 мм; крупнозернистий асфальтобетон товщиною 80 мм; Шар щебеню фракції 10-20 мм, просоченого бітумом, товщиною 100 мм; Шар щебеню фракції 20-40 мм товщиною 300 мм. Основою слугує ущільнений суглинок [8].

Для влаштування всіх покриттів кожен шар сипучого матеріалу (пісок, щебінь) необхідно рівномірно наносити, розрівнювати і рівномірно ущільнювати для досягнення потрібного ефекту (задовільна несуча здатність, відсутність явних деформацій).

Відносно зеленої зони доріжки розміщені вище на 5 см, відносно проїздів і стоянок – на 15 см. Між проїздами і зеленою зоною та між проїздами і доріжками передбачається встановлення бордюрів з розмірами 1000×300×150 мм, між доріжками і зеленою зоною – поребриків 1000×200×80 мм. Поперечний ухил доріжок 1.5%, проїздів та стоянок 2%.

Відомість покриттів доріжок та проїздів наведено у графічній частині (див. аркуш 1).

17

*Інклюзивність ділянки.* Згідно з державними будівельними нормами про інклюзивність будівель та споруд [9], необхідно забезпечити зручний рух по ділянці для маломобільних груп населення (люди похилого віку, люди з інвалідністю). Потрібно проведення наступних заходів:

1. Пристосування пішохідних переходів до руху по ним людей з інвалідністю. Полягає у зниженні рівня тротуару, щоб зменшити висоту краю тротуару над рівнем дороги (висота бордюра над дорогою до 45 мм). Понижена ділянка повинна мати тактильну поверхню. Ухил переходу між нижчим і звичайним рівнем тротуару повинен бути до 8% (рис. 1.5).



≤45 мм

Рис. 1.5. Влаштування тротуару біля пішохідного переходу

Передбачається проведення таких заходів на пішохідних переходах та біля місць для стоянки автомобілів людей з інвалідністю.

2. Рух по ділянці повинен бути безпечним і зручним: на шляху не повинно бути перешкод (стовпів, колон тощо); поверхня тротуару (доріжки) повинна бути з твердим неслизьким покриттям і рівною; ширина доріжок більше 1.8 м (передбачається від 2.0 м); система тактильних доріжок повинна бути на всіх шляхах до будівель та споруд, до яких ходять люди (головна будівля, зупинка громадського транспорту).

*Малі архітектурні форми.* До МАФ на ділянці відносяться: лавки (для відпочинку та очікування автобуса), ліхтарі, урни для сміття, велостоянка, навіс

перону. Основними вимогами до малих архітектурних форм є: антивандальність (непошко-джуваність від зловмисних дій людей), вписування в архітектурний ансамбль вок-залу, доцільність розміщення, надання їм певного функціонального призначення.

Відомість малих архітектурних форм наведена в графічній частині (див. аркуш 2).

**Озеленення.** На ділянці необхідне влаштування комплексу озеленення через ряд причин:

1. Захист ділянки від шуму на дорогах, пилу, вітру. Найкраще від шуму захищають листяні дерева з густою кроною в парі з кущами, від вітру – великі листяні дерева з густою кроною, від пилу – хвойні дерева.
2. Очищення повітря від вуглекислого газу та інших домішок й вироблення кисню. Найкраще цю функцію виконують листяні дерева з густою кроною, наприклад то-полі, дуби.
3. Затінення ділянки в необхідних місцях. Найкраще підходять дерева з густою ши-рокою кроною, наприклад клен, дуб.
4. Рослини вбирають зайву воду з поверхні ґрунту.
5. Насадження роблять простір перебування візуально привабливим, цікавим. Найкраще підходять дерева з красивим цвітінням, певними іншими особливостями, які чимось позитивно відрізняються з-поміж інших дерев.

Для озеленення проекрованої ділянки було прийнято використати наступні ро-слини:

- Хвойні дерева:

1. Ялина сиза (канадська) «Сopіса» – вічнозелене низькоросле хвойне дерево висо-тою до 2 м, шириною до 1.5 м. Хвоя голкоподібна, при розпусканні світло-зелена, пізніше темніша, блискуча. Кора коричнево-сіра, відшаровується великими плас-тинками. Для висадки підходять родючі добре дреновані ґрунти. Темп зростання 6-10 см за рік у висоту і 3-5 см в ширину. Визначається своєю правильною конусопо-дібною формою, виглядом.

- Листяні дерева:

1. Береза бородавчаста – листопадне дерево висотою до 20 м, шириною 6-7 м. Листя світло-зелене, невелике. Кора гладка біла, у зрілих дерев чорна сіра біля землі, з тріщинами. Квітки довгі, зелені. Період цвітіння – квітень-травень. До ґрунтів не-вибаглива, найкраще підходять добре дреновані вологі ґрунти. Визначається своїм виглядом та невибагливістю до умов існування.

2. Вишня дрібнопильчаста (сакура) «Kanzan» - листопадне дерево висотою до 8 м, шириною 5-6 м. Листя влітку світло-зелене, восени жовте. Кора у молодому віці

червонувато-коричнева, у зрілому – коричнево-сіра, з тріщинами. Квіти красиві, пахучі, густомахрові, рожевого кольору. Період цвітіння – квітень. Для висадки підходять родючі вологі, але не заболочені ґрунти. Темп зростання до 30 см за рік. Визначається своїм красивим цвітінням і запахом квіток.

3. Катальпа бігنونієвидна (звичайна) – листопадне дерево висотою до 10 м, шириною 5-6 м. Листя велике, серцеподібної форми, світло-зелене, восени світло-жовте. Кора сірувата гладка. Квітки красиві, пахучі, кремового кольору, до 3 см в діаметрі, зібрані в довгі суцвіття. Плоди – довгі вузьку стручки, залишаються на дереві до весни. Період цвітіння – червень. Для висадки підходять родючі вологі добре дре-новані ґрунти. Темпи зростання 30-40 см за рік. Визначається своїм великим лис-тям і цвітінням.

4. Клен червоний «Autumn Flame» - листопадне дерево висотою 10-12 м, шириною 6-10 м. Листя весною та влітку зеленого кольору, восени – насиченого червоного, залишається на гілках довше, ніж в інших дерев. Кора гладка, сріблястого кольору, молоді пагони червоно-коричневі. Для висадки підходять родючі добре дре-новані ґрунти, погано переносить засуху. Визначається своєю широкою кроною та краси-вим восени листям.

5. Клен ясенелистий «Flamingo» - листопадне дерево висотою 5-6 м, шириною 6 м. Листя світло-зелені з рожевими гранями, що влітку стають білими. Кора сіро-кори-чнева. Квіти зеленувато-жовті, зібрані в грона. Період цвітіння – квітень-травень. Для висадки підхо-дять родючі вологі добре дре-новані ґрунти. Дерево швидкозрос-таюче. Визначається забарвленням листя, цвітінням і кроною.

6. Ясен кулястий – листопадне невисоке дерево висотою до 3 м, шириною до 1.5 м. Листя темно-зелене, восени стає жовтим, складної форми, довжиною до 20 см. сто-вбур тонкий, кора гладка сіро-коричнева. Для висадки підходять добре дре-новані родючі лужні або слабо кислі ґрунти, погано реагує на надлишок вологи. Темпи зростання низькі, до 15 см за сезон. Визначається своїми невеликими розмірами й красивою кулястою кроною.

- Кущі листяні:

1. Бересклет крилатий «Compactus» - листопадний кущ висотою 1-1.2 м, шириною до 1 м. Листя витягнутої форми, темно-зелене, восени яскраво-червоне. Квіти зеле-нувато-жовті, зібрані по 3 штуки в невеликі суцвіття, мало помітні. Плоди червоно-помаранчеві, тримаються майже до кінця зими. Цвіте рясно. Період цвітіння– тра-вень-червень. Підходять для висадки добре дре-новані не сухі й не перезволожені ґрунти. Визначається своїм забарвленням восени і компактною кроною.

2. Бирючина звичайна – листопадний чагарник. Листя яйцеподібної форми, темно-зелені, щільні. Квіти дрібні, білі, запашні, зібрані в суцвіття довжиною до 6 см.

Пло-ди блискучі, чорні, зберігаються на гілках до січня. Період цвітіння – червень-ли-пень. Для висадки підходять пухкі родючі ґрунти. Темпи зростання до 40 см у висо-ту і 30 см у ширину. Визначається тим, що добре підходить для висадки у вигляді живоплотів, легко піддається формувальній стрижці, має запашні квітки. Відстань між рослинами в ряду 35 см.

3. Бузок Мейера «Palibin» - листопадний кущ висотою 1.2-1.5 м, шириною 1.5 м. Листя темно-зелене, серцеподібної форми, невелике. Квіти лілово-рожеві, воронко-по-дібної форми, зібрані в прямостоячі конусоподібні суцвіття довжиною до 10 см, мають приємний аромат. Цвіте рясно. Період цвітіння – травень-червень, повторно в серпні. Підходять для висадки родючі добре дреновані свіжі пухкі гумусні ґрунти. Визначається своїм цвітінням і приємним інтенсивним ароматом.

4. Вейгела квітуча «Minuet» - листопадний кущ висотою 0.7 м, шириною 1.3 м.  
Лис- 20

тя витягнутої форми, темно-зеленого кольору. Квітки насиченого рожевого кольору, в діаметрі до 4 см, зібрані в суцвіття по 4 штуки, мають приємний аромат. Цвіте рясно. Період цвітіння – травень-червень, одна з особливостей – повторне цвітіння (серпень), але менш рясно. Підходять для висадки родючі добре дреновані помірно зволожені ґрунти. Визначається своїм красивим цвітінням і приємним ароматом.

5. Чубушник запашний – листопадний кущ висотою 2-3 м, шириною 1.5-2 м. Листя світло-зелене, округле. Квіти великі білі з жовтим цвітом, зібрані в суцвіття, мають приємний аромат. Цвіте рясно. Період цвітіння – червень-липень. Підходять для висадки помірно зволожені ґрунти. Визначається своїм цвітінням та інтенсивним запахом.

На вільній від насаджень території передбачено висів газону. Його склад [10]: вівсяниця червона 30%, м'ятлик луговий 40%, райграс багатолітній 20%, вівсяниця овеча 10%.

Всі рослини морозостійкі, люблять сонячні ділянки або напівтінь, придатні для висадки в міських умовах.

*Суміжна територія.* Також передбачається виконання робіт на території біля ділянки проектування:

1. Зміщення тротуару по вул. Володимира Данчевського від проїзної частини з утворенням зеленої зони шириною 3.0 м. Тротуар шириною 2.5 м.
2. Заміна покриття тротуару по вул. Томаша Масарика внаслідок поганого стану.
3. Облаштування зелених зон шляхом підготовки поверхні та висадки насаджень.

4. Влаштування бордюрів та поребриків доріг та тротуарів.
5. Влаштування заїзної кишені для зупинки громадського транспорту.

## 2.1. Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд на ділянці

### Головна будівля

Основою для проектування будівлі є типовий проект [11] з певними змінами.

Габаритні розміри в осях 60.0x30.0 м. Всього входів у будівлю 9: 2 головні, 6 службових, 1 суто евакуаційний вихід. Всього складається з 4 поверхів (3 наземні, 1 підземний (підвальный)). Мінімальна висота цоколя складає 0.3 м, до входів ведуть сходи з двома сходишками з шириною 0.3 м та висотою 0.15 м.

*Перший поверх на відмітці 0.000.* Є основним поверхом будівлі, який містить приміщення, необхідні для оформлення поїздки. Також тут знаходяться приміщення персоналу вокзалу, різні службові, технічні й допоміжні приміщення, які забезпечують його роботу тощо. Планувальна схема комбінована (безкоридорна в центральній частині будівлі, і коридорна з односторонньо орієнтованим коридором в західній частині, коридорна у східній частині). Всього 46 приміщень (38 найменувань) (див. аркуш 3 графічної частини).

*Другий поверх на відмітці +3.300.* Є додатковим поверхом, який містить приміщення, необхідні для харчування відвідувачів вокзалу. Також містить приміщення для персоналу вокзалу, різні службові й технічні приміщення, які забезпечують його роботу, виробничі приміщення для приготування їжі, приміщення для відпочинку водіїв тощо. Планувальна схема комбінована (коридорно-кільцева з атріумом в центральній частині будівлі, коридорна у правій частині). Всього 40 приміщень (35 найменувань) (див. аркуш 3 графічної частини).

*Третій поверх на відмітці +6.600.* Є технічним поверхом, містить тільки одне технічне приміщення для розміщення інженерного вентиляційного обладнання (див. лист 4 графічної частини). Двері, розташовані на даному поверсі, слугують виходом на неексплуатоване горище.

*Підвальный поверх на відмітці -3.600.* Є допоміжним поверхом, містить приміщення з камерами схову. Також тут знаходяться приміщення для персоналу, який забезпечує роботу камер схову й нагляд за ними. Окрім цього, ще знаходяться технічні приміщення. Планувальна схема безкоридорна. Всього 8 приміщень (див. аркуш 4 графічної частини).

**Дах.** Основна частина даху є двосхилою, складною в плані, у західній частині симетричною прямокутною, у лівій несиметричною. Нахил схилів складає 10% (5.71 °), довжина в різних місцях 3.015 м, 9.045 м, 12.060 м і 15.075 м. Довжина гребня 58.0 м, загальна довжина (на півночі) 64.0 м.

2 93  
2

Менша частина даху (на південному виступі) є нескладною в плані, симетричною. Нахил скатів складає 33.3% (18.43 °), довжина 4.745 м. Довжина гребеня 20.4 м. Примикання до основного гребеня під прямим кутом. Відмітка верху гребенів +10.000. 23

На даху передбачаються вентиляційні виходи.

Горище неексплуатоване, холодне. Слугує для періодичного огляду конструкцій даху, певного обладнання.

**ІНКЛЮЗИВНІСТЬ [9].** Для входу в будівлю людей на колісних кріслах та мам з візочками передбачається встановлення пандусу з північного боку. Основні характеристики:

- висота підйому 0.3 м;
- довжина пандусу 6.0 м;
- ухил 5%;
- ширина пандусу (загальна) 1.2 м;
- ширина між поручнями (корисна) 1.05 м;
- висота поручнів 0.7 м;
- висота огороження 1.0 м;
- довжина майданчиків: нижній 1.675м, верхній 1.2 м;
- покриття: пандус – шорсткий бетон, поручні – шорстка фарба.

Для пересування людей з малою мобільністю між поверхами передбачено влаштування ліфту (позиція 2 на планах поверхів). З його допомогою можна потрапити на другий поверх, також підвальний. На третій поверх немає необхідності, там лише одне технічне приміщення. Основні характеристики:

- розміри кабіни – 1.59x1.74 м (між опорядженими поверхнями стін);
- двері: ширина 1.0 м, висота 2.1 м;
- вантажопідйомність 300 кг (на випадок перебування людини супроводу);
- внутрішнє облицювання – пластикові панелі;
- обладнання розміщене на рівні неексплуатованого горища.

Для справляння природних потреб людей з інвалідністю передбачено влаштування окремої вбиральні на першому поверсі (позиція 8 на плані поверху). Основні характеристики:

-розміри – 2.07x2.17 м (між опорядженими поверхнями стін);

-двері: ширина 1.0 м, висота 2.1 м;

-висота поручнів: біля унітазу 0.75 м, біля умивальника 0.9 м;

24

-внутрішнє облицювання – керамічна плитка, водостійка інтер'єрна фарба.

Для зручного руху всередині будівлі необхідне влаштування дверей без поро-гів шириною 0.9-1.0 м.

Для людей з вадами зору необхідне влаштування тактильних смуг, дублюван-ня інформації шрифтом Брайля.

#### *Інші будівлі та споруди*

*Зупинка громадського транспорту.* Розміри в плані 25.0x2.5 м, висота внутрішнього простору 2.6 м до стелі. Являє собою закриту з трьох сторін споруду. Все-редині уздовж північної стіни передбачаються місця для сидіння – лавки, висота над рівнем підлоги 0.45 м. По бокам біля простінків передбачаються місця для лю-дей на колісних кріслах або мам з візочками.

Дах односхилий, ухил 10% (5.71 ° ). Відмітка рівня даху (верхня точка) віднос-но рівня підлоги +2.800.

*Сміттєвий майданчик.* Розміри в плані 3.0x8.0 м, висота внутрішнього прос-тору 2.6 м (до конструкції даху). Являє собою закриту з трьох сторін споруду. Міс-тить простір для розміщення сміттєвих контейнерів. Проріз в західній стінці пови-нен забезпечувати безперешкодний доступ до контейнерів при викиданні сміття та при їх випорожненні від ТПВ (вивезення з майданчика).

Дах односхилий, ухил 10% (5.71 ° ). Відмітка рівня даху (верхня точка) віднос-но рівня асфальту в межах споруди складає +2.850.

*Споруда для мийки та огляду автобусів.* Розміри в плані 13.0x20.0 м, висота внутрішнього простору 5.5 м (до конструкції даху). Являє собою напівзакриту спо-руду. Містить простір для мийки та огляду автобусів, для розміщення необхідного обладнання. Всередину споруди можливий заїзд через прорізи на західному та схід-ному фасадах шириною 3.0 м, висотою 4.2 м. Всього передбачено 4 місця. Кожне місце має ще оглядову яму (довжина 12.0 м, ширина 1.2 м, глибина 1.8 м). На пів-денному фасаді проріз для входу в споруду з тротуару.

Дах односхилий, ухил 10% (5.71 ° ). Відмітка рівня даху (верхня точка) віднос-но рівня підлоги складає +5.900 (підлога в рівень з асфальтобетонним покриттям).

*Трансформаторна підстанція.* Розміри в плані 3.0x7.2 м, висота внутрішньо-го простору 3.0 м. Являє собою закриту з усіх сторін споруду. Містить

простір для розміщення й кріплення інженерного обладнання для електропостачання. Доступ до внутрішнього простору передбачається через двері 1.0x2.1 м, які розміщені на південній стороні, також через спеціальні дверцята та люки, встановлені на стінках.

Дах односхилий, ухил 10% (5.71 ° ). Відмітка рівня даху (верхня точка) віднос-но рівня тротуару біля споруди складає +3.000.

25

## 2.2. Рішення по застосуванню матеріалів, виробів та інженерного обладнання

### Матеріали

Передбачається використання наступних матеріалів для опорядження поверхонь:

#### I. Головна будівля:

##### 1. Стіни:

-всередині – цементно-піщана штукатурка, шпаклівка, фінішним покриттям слугує водостійка інтер'ерна фарба (для зручного прибирання й рідшого косметичного ре-монту); цементно-піщана штукатурка, цементний клей, фінішним покриттям слугує керамічна плитка (в приміщеннях загального користування від підлоги до 1.8 м над рівнем підлоги, у вбиральнях і душових кімнатах на всій поверхні стіни, в ін-ших приміщеннях – смуга шириною 150 мм (по типу плінтуса);

-зовні – цементний клей, жорстка мінеральна вата, армована цементна штукатурка, фінішним покриттям слугує фасадна водостійка фарба; цементний клей, жорстка мінеральна вата, клей цементний, фінішним покриттям слугує керамічна плитка (цоколь); також облицювання плитками (деякі стіни й зовнішні кути).

2. Підлога та поверхня майданчиків біля будівлі – бетонна стяжка, цементний клей, фінішним покриттям слугує неслизька керамічна плитка (безпека експлуатації, зручність прибирання); до підлоги підвального поверху додається залізобетонна стяжка, екструдований пінополістирол і поліетиленова пароізоляційна плівка.

3. Стеля – цементно-піщана штукатурка, шпаклівка, фінішним покриттям слугує інтер'ерна водостійка фарба (стеля по міжповерховому залізобетонному перекриттю); м'яка мінеральна вата між балками, пароізоляційна мембрана, каркас з метало-профілю, гіпсокартон, шпаклівка, фінішним покриттям слугує інтер'ерна водостійка фарба (стеля по горищному дерев'яному перекриттю).

4. Підлога горища – дерев'яні дошки.

5. Покрівля – гідроізоляційна плівка, фінішним покриттям слугує несучий профнас-тил; на торцях даху та на гребені металеві накладки.

6. Звиси даху – гідроізоляція, фінішним покриттям слугують пластикові софіти.

7. Сходи й бокові поверхні майданчиків – клей цементний, фінішним покриттям слугує керамічна плитка.

#### II. Зупинка громадського транспорту:

1. Стіни – цементна штукатурка, фінішним покриттям слугує водостійка декоратив-на штукатурка; цементний клей, керамічна плитка (смуга шириною 300 мм над рів-нем землі).
2. Підлога – бетонна стяжка, цементний клей, фінішним покриттям слугує зносо-стійка неслизька керамічна плитка.
3. Стеля – пластикова вагонка.
4. Покрівля – гідроізоляційна плівка, фінішним покриттям слугує профнастил; на торцях даху металеві накладки.

### III. Сміттевий майданчик:

1. Стіни – профнастил.
2. Підлога – асфальтобетонне покриття (див. п.1.3, с.17).
3. Стеля – не передбачається.
4. Покрівля – гідроізоляційна плівка, фінішним покриттям слугує профнастил; на торцях даху металеві накладки.

### IV. Споруда для мийки та огляду автобусів:

#### 1. Стіни:

-всередині – цементно-піщана штукатурка, цементний клей, керамічна плитка (на всій висоті);

-зовні – цементно-піщана штукатурка, фінішним покриттям слугує декоративна во-достійка штукатурка; цементний клей, керамічна плитка (смуга шириною 300 мм над рівнем землі).

2. Підлога – бетонна стяжка, цементний клей, фінішним покриттям слугує зносо-стійка неслизька керамічна плитка.
3. Стеля – не передбачається.
4. Покрівля – гідроізоляційна плівка, фінішним покриттям слугує профнастил; на торцях даху металеві накладки.

### V. Трансформаторна підстанція:

1. Стіни (зовні) – гідроізоляційна плівка, фінішне покриття із спеціальних штампо-ваних металевих листів.
2. Підлога – бетонна стяжка.
3. Стеля – не передбачається.

4. Покрівля – гідроізоляційна плівка, фінішним покриттям слугує профнастил; на торцях даху металеві накладки.

## Вироби

27

До виробів віднесемо:

### I. Головна будівля:

1. Вікна – металопластикові, теплоефективні шестикамерні, з потрійним склопакетом.
2. Двері:
  - внутрішні – металопластикові або з HDF (деревоволокниста плита високої щільно-сті), без склопакета;
  - зовнішні – металопластикові з утеплювачем, без склопакету; розсунві скляні (гартоване скло більшої товщини) (головні входи в будівлю).
3. Віконні відливи – металеві, з оцинкованого пофарбованого штампованого листа.
4. Ринви й водовідвідні вертикальні труби– пластикові труби круглого перерізу.
5. Кріплення ринв – гнуті металеві, пофарбовані.
6. Перила й поручні – металеві, неіржавна або звичайна пофарбована сталь.
7. Вентиляційні виходи – метало-пластикові вироби.

### II. Зупинка громадського транспорту:

1. Лавка – довжина 22.0 м, ширина 0.6 м, висота 0.45 м. Матеріали: зварний каркас-сталеві труби прямокутного перерізу 50x35x4 мм, пофарбовані; поверхня для сидіння – бруски перерізу 50x100 мм, полаковані. Без спинки.

### III. Сміттевий майданчик:

1. Пересувні пластикові сміттєві контейнери місткістю по 1100 літрів, кількість – 5 штук.

**IV.** Споруда для мийки та огляду автобусів – не передбачаються.

### V. Трансформаторна підстанція:

1. Двері – металеві.

*Інженерне обладнання*

Передбачається забезпечення ділянки та головної будівлі наступними інженерними системами:

1. Електропостачання – із міської мережі, трьохфазне напругою 400 вольт, із влаштуванням понижуючої трансформаторної підстанції та приміщення з електроустановкою (щитова) (позиція 13 на плані першого поверху).
2. Водопостачання – із міської мережі, із влаштуванням приміщення з устаткуванням водопостачання (позиція 38 на плані першого поверху).
3. Водовідведення – господарська каналізація з виведенням в міську каналізаційну мережу, водовідвідна каналізація – в міську водовідвідну мережу.
4. Газопостачання – з міської мережі.
5. Опалення – індивідуальне водяне, теплогенераторами слугують газовий котел та теплові насоси «повітря-вода» (залежно від температури зовнішнього повітря та інших умов) з резервним живленням (акумулятори), із влаштуванням теплового пункту (позиція 76 на плані підвального поверху). Опалювальними приладами є радіатори, теплові завіси над основними входами в будівлю, система теплої підлоги. В додачу до теплових насосів передбачається влаштування буферної (акумуляторної) ємкості для зберігання гарячої води й компенсування нестачі потужності теплових насосів у певні проміжки часу протягом доби.
6. Гаряче водопостачання – індивідуальне, за допомогою газового котла та теплових насосів.
7. Вентиляція – приточно-витяжна з механічним спонуканням, із застосуванням вентиляційних камер (позиції 45 і 47 на плані другого поверху, позиція 74 на плані третього поверху і позиція 80 на плані підвального поверху), рекуператорів, фільтрів.
8. Освітлення – енергоощадне, із застосуванням LED-ламп.
9. Кондиціонування – механічне. У холодний період частково виконує роль опалення.
10. Відеонагляд – відео-камери по ділянці та будівлі, із застосуванням комп'ютерної та серверної техніки (розміщення в приміщенні чергового (позиція 33 на плані першого поверху)).
11. Система інформування – електрична, із застосуванням електронних табло, моніторів та динаміків.
12. Пожежогасіння – автоматизоване, із застосуванням електроніки та датчиків.
13. Система сповіщення для евакуації при надзвичайній ситуації – напівавтоматизована, із влаштуванням електричних показників напрямків евакуаційного руху та евакуаційних виходів, звукових сигналізаторів.

14. Система аудіопоказчиків для людей з вадами зору – електрична, безперервної дії. Влаштується на входах в будівлю.
15. Блискавкозахист – пасивний.

29

### 3.1. Конструктивні рішення будівель та споруд на ділянці

#### Головна будівля

Конструктивна схема – каркасна.

1. Фундаменти – стовпчасті залізобетонні монолітні з бетону класу B20 та арматури класу A240C. Відмітка підшв фундаментів –1.100.
2. Колони – квадратного перерізу 350x350 мм, залізобетонні монолітні з бетону класу B20 та арматури класу A400C (робоча) та A240C (хомути).
3. Перекриття – ребристі залізобетонні монолітні з плитами, опертими по контуру, з бетону класу B20 та арматури класу A400C (робоча) та A240C (хомути) (балки перерізом 250x400 мм, плита товщиною 150 мм).
4. Горішнє перекидання – утеплене дерев'яне з соснових балок.
5. Дах – кроквяний, складається з кроквяних ферм, які виготовлені з парних кутни-ків сталі марки C275. Ферми одно- та двоххилі трапецеподібні, симетричні та неси-метричні.
6. Покрівля – з несучого профнастилу, який закріплений на прогонах з швелерів із сталі марки C275.
7. Зовнішні стіни – самонесучі, збірні з стінових армованих керамзитобетонних панелей товщиною 250 мм ( $\rho=1000\text{ кг/м}^3$ ); кладка з газобетонних блоків марки D500 шириною 250 мм на цементно-піщаному розчині марки M75 (за нестандартних розмірів).
8. Внутрішні стіни (перегородки) – кладка з газобетонних блоків марки D500 шириною 100 мм на цементно-піщаному розчині марки M75 з армуванням швів між рядами блоків дротою арматурою класу Вр-I діаметром 3 мм.
9. Перемички – залізобетонні монолітні з бетону класу B20 та арматури класу A240C.
10. Підлога – бетонна з бетону класу B12.5, залізобетонна з бетону класу B12.5 та арматури класу A240C (підвальный поверх).
11. Сходи – залізобетонні монолітні з бетону марки B15 та арматури марки A240C.

#### Зупинка громадського транспорту

Конструктивна схема - з неповним каркасом.

1. Фундамент – стрічковий залізобетонний монолітний з бетону класу B15 та арматури класу A240C.
2. Стіни – несучі, кладка з газобетонних блоків марки D500 шириною 200 мм на цементно-піщаному розчині марки M75.

3. Колони – залізобетонні монолітні квадратного перерізу 200х200 мм з бетону кла-су В20 та арматури класу А400С.
4. Перемичка – залізобетонна монолітна з бетону класу В20 та арматури класу А400С.
5. Підлога – залізобетонна бетону класу В12.5 та арматури класу А240С.
6. Дах – односхилий, з балок у вигляді гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245.
7. Покрівля – з профнастилу, який закріплений на каркасі з сталевих гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245.

*Смітєвий майданчик*

Конструктивна схема – каркасна.

1. Фундамент – із сталевих гвинтових паль.
2. Колони – з гнutoзварної труби квадратного перерізу з сталі марки С245.
3. Стіни – навісні, являють собою каркас з гнutoзварних труб прямокутного перері-зу з сталі марки С245. Облицювання – профнастил.
4. Дах – односхилий, з балок у вигляді гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245 .
5. Покрівля – з профнастилу, який закріплений на обрешітці з сталевих гнutoзвар-них труб прямокутного перерізу з сталі марки С245.

*Споруда для мийки та огляду автобусів*

Конструктивна схема – безкаркасна (стінова).

1. Фундамент – стрічковий залізобетонний монолітний з бетону класу В15 та арма-тури класу А240С.
2. Стіни – несучі, кладка з газобетонних блоків марки D500 шириною 200 мм на це-ментно-піщаному розчині марки М75.
3. Перемички – залізобетонна монолітна з бетону класу В20 та арматури класу А400С.
4. Підлога – залізобетонна з бетону класу В20 та арматури класу А240С.
5. Дах – односхилий, з швелерних балок з сталі С275, опертих на залізобетонну мо-нолітну балку з бетону класу В20 та арматури класу А400С (посередині ширини споруди) і армопояс.
6. Армопояс – залізобетонний монолітний з бетону класу В20 та арматури класу А400С.

7. Покрівля – з профнастилу, який закріплений на обрешітці з сталевих гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245.

#### *Трансформаторна підстанція*

Конструктивна схема – каркасна.

1. Фундамент – плитний залізобетонний монолітний з бетону класу В20 та арматури класу А240С.
2. Колони – з гнutoзварної труби квадратного перерізу з сталі марки С245.
3. Стіни – навісні, являють собою каркас з гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245. Облицювання – профнастил.
4. Дах – односхилий, з балок у вигляді гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245 .
5. Покрівля – з профнастилу, який закріплений на обрешітці з сталевих гнutoзварних труб прямокутного перерізу з сталі марки С245.

#### *Навіс перону*

Конструктивна схема – каркасна.

1. Фундаменти – стовпчасті залізобетонні монолітні з бетону класу В20 та арматури класу А240С.
2. Колони – коробчасті з зварених по довжині швелерів з сталі марки С275.
3. Дах – односхилий, з балок у вигляді двотаврів з сталі марки С275 .
4. Покрівля – з несучого профнастилу, який закріплений на прогонах з сталі марки С275.

### **3.2. Розрахунок кроквяної ферми будівлі**

Розрахунок кроквяної ферми даху головної будівлі, яка приймає на себе найбільше навантаження (там, де крок ферм 6.0 м). Таких ферм є 3 (по осям 4, 5, 6). Ін-ші ферми мають менші розміри або інакше завантажені.

Розрахунок вестиметься на основі методичних вказівок [12].

#### ***Компонування ферми***

Ферма трапецеподібна, симетрична, з трикутною решіткою.

Метою компонування є визначення раціональної схеми ферми з умови еконо-мічності, простоти виготовлення, транспортування та монтажу. Маса, яка є одним з чинників економічності, залежить від відношення її висоти до прольоту. Із зрос-танням висоти зменшуються зусилля в стержнях, але росте довжина й маса стержнів. Оптимальною є висота, коли маса решітки й поясів зрівнюються.

Визначимо оптимальну висоту ферми  $h_{opt}$  :

$$h_{opt} = \frac{L}{n} \sqrt{2(0.7n+1)} = \frac{24}{17} \sqrt{2(0.7*17+1)} = 7.17 \text{ м}, \quad (1)$$

де  $L$  – проліт ферми (м);

$n$  – кількість панелей (попередньо прийнята).

Фактична висота приймається меншою за оптимальну. Для трапецеподібної ферми висота опорної стійки повинна бути в межах  $\frac{1}{10} \dots \frac{1}{15}$  від прольоту приймаємо  $h_0 = 1.8 \text{ м}$  ( $\frac{1}{13.3} L$ ). Нахил покрівлі і водночас верхнього поясу  $i$  складає 10% ( $5.71^\circ$ ),

тому висота посередині ферми складе  $h = h_0 + \frac{L}{2} * i = 1.8 + \frac{24}{2} * 0.1 = 3.0 \text{ м}$ .

Тепер скомпонуємо ферму (рис. 3.1).

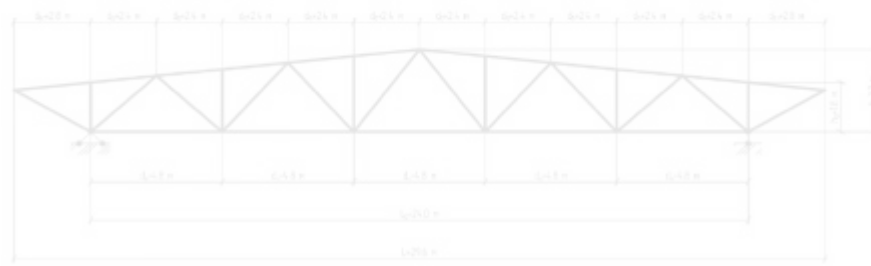


Рис. 3.1. Схема ферми

### Статичний розрахунок ферми

Статичний розрахунок полягає у визначенні зусиль в стержнях ферми. Вона розраховується як шарнірно-стержнева статично визначувана система, в стержнях якої діють зусилля стиску або розтягу (в нижньому поясі додатково згин). Статичний розрахунок ферми проводиться за допомогою програмного комплексу Lira.

Необхідно розрахувати ферму на такі види навантажень:

1. Постійні від ваги покрівлі, стелі та власної ваги конструкції.
2. Змінне від ваги снігу.

Для знаходження граничних розрахункових значень необхідно перемножити характеристичні значення на коефіцієнт надійності  $\Psi_{fc}$  та коефіцієнт надійності за призначенням будівлі  $\Psi_d$ , який залежить від класу наслідків. Приймаємо  $\Psi_d = 1.0$  (клас наслідків (відповідальності) СС3 (визначено за [13])).

Спочатку необхідно визначити складові постійного навантаження. Для цього необхідно розрахувати деякі несучі елементи (прогони, балки).

Розрахунок прогону покрівлі. Розрахунок вестимемо в табл. 3.1.

Збір навантаження на прогон покрівлі, кН/м<sup>2</sup>

Табл.

3.1

№	Вид навантаження	Характеристичне значення	Коеф. надійн. за експл. навант. $\gamma_{fe}$	Експлуатаційне розрахункове навантаження	Коеф. надійн. за розрах. навант. $\gamma_{fm}$	Граничне розрахункове навантаження
<b>I Постійні:</b>						
1	Профнастил ТП-45х0.6	0.057	1.0	0.057	1.2	0.068
2	Гідроізоляційна мембрана	0.001	1.0	0.001	1.2	0.001
3	Власна вага прогону	0.055	1.0	0.055	1.05	0.058
<b>Всього:</b>				$g_e=0.113$		$g=0.127$
<b>II Змінні:</b>						
1	Снігове навантаження	1.49	0.49	$v_e=0.730$	1.14	$v=1.699$
<i>Повне навантаження:</i>				0.843		1.826

Прогони мають проліт  $l_0=6.0$  м, відстань між прогонами 2.4 м (біля краю даху 2.8 м). Вантажна ширина  $B_{np} = \frac{2.4+2.8}{2} = 2.6$  м (для найбільш завантаженого прогону між 1 і 2 панеллю). Оперті шарнірно.

Знаходження характеристичних значень навантаження:

1. Профнастил ТП-45х0.6. Характеристичне значення  $0.057$  кН/м<sup>2</sup>.
2. Гідроізоляційна мембрана. Маса 1 м<sup>2</sup> складає близько 0.1 кг, характеристичне значення  $0.001$  кН/м<sup>2</sup>.
3. Власна вага прогону. Попередньо приймемо швелер №16У, для нього маса 1 м.п. 0.142 кН, характеристичне навантаження складе  $\frac{0.142}{2.6} = 0.055$  кН/м<sup>2</sup>.

Снігове навантаження. Характеристичне снігове навантаження для м. Мукачова  $S_0=1.49$  кН/м<sup>2</sup>. Розрахункові значення складуть:

-експлуатаційне:  $S_e = \gamma_{fe} S_0 C \gamma_n = 0.49 * 1.49 * 1.0 * 1.0 = 0.73$  кН/м<sup>2</sup>, (2)

-граничне:  $S_m = \gamma_{fm} S_0 C \gamma_n = 1.14 * 1.49 * 1.0 * 1.0 = 1.699$  кН/м<sup>2</sup>, (3)

$\gamma_{fe}=0.49$  – коефіцієнт надійності за експлуатаційним навантаженням (значення  $\eta=0.02$  – не дано завданням на проектування);

$\gamma_{fm}=1.14$  – коефіцієнт надійності за граничним навантаженням (термін експлуатації будівлі 100 років);

де  $C$  – інтегрований коефіцієнт:

$$C = \mu * C_e * C_{alt}, \quad (4)$$

тут  $\mu = 1.0$  – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю (кут нахилу покрівлі  $5.71^\circ < 25^\circ$ );

$C_e = 1.0$  – коефіцієнт, який враховує особливий режим експлуатації покрівлі (очищення, танення снігу тощо) (не дано завданням на проектування);

$C_{alt} = 1.0$  – коефіцієнт географічної висоти майданчику будівництва ( $H = 60.126 \text{ км} < 0.5 \text{ км}$ ).

Прогон працює на косий згин (лежить на нахиленій поверхні). Однак, несучий профнастил, який є покрівлею даху, перешкоджає переміщенню прогона із площини й деяким чином нейтралізує дію згинального моменту по осі  $y$ . Тому розраховуватися він буде лише на дію моменту по осі  $x$ . Погонні навантаження:

$$q_x = (g + v) * \cos \alpha * B_{pp} = (0.127 + 1.699) * \cos 5.71^\circ * 2.6 = 4.724 \text{ кН/м} \quad (5)$$

$$q_{ex} = (g_e + v_e) * \cos \alpha * B_{pp} = (0.113 + 0.73) * \cos 5.71^\circ * 2.6 = 2.181 \text{ кН/м}$$

Підбір перерізу. Він полягає в підборі швелера й перевірці його міцності і деформативності.

Згинальний момент –  $M = \frac{q_x * l_0^2}{8} = \frac{4.724 * 6^2}{8} = 21.258 \text{ кН*м}; \quad (6)$

$$M_e = \frac{q_{ex} * l_0^2}{8} = \frac{2.181 * 6^2}{8} = 9.815 \text{ кН*м}$$

Сталь С275,  $R_y = 270 \text{ МПа}$ ,  $E = 2.06 * 10^5 \text{ МПа}$ .

Необхідний момент опору перерізу

$$W_x = \frac{M}{R_y * \gamma_c} = \frac{21.258 * 10^3}{270 * 1.0} = 78.7 \text{ см}^3, \quad (7)$$

де  $R_y$  – розрахунковий опір сталі (МПа);

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи елемента.

За сортаментом швелерів [14] попередньо приймемо швелер №16У, для якого  $W_x = 93.4 \text{ см}^3$ ,  $I_x = 747 \text{ см}^4$ .

Умова міцності однозначно виконується.

Перевіримо деформативність швелера:

$$f = s \frac{M_{ex} * l_0}{E * I_x} = \frac{5}{48} \frac{9.815 * 600}{206000 * 747} 10^3 = \frac{1}{251} \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}, \quad (8)$$

де  $s$  – коефіцієнт, який залежить від схеми завантаження;

36

$E$  – модуль пружності сталі (МПа);

$I_x$  – момент інерції поперечного перерізу по осі  $x$  (  $\text{с м}^4$  ).

Умова деформативності виконується, тому остаточно залишаємо швелер №16У.

*Розрахунок балки горіщного перекриття.* Розрахунок вестимемо в табл. 3.2.

Збір навантаження на балку горіщного перекриття,  $\text{кН/м}^2$  Табл. 3.2

№	Вид навантаження	Характеристичне значення	Коеф. надійн. за експл. навант. $\gamma_{fc}$	Експлуатаційне розрахункове навантаження	Коеф. надійн. за розрах. навант. $\gamma_{fn}$	Граничне розрахункове навантаження
I	Постійні:					
1	Ходові дошки $\delta=50$	0.260	1.0	0.260	1.3	0.338
2	Власна вага балки	0.186	1.0	0.186	1.1	0.205
3	Мінеральна вата $\delta=300$	0.150	1.0	0.150	1.3	0.195
4	Пароізоляційна мембрана	0.001	1.0	0.001	1.2	0.001
5	Металопрофільний каркас	0.06	1.0	0.06	1.3	0.078
6	Гіпсокартон $\delta=12$	0.114	1.0	0.114	1.3	0.148
7	Шпаклівка з фарбою $\delta=2$	0.020	1.0	0.020	1.3	0.026
8	Обладнання	0.3	1.0	0.3	1.3	0.39
	Всього:			$g_e=1.091$		$g=1.381$
II	Змінні:					
	Корисне	0.700	1.0	$v_e=0.700$	1.3	$v=0.910$
	Повне навантаження:			1.791		2.291

Балки мають проліт  $l_0=6.0 \text{ м}$ , відстань між балками  $B_6=0.7 \text{ м}$  (для влаштування утеплювача в проміжку між ними).

Знаходження характеристичних значень навантаження:

1. Ходові дошки (сосна 2 або 3 сорту). Густина  $\rho=5.2 \text{ кН/м}^3$ , товщина 15 мм, характеристичне значення  $5.2 \cdot \delta = 5.2 \cdot 0.05 = 0.26 \text{ кН/м}^2$ .

2. Власна вага балки. Густина  $\rho=5.2 \text{ кН/м}^3$ , переріз попередньо приймемо 125x200 мм, характеристичне значення  $\frac{5.2 \cdot b \cdot h}{B_6} = \frac{5.2 \cdot 0.125 \cdot 0.2}{0.7} = 0.186 \text{ кН/м}^2$ .

3. Мінеральна вата. Густина  $\rho=0.5 \text{ кН/м}^3$ , товщина 300 мм, характеристичне значення  $0.5 \cdot \delta = 0.5 \cdot 0.3 = 0.15 \text{ кН/м}^2$ .

4. Пароізоляційна мембрана. Маса  $1 \text{ м}^2$  складає близько 0.1 кг, характеристичне значення  $0.001 \text{ кН/м}^2$ .

5. Металевий каркас з профілів 75 x 50 x 0.55 мм. Маса 1 м.п. профіля 0.85 кг (0.009 кН), встановлення перехресне, крок у двох напрямках 500 мм, вага складе  $\frac{2 * 0.009}{0.5} = 0.036$  кН/м<sup>2</sup>. Враховуючи елементи кріплення, характеристичне значення складе приблизно 0.06 кН/м<sup>2</sup>.
6. Гіпсокартон. Густина  $\rho = 9.5$  кН/м<sup>3</sup>, товщина 12 мм, характеристичне значення  $9.5 * 0.012 = 0.114$  кН/м<sup>2</sup>.
7. Шпаклівка з фарбою. Густина  $\rho = 10.0$  кН/м<sup>3</sup>, загальна товщина 2 мм, характеристичне значення  $10 * 0.002 = 0.02$  кН/м<sup>2</sup>.
8. Обладнання. Сюди належать різні підвісні елементи освітлення, вентиляції, пожежозахисту, електроустановок тощо. Характеристичне значення 0.3 кН/м<sup>2</sup>.
9. Корисне навантаження. Являє собою навантаження від людини, яка зайшла на горіще провести ревізію або ремонтні роботи. Характеристичне значення складає 0.7 кН/м<sup>2</sup>.

Погонні навантаження:

$$q = (g + v) * B_g = (1.381 + 0.91) * 0.7 = 1.604 \text{ кН/м} \quad (9)$$

$$q_e = (g_e + v_e) * B_g = (1.091 + 0.7) * 0.7 = 1.254 \text{ кН/м}$$

Підбір перерізу. Він полягає в підборі поперечного перерізу [15] і перевірці його міцності і деформативності.

Згинальний момент –  $M = \frac{q * l_0^2}{8} = \frac{1.604 * 6^2}{8} = 7.218 \text{ кН * м}$  ;

$$M_e = \frac{q_e * l_0^2}{8} = \frac{1.254 * 6^2}{8} = 5.643 \text{ кН * м}$$

Деревина сосна 2 сорту, вологість 18%, умови експлуатації А1, просочена антипіре-нами й антисептиками.

$$R_{12} = 14 \text{ МПа} , E = 10000 \text{ МПа} ,$$

$$R_{18} = \frac{R_{12}}{1 + \alpha(\omega - 12)} = \frac{14}{1 + 0.04(18 - 12)} = 11.29 \text{ МПа},$$

(10)

де  $R_{18}$  – розрахунковий опір згину деревини при даній вологості  $\omega = 18\%$  (МПа);

$R_{12}$  – розрахунковий опір згину деревини при стандартній вологості (МПа);

$\alpha$  – поправочний коефіцієнт.

$$V_e = m_k = 0.9 , R_b = R_{18} * V_e = 11.29 * 0.9 = 10.16 \text{ МПа} .$$

Момент опору перерізу  $b \times h = 125 \times 200$  мм :

$$W_d = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12.5 \cdot 20^2}{6} = 833 \text{ см}^3 \quad (11)$$

Момент інерції перерізу  $b \times h = 125 \times 200$  мм :

$$I_{бр} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{12.5 \cdot 20^3}{12} = 8333 \text{ см}^4 \quad (12)$$

Перевірка на міцність:

$$\sigma = \frac{M}{W_d} = \frac{7.218 \cdot 10^3}{833} = 8.67 \text{ МПа} < R_b = 10.16 \text{ МПа} , \quad (13) \quad 8$$

Запас міцності складає  $\frac{10.16 - 8.67}{10.16} \cdot 100\% = 14.7\%$

Приймаємо попередньо прийнятий переріз  $125 \times 200$  мм . Недоцільно зменшувати переріз по причині того, що напруження збільшаться, а розрахунковий опір зменшиться, вийде перенапруження.

Перевірка на деформативність:

$$f = s = \frac{M_e \cdot l_0}{E \cdot I_{бр}} = \frac{5 \cdot 5.643 \cdot 600}{48 \cdot 10000 \cdot 8333} \cdot 10^3 = \frac{1}{236} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$$

Умова деформативності виконується, тому залишаємо переріз  $b \times h = 125 \times 200$  мм.

Необхідні складові розраховано, можна складати збір навантажень на ферму.

Забігаючи наперед, варто зазначити види прикладання навантаження до ферми. Навантаження від покрівлі і снігу передається прогонами на вузли ферми, а на-вантаження від горищного перекриття передається на весь нижній пояс. Тому варто виділити окремо дані види навантажень (табл. 3.3).

Збір навантажень на ферму, кН/м<sup>2</sup>

Таблиця 3.3

№	Вид навантаження	Характеристичне значення	Коеф. надійн. за експл. навант. $\gamma_{fc}$	Експлуатаційне розрахункове навант. $g_{e1}$	Коеф. надійн. за розрах. навант. $\gamma_{fm}$	Граничне розрахункове навантаження $g_1$
<b>О Зосереджені вузлові:</b>						
<b>I Постійні:</b>						
1	Профнастил ТП-45x0.6	0.057	1.0	0.057	1.2	0.068
2	Гідроізоляційна мембрана	0.001	1.0	0.001	1.2	0.001
3	Прогон №16У	0.055	1.0	0.055	1.05	0.058
4	В'язі	0.030	1.0	0.030	1.05	0.032
5	Власна вага ферми	0.200	1.0	0.200	1.05	0.210
	<b>Всього:</b>			$g_{e1} = 0.343$		$g_1 = 0.369$
<b>II Змінні</b>						

	Снігове навантаження	1.490	0.49	$v_{e1}=0.730$	1.14	$v_1=1.699$
	Повне навантаження:			$q_{e1}=1.073$		$q_1=2.038$
<b>О</b>	<b>Зосереджені на н. поясі:</b>					
<b>І</b>	<b>Постійні</b>					
1	Ходові дошки $\delta=50$	0.260	1.0	0.260	1.3	0.338
2	Балка 125 × 200	0.186	1.0	0.186	1.1	0.205
3	Мінеральна вата $\delta=300$	0.150	1.0	0.150	1.3	0.195
4	Пароізоляційна мембрана	0.001	1.0	0.001	1.2	0.001
5	Металопрофільний каркас	0.06	1.0	0.06	1.3	0.078
6	Гіпсокартон $\delta=12$	0.114	1.0	0.114	1.3	0.148
7	Шпаклівка з фарбою $\delta=2$	0.020	1.0	0.020	1.3	0.026
8	Обладнання	0.018	1.0	0.018	1.3	0.023
	<b>Всього:</b>			$g_{e2}=0.809$		$g_2=1.014$

Характеристичні значення навантажень (які прибавилися або змінилися):

- В'язі. Характеристичне навантаження приблизно  $0.03 \text{ кН/м}^2$  [12].
- Власна вага ферми. Характеристичне навантаження приблизно  $0.2 \text{ кН/м}^2$  [12].
- Обладнання. Для балки приймалося  $0.3 \text{ кН/м}^2$ , для ферми характеристичне значення складатиме  $\frac{0.3}{0.7 \cdot 24} = 0.018 \text{ кН/м}^2$ .

У таблиці не враховано навантаження від людини. Це навантаження врахуємо наступним чином. Найбільш невідне теоретичне положення людини – це коли вона стоїть на середині ферми, тому при розрахунку зусиль в стержнях прикладимо зосереджену силу посередині нижнього поясу із значенням 1.0 кН (100 кг) (із запа-сом).

Значення навантажень складуть:

- Зосереджене вузлове:

а) перший вузол:

$$\text{-постійне } P_{B1} = g_1 A_{f1} = \frac{g_1}{\cos \alpha} \frac{d_{B1}}{2} B = \frac{0.369}{2} * 2.814 * 6 = 3.12 \text{ кН}; \quad (14)$$

$$\text{-змінне } V_{B1} = v_1 A_{f1} = v_1 \frac{d_{B1}}{2} B = \frac{1.699}{2} * 2.814 * 6 = 14.34 \text{ кН}; \quad (15)$$

б) другий вузол:

$$\text{-постійне } P_{B2} = g_1 A_{f2} = \frac{g_1}{\cos \alpha} \frac{d_{B1} + d_B}{2} B = \frac{0.369}{2} * 2.814 + 2.412 * 6 = 5.79 \text{ кН};$$

$$\text{-змінне } V_{B2} = v_1 A_{f2} = v_1 \frac{d_{B1} + d_B}{2} B = \frac{1.699}{2} * 2.814 + 2.412 * 6 = 26.64 \text{ кН};$$

а) інші вузли:

$$\text{-постійне } P_{B3} = g_1 A_{f3} = \frac{g_1}{\cos \alpha} \frac{d_B + d_B}{2} B = \frac{1}{2} * 2.412 + 2.412 * 0.369 * 6 = 5.34 \text{ кН};$$

$$\text{-змінне } V_{B3} = v_1 A_{f3} = v_1 \frac{d_{B1} + d_B}{2} B = \frac{1.699 * 2.412 + 2.412}{2} * 6 = 24.59 \text{ кН};$$

2. Зосереджені на нижньому поясі:

а) постійні:

-крайні балки панелі

$$P_{P1} = g_2 * B * A_{B1} = \frac{g_2 * B * B_{B1} + B_B}{2} = \frac{1.014 * 6 * 0.6 + 0.7}{2} = 3.96 \text{ кН}; \quad (16)$$

-інші балки панелі

$$P_{P2} = g_2 * B * A_{B2} = \frac{g_2 * B * B_B + B_B}{2} = \frac{1.014 * 6 * 0.7 + 0.7}{2} = 4.26 \text{ кН};$$

40

б) змінні  $V_4 = 1.0 \text{ кН}$ .

де  $P_{B1}, P_{B2}, P_{B3}$  – постійні зосереджені навантаження у верхніх вузлах ферми (кН);

$V_{B1}, V_{B2}, V_{B3}$  – змінні зосереджені навантаження у верхніх вузлах ферми (кН);

$P_{P1}, P_{P2}$  – постійні зосереджені навантаження на нижньому поясі ферми для крайньої та серединної балки відповідно (кН);

$g_1$  – постійне навантаження, яке передається на вузли (кН/м<sup>2</sup>);

$v_1$  – змінне навантаження, яке передається на вузли (кН/м<sup>2</sup>);

$g_2$  – постійне навантаження, яке передається на нижній пояс (кН/м<sup>2</sup>);

$A_{f1}, A_{f2}, A_{f3}$  – вантажні площі верхніх вузлів ферми (м<sup>2</sup>);

$A_{B1}, A_{B2}$  – вантажні площі точок приєднання балок горішнього перекриття до нижнього поясу (м<sup>2</sup>);

$\alpha = 5.71^\circ < 7.13^\circ (10\% < 12.5\%)$  – кут нахилу верхнього поясу (не враховується);

$d_{B1}, d_B$  – відповідно довжина крайньої та серединної панелі верхнього поясу (м);

$B_{B1}, B_B$  – відповідно відстань між крайніми та серединними балками (м).

Щоб врахувати найбільш невідгідні комбінації розташування змінного навантаження, поздовжні зусилля в елементах ферми визначатимемо наступним чином: Постійне навантаження прикладене на всій фермі, а змінне (снігове) по

черзі на кожній з половин. Це робиться для вибору більш не вигідної величини зусилля (аб-солюте значення або від'ємне (стиск гірше розтягу)).

Розрахункова схема ферми з усіма навантаженнями зображена на рис. 3.2.

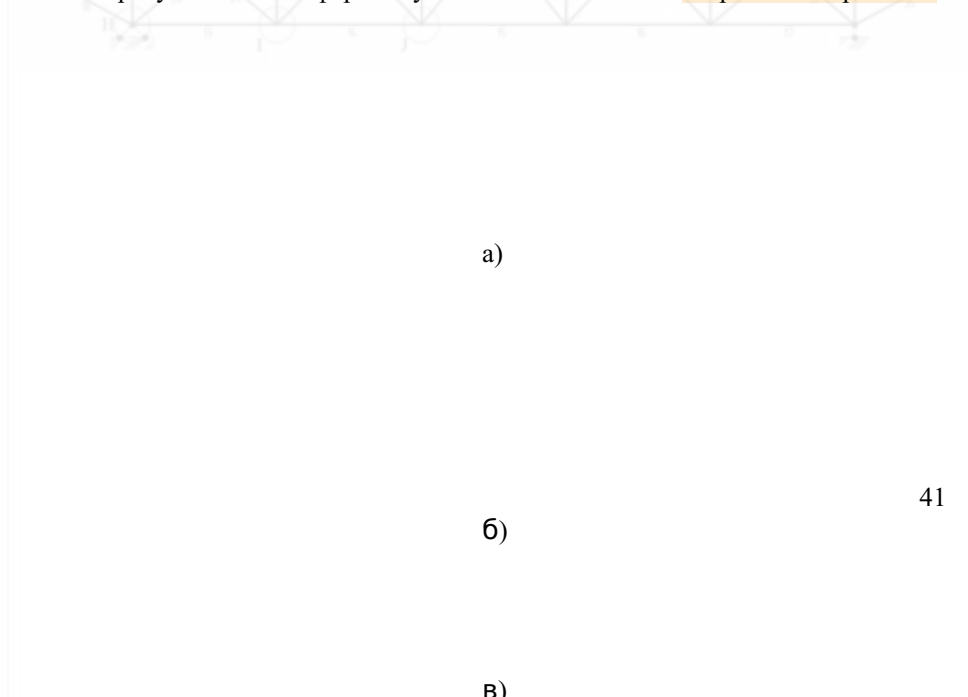


Рис. 3.2. Розрахункова схема ферми: а – сніг ліворуч, б – сніг праворуч, в – позначення вузлів і стержнів

Результати статичного розрахунку вказані в табл. 3.4.

Розрахункові зусилля в стержнях ферми Табл. 3.4

Елемент ферми	Позначення	Зусилля, кН від дії навантаження				Розрахункове зусилля
		постійного о повне	ліворуч	змінного праворуч	повне	
Верхній пояс	1	4.88	22.42	0	22.42	27.30
	2	4.88	22.42	0	22.42	27.30
	3	-165.92	-128.91	-61.49	-190.40	-356.32
	4	-165.92	-128.91	-61.49	-190.40	-356.32
	5	-207.68	-141.65	-101.60	-243.25	-450.93
	6	-207.68	-141.65	-101.60	-243.25	-450.93
Нижній пояс	13	93.26	76.31	34.19	110.50	203.76
	14	190.40	146.93	83.04	229.97	420.37
	15	192.25	116.26	116.26	232.52	424.77
Розкоси	18	-5.52	-25.38	0	-25.38	-30.90
	20	-128.77	-129.42	-44.88	-174.30	-303.07

	21	94.28	68.21	35.43	103.64	197.92
	23	-36.68	-27.04	-31.69	-58.73	-95.41
	24	23.57	-8.66	26.18	17.52	14.91 і 49.75 і 41.09
	26	23.04	39.53	-24.27	15.26	62.57 і -1.23 і 38.30
Стойки	19	-5.79	-26.64	0	-26.64	-32.43
	22	-5.34	-24.59	0	-24.59	-29.93
	25	-5.34	-24.59	0	-24.59	-29.93
Опорна реакція	–	105.58	122.57	29.06	151.63	257.21

Згинальні моменти в нижньому поясі:  $M_{13}=17.7\text{кНм}$ ,  $M_{14}=17.8\text{кНм}$ ,  $M_{15}=19.0\text{кНм}$ .

Примітки. 1. Вага від людини  $F=1\text{кН}$  приймалася як постійне навантаження із-за сталості по-ложення (нема ліворуч-праворуч).

2. Для розкосів 24 і 26 порядок запису розрахункового зусилля наступний: сума постійного повного і змінного ліворуч; сума постійного повного і змінного праворуч; сума постійного повного і змінного повного.

### ***Підбір перерізів стержнів***

Для елементів ферми передбачається використання парних кутників із сталі марки С275.

Визначатимемо перерізи стержнів для половини ферми (симетрична). 42

Кутники приварюються до фасонки (пластини у вузлах). Її товщина залежить від величини максимального розрахункового зусилля в елементах: в даному випадку 450.93 кН, отже вибираємо фасонку товщиною 10 мм (12 мм, як зазначено в таб-лиці [12] для проміжку 450-750 кН, не приймаємо із-за економічної недоцільності (довжина ферми не є великою, значення зусилля зовсім трохи перевищує макси-мальне значення інтервалу для фасонки 10 мм)).

Елементи поясів необхідно виконувати незмінного по довжині профілю за прольоту ферми не більше 24 м, тобто розрахунок виконувати за найбільш завантаженою панеллю. Це зв'язано з простотою розрахунків, меншою трудомісткістю й тим, що максимальна довжина прокату 12 м.

### ***Визначення перерізів верхнього поясу***

Доцільно використати два перерізи: один спільний для панелей 1 і 2 та другий для панелей 3, 4, 5, 6.

Панелі 1 і 2. Розрахункове зусилля складає 27.3 кН, розтяг. Необхідна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{пес}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{27.3 \cdot 10^1}{270 \cdot 0.95} = 1.06 \text{ м}^2, \quad (17)$$

де  $N$  – розрахункове поздовжнє зусилля в стержні (кН);

$R_y$  – розрахунковий опір сталі (МПа);

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи стержня [12].

Найближчий по площі перерізу профіль №30 x3 ( $A_n=4.08 \text{ с м}^2$ ). Однак для перешкоджання пошкодження стержнів при транспортуванні та монтажу, а також для належної якості зварювання та корозійної стійкості конструкції рекомендовано застосовувати кутники не менші за №50 x5. Тому вибираємо переріз з кутників №50 x5 ( $A_n=9.60 \text{ с м}^2$ ).

Гнучкості елемента (панель 1):

$$\text{-в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{281.4}{1.53} = 183.9 \quad (18)$$

$$\text{-з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{281.4}{2.45} = 114.9 \quad (19)$$

$$\lambda_{\max} \equiv \lambda_x = 183.9 \leq \lambda_u = 400 \quad \text{– умова гнучкості виконується,} \quad (20)$$

де  $L_x, L_y$  – розрахункова довжина елемента відповідно в площині та з площини ферми (см);

$I_x, I_y$  – радіуси інерції перерізу елемента відносно в площині та з площини ферми (см);

$\lambda_u$  – гранична гнучкість елемента.

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{27.3 * 10^1}{9.6} = 28.4 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 270 * 0.95 = 256.5 \text{ МПа}, \quad (21)$$

де  $A_n$  – площа нетто перерізу (с м<sup>2</sup>).

Умова міцності виконується, залишаємо переріз №50 x5.

Панелі 3 – 6. Максимальне розрахункове зусилля складає -450.93 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нес}} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{450.93 * 10^1}{0.7 * 270 * 0.95} = 25.11 \text{ с м}^2, \quad (22)$$

де  $\phi$  – коефіцієнт поздовжнього згину, який орієнтовно приймається 0.7...0.9 для поясів, 0.6...0.8 для елементів решітки.

Попередньо приймаємо №100 x7 ( $A_n=27.50 \text{ с м}^2$ ).

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{241.2}{3.08} = 78.3$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{241.2}{4.45} = 54.2$

$\lambda_{max} = \lambda_x = 78.3 \leq \lambda_u = 122.3$  – умова гнучкості виконується,

$$\text{де } \lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \frac{N}{\phi A_n R_y \gamma_c} = 180 - 60 \frac{450.93 \cdot 10^1}{0.665 \cdot 27.5 \cdot 270 \cdot 0.95} = 122.3 \quad (23)$$

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A_n} = \frac{450.93 \cdot 10^1}{0.665 \cdot 27.5} = 246.6 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 270 \cdot 0.95 = 256.5 \text{ МПа}, \quad (24)$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз №100 x 7 .

#### Визначення перерізу нижнього поясу

Для всіх елементів приймаємо один переріз, максимальне розрахункове зусилля складає 424.7 кН, розтяг. Тут наявний згин (19.0 кН\*м), тоді умова міцності матиме вигляд:

$$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = \frac{N}{A_n} + \frac{M}{W_x} \leq R_y \gamma_c \quad (25)$$

де  $\sigma_N, \sigma_M$  – напруження від поздовжньої сили та згинального моменту відповідно (МПа);

$W_x$  – момент опору перерізу (с м<sup>3</sup>).

З умови міцності при згині (7) визначимо необхідний момент опору:

44

$$W_x = \frac{M}{R_y \gamma_c} = \frac{19.0 \cdot 10^3}{270 \cdot 0.95} = 70.4 \text{ с м}^3 .$$

Переріз складається з спарених кутників, тоді момент опору двох буде вдвічі більше за момент опору одного. Для роботи на згин підходить переріз з кутників №125 x 9 ( $W_x = 2 \cdot 36.0 = 72 \text{ с м}^3$  [13]). Однак на елемент діє ще й розтяг, тому необхідно збільшити переріз. Попередньо прийmemo №125 x 12 ( $A_n = 57.78 \text{ с м}^2, W_x = 2 \cdot 47.06 = 94.12 \text{ с м}^3$ ).

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M}{W_x} = \frac{424.77 \cdot 10^1}{57.78} + \frac{19.0 \cdot 10^3}{94.12} = 275.4 \text{ МПа} > R_y \gamma_c = 256.5 \text{ МПа},$$

умова міцності не виконується.

Прийmemo №125 x 14 ( $A_n = 66.74 \text{ с м}^2, W_x = 2 \cdot 54.17 = 108.34 \text{ с м}^3$ ).

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M}{W_x} = \frac{424.77 \cdot 10^1}{66.74} + \frac{19.0 \cdot 10^3}{108.34} = 239.0 \text{ МПа} < R_y \cdot \gamma_c = 256.5 \text{ МПа},$$

умова виконується, залишаємо переріз №125 x 14 .

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{480}{3.80} = 126.3$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{1200}{5.60} = 214.3$

$\lambda_{max} \equiv \lambda_y = 214.3 < \lambda_u = 400$  – умова гнучкості виконується.

Перевірка деформативності (приблизно) (

$$M_e = \frac{q_{e2} \cdot B \cdot L_0^2}{8} = \frac{0.809 \cdot 6 \cdot 4.8^2}{8} = 14.0 \text{ кНм}, I_x = 2 \cdot 481.76 = 963.52 \text{ с м}^4):$$

$$\frac{f}{l} = s \frac{M_e \cdot L_0}{E \cdot I_x} = \frac{5}{48} \frac{14.0 \cdot 480}{206000 \cdot 963.52} \cdot 10^3 = \frac{1}{283} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$$

умова деформативності виконується, остаточно залишаємо переріз №125 x 14 .

#### Визначення перерізів елементів решітки

Розкіс 18. Розрахункове зусилля складає -30.9 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{nec} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{30.9 \cdot 10^1}{0.6 \cdot 270 \cdot 0.95} = 2.01 \text{ с м}^2$$

Попередньо приймаємо №50 x 5 ( $A_n = 9.60 \text{ с м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{318.6}{1.53} = 208.2$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{318.6}{2.45} = 130.0$

$\lambda_{max} \equiv \lambda_x = 208.2 > \lambda_u = 150$  – умова гнучкості не виконується,

де  $\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0.5 = 150$  .

Приймемо №70 x 5 ( $A_n = 13.72 \text{ с м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{318.6}{2.16} = 147.5$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{318.6}{3.23} = 98.6$

45

$\lambda_{max} \equiv \lambda_x = 147.5 \leq \lambda_u = 150$  – умова гнучкості виконується,

$$\text{де } \lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \frac{N}{\phi A_n R_y \Psi_c} = 180 - 60 \frac{30.9 \cdot 10^1}{0.257 \cdot 13.72 \cdot 270 \cdot 0.95} = 159.5,$$

але  $\alpha \geq 0.5$ , отже  $\lambda_u = 150$ .

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A_n} = \frac{30.9 \cdot 10^1}{0.257 \cdot 13.72} = 87.6 \text{ МПа} \leq R_y \Psi_c = 270 \cdot 0.95 = 256.5 \text{ МПа},$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз № 70 x 5 .

Розкіс 20. Розрахункове зусилля складає -303.07 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{nec} = \frac{N}{\phi R_y \Psi_c} = \frac{303.07 \cdot 10^1}{0.6 \cdot 270 \cdot 0.95} = 19.7 \text{ с м}^2$$

Попередньо приймаємо № 90 x 6 ( $A_n = 21.22 \text{ с м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

$$\text{- в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{315}{2.78} = 113.3$$

$$\text{- з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{315}{4.04} = 78.0$$

$\lambda_{max} \equiv \lambda_x = 113.3 \leq \lambda_u = 106.6$  – умова гнучкості не виконується,

$$\text{де } \lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \frac{N}{\phi A_n R_y \Psi_c} = 180 - 60 \frac{303.07 \cdot 10^1}{0.420 \cdot 21.22 \cdot 270 \cdot 0.95} = 106.6$$

Приймаємо № 100 x 7 ( $A_n = 27.50 \text{ с м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

$$\text{- в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{315}{3.08} = 102.3$$

$$\text{- з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{315}{4.45} = 70.8$$

$\lambda_{max} \equiv \lambda_x = 102.3 \leq \lambda_u = 127.4$  – умова гнучкості виконується,

$$\text{де } \lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \frac{N}{\phi A_n R_y \Psi_c} = 180 - 60 \frac{303.7 \cdot 10^1}{0.490 \cdot 27.5 \cdot 270 \cdot 0.95} = 127.4$$

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A_n} = \frac{303.7 \cdot 10^1}{0.490 \cdot 27.5} = 225.4 \text{ МПа} \leq R_y \Psi_c = 270 \cdot 0.95 = 256.5 \text{ МПа},$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз № 100 x 7 .

46

*Розкіс 21.* Розрахункове зусилля складає 197.9 кН, розтяг. Необхідна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нec}} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{197.9 * 10^1}{270 * 0.95} = 7.72 \text{ c м}^2$$

Приймаємо № 50 x 5 ( $A_n = 9.60 \text{ c м}^2$ ).

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{252}{1.53} = 164.7$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{315}{2.45} = 128.6$

$\lambda_{\text{max}} \equiv \lambda_x = 164.7 < \lambda_u = 400$  – умова гнучкості виконується.

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{197.9 * 10^1}{9.6} = 206.1 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 270 * 0.95 = 256.5 \text{ МПа} ,$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз № 50 x 5 .

*Розкіс 23.* Розрахункове зусилля складає -95.41 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нec}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{95.41 * 10^1}{0.6 * 270 * 0.8} = 7.36 \text{ c м}^2$$

Попередньо приймаємо № 50 x 5 ( $A_n = 9.60 \text{ c м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{2.784}{1.53} = 182.0$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{348}{2.45} = 142.0$

$\lambda_{\text{max}} \equiv \lambda_x = 182 > \lambda_u = 180$  – умова гнучкості не виконується,

де  $\lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 * 0.5 = 180$  .

Приймаємо переріз № 70 x 5 ( $A_n = 13.72 \text{ c м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{278.4}{2.16} = 128.9$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{348}{3.23} = 107.7$

$\lambda_{\text{max}} \equiv \lambda_x = 128.9 < \lambda_u = 151.8$  – умова гнучкості виконується,

47

$$\text{де } \lambda_{\alpha} = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \frac{N}{\varphi A_n R_y \Psi_c} = 210 - 60 \frac{95.41 * 10^1}{0.332 * 13.72 * 270 * 0.8} = 151.8$$

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A_n} = \frac{95.41 * 10^1}{0.332 * 13.72} = 209.5 \text{ МПа} \leq R_y \Psi_c = 270 * 0.8 = 216.0 \text{ МПа} ,$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз № 70 x 5 .

*Розкіс 24.* Розрахункове зусилля складає 49.75 кН, розтяг. Необхідна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нec}} = \frac{N}{R_y \Psi_c} = \frac{49.75 * 10^1}{270 * 0.95} = 1.94 \text{ c м}^2$$

Приймаємо № 50 x 5 ( $A_n = 9.60 \text{ c м}^2$ ).

Гнучкості елемента:

$$\text{-в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{278.4}{1.53} = 182.0$$

$$\text{-з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{348}{2.45} = 142.0$$

$$\lambda_{\text{max}} \equiv \lambda_x = 182.0 \leq \lambda_{\alpha} = 400 \quad \text{— умова гнучкості виконується.}$$

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{49.75 * 10^1}{9.6} = 51.8 \text{ МПа} \leq R_y \Psi_c = 270 * 0.95 = 256.5 \text{ МПа} ,$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз № 50 x 5 .

*Розкіс 26.* За різних умов присутні зусилля стиску і розтягу. Знаючи, що стиск гірше за розтяг, розраховуємо на зусилля стиску -1.23 кН. Орієнтовна площа попе-речного перерізу складе:

$$A_{\text{нec}} = \frac{N}{\varphi R_y \Psi_c} = \frac{1.23 * 10^1}{0.6 * 270 * 0.8} = 0.1 \text{ c м}^2$$

Попередньо приймаємо № 50 x 5 ( $A_n = 9.60 \text{ c м}^2$ ) .

48

Гнучкості елемента:

$$\text{-в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{307.4}{1.53} = 200.9$$

$$\text{-з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{384.2}{2.45} = 156.8$$

$$\lambda_{\text{max}} \equiv \lambda_x = 200.9 > \lambda_{\alpha} = 180 \quad \text{— умова гнучкості не виконується,}$$

$$\text{де } \lambda_{\alpha} = 180 - 60\alpha = 210 - 60 * 0.5 = 180 .$$

Прийmemo переріз №56 x 5 ( $A_n = 10.82 \text{ c m}^2$ ).

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{307.4}{1.72} = 178.7$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{384.2}{2.69} = 142.8$

$\lambda_{\max} = \lambda_x = 178.7 \leq \lambda_u = 180$  – умова гнучкості виконується,

де  $\lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \frac{N}{\phi A_n R_y \gamma_c} = 210 - 60 \frac{1.23 \cdot 10^1}{0.179 \cdot 10.82 \cdot 270 \cdot 0.8} = 208.2$ ,

але  $\alpha \geq 0.5$ , отже  $\lambda_u = 180$ .

Перевірка міцності (стиск):

$$\sigma = \frac{N}{\phi A_n} = \frac{1.23 \cdot 10^1}{0.179 \cdot 10.82} = 6.4 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 270 \cdot 0.8 = 216.0 \text{ МПа},$$

перевірка міцності (розтяг):

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{62.57 \cdot 10^1}{10.82} = 57.8 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 270 \cdot 0.95 = 256.5 \text{ МПа},$$

умови міцності виконуються, залишаємо переріз №56 x 5.

Стійка 19. Розрахункове зусилля складає -32.43 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нес}} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} = \frac{32.43 \cdot 10^1}{0.6 \cdot 270 \cdot 0.95} = 2.11 \text{ c m}^2$$

Попередньо приймаємо №50 x 5 ( $A_n = 9.60 \text{ c m}^2$ ).

Гнучкості елемента:

-в площині ферми  $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{180}{1.53} = 117.6$

-з площини ферми  $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{180}{2.45} = 73.5$

$\lambda_{\max} = \lambda_x = 117.6 \leq \lambda_u = 150$  – умова гнучкості виконується,

де  $\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \frac{N}{\phi A_n R_y \gamma_c} = 180 - 60 \frac{32.43 \cdot 10^1}{0.394 \cdot 9.6 \cdot 270 \cdot 0.95} = 159.9$ ,

але  $\alpha \geq 0.5$ , отже  $\lambda_u = 150$ .

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A_n} = \frac{32.43 \cdot 10^1}{0.394 \cdot 9.6} = 85.7 \text{ МПа} \leq R_y \gamma_c = 270 \cdot 0.95 = 256.5 \text{ МПа},$$

49

умова міцності виконується, залишаємо переріз №50 х 5 .

Стійка 22. Розрахункове зусилля складає -29.93 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нес}} = \frac{N}{\varphi R_y \Psi_c} = \frac{29.93 \cdot 10^1}{0.6 \cdot 270 \cdot 0.8} = 2.31 \text{ с м}^2$$

Попередньо приймаємо №50 х 5 ( $A_n = 9.60 \text{ с м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

$$\text{-в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{182.4}{1.53} = 119.2$$

$$\text{-з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{2.28}{2.45} = 93.1$$

$$\lambda_{\text{max}} = \lambda_x = 119.2 < \lambda_u = 180 \quad \text{— умова гнучкості виконується,}$$

$$\text{де } \lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \frac{N}{\varphi A_n R_y \Psi_c} = 210 - 60 \frac{29.93 \cdot 10^1}{0.384 \cdot 9.6 \cdot 270 \cdot 0.8} = 187.4 \quad ,$$

але  $\alpha \geq 0.5$ , отже  $\lambda_u = 180$  .

Перевірка міцності:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A_n} = \frac{29.93 \cdot 10^1}{0.384 \cdot 9.6} = 81.2 \text{ МПа} < R_y \Psi_c = 270 \cdot 0.8 = 216.0 \text{ МПа} \quad ,$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз №50 х 5 .

Стійка 25. Розрахункове зусилля складає -29.93 кН, стиск. Орієнтовна площа поперечного перерізу складе:

$$A_{\text{нес}} = \frac{N}{\varphi R_y \Psi_c} = \frac{29.93 \cdot 10^1}{0.6 \cdot 270 \cdot 0.8} = 2.31 \text{ с м}^2$$

Попередньо приймаємо №50 х 5 ( $A_n = 9.60 \text{ с м}^2$ ) .

Гнучкості елемента:

$$\text{-в площині ферми } \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{220.8}{1.53} = 144.3$$

$$\text{-з площини ферми } \lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{2.76}{2.45} = 112.7$$

$$\lambda_{\text{max}} = \lambda_x = 144.3 < \lambda_u = 178 \quad \text{— умова гнучкості виконується,}$$

$$\text{де } \lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \frac{N}{\varphi A_n R_y \Psi_c} = 210 - 60 \frac{29.93 \cdot 10^1}{0.268 \cdot 9.6 \cdot 270 \cdot 0.8} = 177.7$$

Перевірка міцності:

50

$$\sigma = \frac{N}{\Phi A_n} = \frac{29.93 \cdot 10^4}{0.268 \cdot 9.6} = 116.3 \text{ МПа} < R_{yk} \gamma_c = 270 \cdot 0.8 = 216.0 \text{ МПа} ,$$

умова міцності виконується, залишаємо переріз №50 х 5 .

Результати розрахунків наведено в табл. 3.6.

За результатами підбору перерізів вийшло 5 типорозмірів, що є задовільно для зручності комплектування матеріалів та нескладності виготовлення ферми.

Для можливості виготовлення ферми на заводі й доставки її на будівельний майданчик (краща якість і точність виготовлення) передбачається розбиття на два відправні елементи й стикуючі елементи із збиранням на будівельному майданчику (нераціонально везти 24-метрову конструкцію в зборі, треба довгий транспорт, збільшуються ризики на пошкодження). Половини мають бути взаємозамінними, симетричними.

Для забезпечення сумісної роботи двох кутників по довжині елемента необхідно їх з'єднувати прокладками (сухариками). У табл. 3.5 наведено список типорозмірів прокладок та їх підбір.

Типорозміри прокладок для з'єднання кутників ферми Табл. 3.5

№ типорозміру	Розміри прокладки ДхШхТ, мм	Номер елемента ферми	Вид роботи	Макс. відстань між прокл., мм	Довжина елемента, мм	Кількість на елементі	
						т	всіх
1	2	3	4	5	6	7	8
1	70х60х10	1	розтяг	1 224	2 814	2	15
		2			2 412	1	
		21			3 150	2	
		24	3 480	2			
		19	1 800	2			
		22	2 280	3			
2	80х60х10	25	СТИСК	612	2 760	3	4
		26	СТИСК	688	3 842	4	
3	90х60х10	18	СТИСК	864	3 186	3	6
		23			3 480	3	
4	120х60х10	3, 4, 5, 6	СТИСК	1 228	2 412	2	10
		20			3 150	2	
5	145х60х10	13, 14, (15)	розтяг	3 040	4800	1	2 (1)

Примітка. У дужках вказано номер стикувального елемента та кількість прокладок для нього

Табл. 3.6

Підбір та перевірка перерізів стержнів ферми

Елемент	№ стержня	кНРозрахункове		Площа А, С М <sup>2</sup>	L <sub>x</sub> /L <sub>y</sub> , М	i <sub>x</sub> /i <sub>y</sub> , СМ <sup>2</sup>	λ <sub>x</sub> /λ <sub>y</sub>	λ <sub>к</sub>	φ <sub>min</sub>	ψ <sub>c</sub>	σ <sub>к</sub> ≤ R <sub>к</sub> , МПа
		СТИСКУ	розт.								
Верхній пояс	1	-	27.3	9.60	2.814-2.814	1.53-2.45	184-115	400	-	0.95	28.4-256.5
	2	-	27.3		2.412-2.412	1.53-2.45	158-98				
	3	-356.32	-		2.412-2.412					0.95	194.8-256.5
	4	-356.32	-	27.50	2.412-2.412	3.08-4.45	78-54	122	0.665	0.95	194.8-256.5
	5	-450.93	-		2.412-2.412					0.95	246.6-256.5
	6	-450.93	-		2.412-2.412					0.95	246.6-256.5
Нижній пояс	13	-	203.76	66.74	4.800-12.000	3.80-5.60	126-214	400	-	0.95	193.9-256.5
	14	-	420.37		4.800-12.000					0.95	227.3-256.5
	15	-	424.77		4.800-12.000					0.95	239.0-256.5
Розкоси	18	-30.9	-	13.72	3.186-3.186	2.16-3.23	148-99	150	0.257	0.95	87.6-256.5
	20	-303.07	-	27.50	3.150-3.150	3.08-4.45	102-71	127	0.490	0.95	225.4-256.5
	21	-	197.92	9.60	2.520-3.150	1.53-2.45	165-129	400	-	0.95	206.1-256.5
	23	-95.41	-	13.72	2.784-3.480	3.80-5.60	129-108	152	0.332	0.8	209.5-216.0
	24	-	49.75	9.60	2.784-3.480	1.53-2.45	182-142	400	-	0.95	51.8-256.5
	26	-1.23	62.57	10.82	3.074-3.842	1.72-2.69	179-143	180	0.179	0.8	6.4-216.0
Стійки	19	-32.43	-	9.60	1.800-1.800	1.53-2.45	118-74	150	0.394	0.95	85.7-256.5
	22	-29.93	-	9.60	1.824-2.280	1.53-2.45	119-93	180	0.384	0.8	81.2-216.0
	25	-29.93	-	9.60	2.208-2.760	1.53-2.45	144-113	178	0.268	0.8	116.3-216.0

### Проектування вузлів ферми

Проектування полягає, в основному, у визначенні катетів і довжин швів, на основі чого конструюються вузли. Всього передбачено два вида зварних з'єднань: виконаних в заводській умовах (напівавтоматичне зварювання) і на будівельному майданчику, тобто при монтажі (ручне зварювання). Правила й порядок розрахунків і конструювання описаний в методичних вказівках [12].

Матеріал кутників та фасонок – сталь С275 (  $R_y=270$  МПа(відомо),  $R_{un}=0.390$  МПа ).

Напівавтоматичне зварювання виконують проволокою Св-08А, ручне – електродами Э42 (для обох випадків  $R_{wf}=180$  МПа,  $\beta_f=0.7$ ,  $\beta_z=1.0$  ).

У вузлах необхідно не доводити стержні решітки до поясів на відстань  $a=0.6t_{\phi}-20=6*10-20=40$  мм<80 мм , щоб зменшити напруги від поряд розміщених зварних швів.

Мінімальний катет швів:

-для напівавтоматичного зварювання: для кутників

№ 50 x 5, № 56 x 5, № 70 x 5, № 100 x 7  $k_f=4$  мм , для кутників № 125 x 14  $k_f=5$  мм ;

-для ручного зварювання: для кутників № 50 x 5, № 56 x 5, № 70 x 5, № 100 x 7

$k_f=5$  мм , для кутників № 125 x 14  $k_f=6$  мм .

Максимальний катет швів, мм:

для стержня:	по обушку:	по перу:
№ 50 x 5	6	4
№ 56 x 5	6	4
№ 70 x 5	6	4
№ 100 x 7	8	5
№ 125 x 14	16	12

Застосовуватимемо шви з катетами 4, 5, 6, 8 мм.

Необхідно визначити небезпечний переріз зварного шва – метал шва чи метал по межі сплавлення:

$$\beta_f R_{wf} = 0.7 * 180 = 126 \text{ МПа} < \beta_z R_{wz} = 1.0 * 175.5 = 175.5 \text{ МПа}, \quad (26)$$

де  $R_{wf}$  – розрахунковий опір металу шва за наплавленим металом (МПа);

$R_{wz} = 0.45 R_{un} = 0.45 * 390 = 175.5$  МПа – розрахунковий опір металу за межею сплавлення;

$\beta_f, \beta_z$  – коефіцієнти проплавлення відповідно по металу шва та по металу межі сплавлення.

Отже, розрахунок ведиметься по металу шва.

**Проміжні вузли**

**Вузол А**

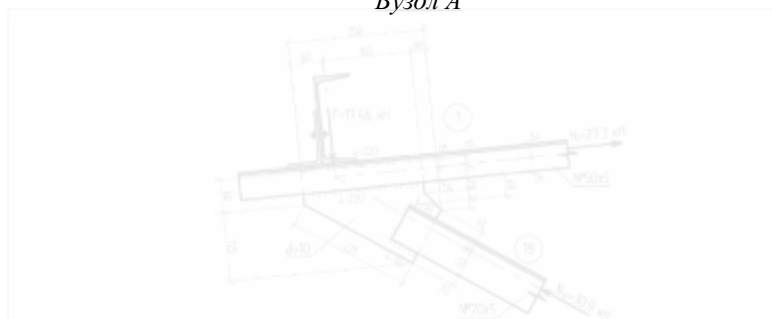


Рис. 3.3. Проміжний вузол А ферми

Розкіс 18. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4\text{ мм}$  , по перу  $k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Довжини швів:

-по обушку:  $L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{18}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 30.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.1\text{ см}$  ;

(27) -по перу:  $L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{18}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 30.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.9\text{ см}$ ,

(28) де  $\alpha_o, \alpha_n$  – коефіцієнти розподілу зусилля між швами відповідно по обушку та по перу;

$N$  – поздовжнє зусилля в стержні (кН);

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Скомпонувавши вузол за підрахованими довжинами зварних швів розкосу, геометрично отримали довжину фасонки 250 мм. Розрахункова довжина швів кріп-лення поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

-по обушку:  $L_{w,o}=22-1=21\text{ см}$  ; -по перу:  $L_{w,n}=22-1=21\text{ см}$  .

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

-по обушку:  $k_{f,o} = \frac{\alpha_o N}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 35.45 * 10^1}{2 * 0.7 * 21 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.05\text{ см}$ ;

(29) -по перу:  $k_{f,n} = \frac{\alpha_n N}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 35.45 * 10^1}{2 * 0.7 * 21 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.02\text{ см}$ ,

(30) де  $N = \sqrt{N_1^2 + F^2} = \sqrt{30.9^2 + 17.37^2} = 35.45\text{ кН}$  – рівнодіюча від зусилля в поясі та тиску від прогону з урахуванням нахилу поясу  $F = 17.46 * \cos 5.71^\circ = 17.37\text{ кН}$  .

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o}=k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Вузол В

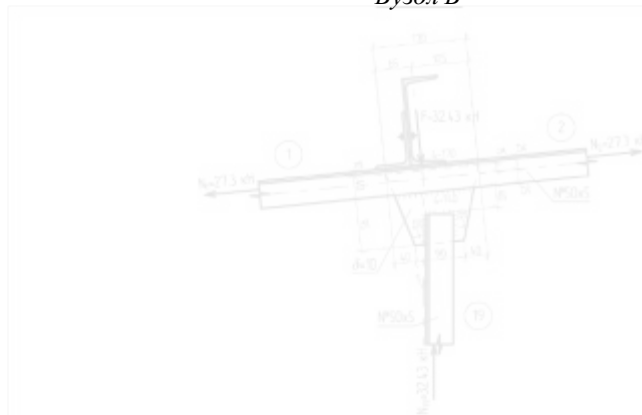


Рис. 3.4. Проміжний вузол В ферми

Стійка 19. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{19}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 32.43 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.3 \text{ см ;}$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{19}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 32.43 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.0 \text{ см .}$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Скомпонувавши вузол за підрахованими довжинами зварних швів стійки, геометрично отримали довжину фасонки 170 мм. Розрахункова довжина швів кріплення поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = 17 - 1 = 16 \text{ см ;}$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = 14 - 1 = 13 \text{ см .}$$

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

$$\text{-по обушку: } k_{f,o} = \frac{\alpha_o N}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 32.27 * 10^1}{2 * 0.7 * 16 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.06 \text{ см ,}$$

$$\text{-по перу: } k_{f,n} = \frac{\alpha_n N}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 32.27 * 10^1}{2 * 0.7 * 13 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.03 \text{ см ,}$$

де  $N = \sqrt{(27.3 - 27.3)^2 + 32.27^2} = 32.27$  кН – рівнодіюча від різниці зусиль в суміжних панелях поясу та тиску від прогону з урахуванням нахилу поясу

$$F = 32.43 * \cos 5.71^\circ = 32.27 \text{ кН .}$$

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o}=k_{f,n}=4$  мм .

55

Вузол С



Рис. 3.5. Проміжний вузол С ферми

Розкіс 20. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=6$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{20}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{mf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 303.07 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.6 * 180 * 1.0 * 1.0} = 14.0 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{20}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{mf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 303.07 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 9.0 \text{ см}.$$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 15 см та по перу 10 см.

Розкіс 21. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=6$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{21}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{mf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 197.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.6 * 180 * 1.0 * 1.0} = 9.2 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{21}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{mf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 197.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 5.9 \text{ см}.$$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 11 см та по перу 7 см.

У даному вузлі передбачається зміна перерізу (з кутників №50х5 на кутники №100х7). Торець кутників більшого перерізу виносимо на 300 мм за вузол для полегшення роботи фасонки. Зазор між панелями (стержнями) 2 і 3 становить 50 мм. Панель 2 несильно навантажена і до вузла прикріплений прогон покрівлі (усуває

бокове переміщення вузла), тому влаштування стикувальних накладок не сильно необхідне.

Панель 2. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4\text{ мм}$  , по перу  $k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_2}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 27.3 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.9 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_2}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 27.3 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.8 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40\text{ мм}$  та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Скомпонували вузол за підрахованими довжинами зварних швів розкосів та крайньої панелі поясу та врахувавши певні конструктивні особливості вузла, гео-метрично отримали довжину фасонки 620 мм. Розрахункова довжина швів кріплення поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = 19 - 1 + 15 - 1 = 32 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = 52 - 1 = 51 \text{ см}.$$

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

$$\text{-по обушку: } k_{f,o} = \frac{\alpha_o N}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 330.36 * 10^1}{2 * 0.7 * 32 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.29 \text{ см},$$

$$\text{-по перу: } k_{f,n} = \frac{\alpha_n N}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 330.36 * 10^1}{2 * 0.7 * 51 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.08 \text{ см},$$

де  $N = \sqrt{(i_3 - N_2)^2 + F^2} = \sqrt{(356.32 - 27.3)^2 + 29.78^2} = 330.36 \text{ кН}$  – рівнодію-ча від різниці зусиль  
 $N = \sqrt{i}$

в суміжних панелях поясу та тиску від прогону з урахуванням нахилу поясу  
 $F = 29.93 * \cos 5.71^\circ = 29.78 \text{ кН}$  .

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o} = k_{f,n} = 4\text{ мм}$  .

Вузол D



Рис. 3.6. Проміжний вузол D ферми

57

Стійка 22. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{22}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 29.93 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.1 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{22}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 29.93 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.9 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Скомпонували вузол за підрахованими довжинами зварних швів стійки, геометрично отримали довжину фасонки 195 мм. Розрахункова довжина швів кріплення поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = 19 - 1 = 18 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = 15 - 1 = 14 \text{ см}.$$

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

$$\text{-по обушку: } k_{f,o} = \frac{\alpha_o N}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 29.78 * 10^1}{2 * 0.7 * 18 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.05 \text{ см},$$

$$\text{-по перу: } k_{f,n} = \frac{\alpha_n N}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 29.78 * 10^1}{2 * 0.7 * 14 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.03 \text{ см},$$

де  $N = \sqrt{(356.32 - 356.32)^2 + 29.78^2} = 29.78 \text{ кН}$  – рівнодіюча від різниці зусиль в суміжних панелях поясу та тиску від прогону з урахуванням нахилу поясу  $N = \sqrt{F^2}$

зусиль в суміжних панелях поясу та тиску від прогону з урахуванням нахилу поясу  $F = 29.93 * \cos 5.71^\circ = 29.78 \text{ кН}$  .

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o} = k_{f,n} = 4$  мм .

Вузол E

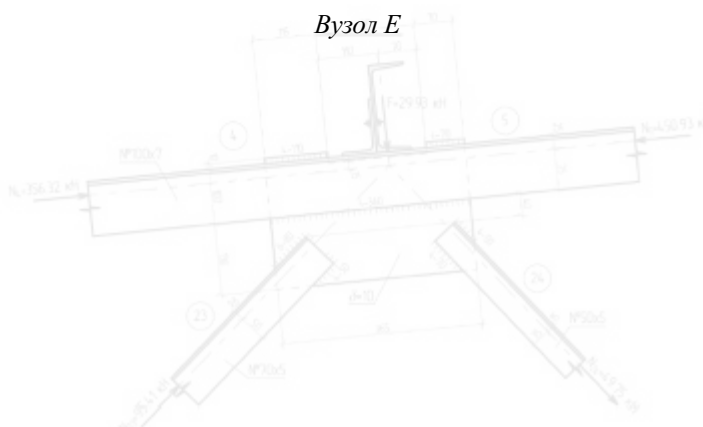


Рис. 3.7. Проміжний вузол E ферми

58

Розкіс 23. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4\text{ мм}$  , по перу  $k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{23}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 95.41 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 6.6 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{23}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 95.41 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.8 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 8 см та по перу 5 см.

Розкіс 24. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4\text{ мм}$  , по перу  $k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{24}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 49.75 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 3.5 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{24}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 49.75 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.5 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Скомпонували вузол за підрахованими довжинами зварних швів розкосів, геометрично отримали довжину фасонки 365 мм. Розрахункова довжина швів кріплення поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = 11 - 1 + 7 - 1 = 16 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = 36 - 1 = 35 \text{ см}.$$

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

$$\text{-по обушку: } k_{f,o} = \frac{\alpha_o N}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 99.23 * 10^1}{2 * 0.7 * 16 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.17 \text{ см},$$

$$\text{-по перу: } k_{f,n} = \frac{\alpha_n N}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 99.23 * 10^1}{2 * 0.7 * 35 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.03 \text{ см},$$

$$\text{де } (i i 5 - N_4)^2 + F^2 = \sqrt{(450.93 - 356.32)^2 + 29.78^2} = 99.23 \text{ кН} \quad \text{— рівнодіюча від різниці}$$

$$N = \sqrt{i}$$

зусиль в суміжних панелях поясу та тиску від прогону з урахуванням нахилу поясу  $F = 29.93 * \cos 5.71^\circ = 29.78 \text{ кН}$  .

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o}=k_{f,n}=4 \text{ мм}$ .

*Вузол F*

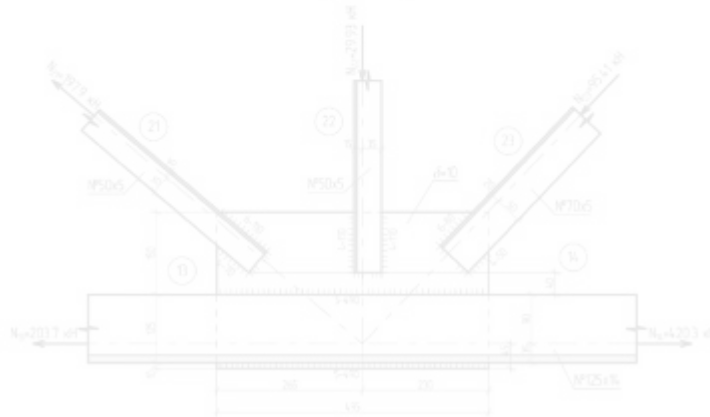
Вузол аналогічний вузлу D з тими ж розмірами, розрахунками, величинами.

59



*Рис. 3.8. Проміжний вузол F ферми*

*Вузол I*



*Рис. 3.9. Проміжний вузол I ферми*

Розкіс 21. Катети швів: по оболушці  $k_{f,o}=6 \text{ мм}$ , по перу  $k_{f,n}=4 \text{ мм}$ .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{21}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 197.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.6 * 180 * 1.0 * 1.0} = 9.2 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{21}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 197.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 5.9 \text{ см}.$$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 11 см та по перу 7 см.

*Стійка 22.* Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

60

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{22}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 29.93 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.1 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{22}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 29.93 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.9 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

*Розкіс 23.* Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{23}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 95.41 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 6.6 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{23}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 95.41 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.8 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 8 см та по перу 5 см.

Скомпонували вузол за підрахованими довжинами зварних швів стійки та розкосів, геометрично отримали довжину фасонки 495 мм. Розрахункова довжина швів кріплення поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = 49 - 1 = 48 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = 49 - 1 = 48 \text{ см}.$$

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

$$\text{-по обушку: } k_{f,o} = \frac{\alpha_o N}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 216.6 * 10^1}{2 * 0.7 * 48 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.13 \text{ см},$$

$$\text{-по перу: } k_{f,n} = \frac{\alpha_n N}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 216.6 * 10^1}{2 * 0.7 * 48 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.05 \text{ см},$$

де  $N = N_{14} - N_{13} = 420.3 - 203.7 = 216.6$  кН – різниця зусиль в суміжних панелях поясу.

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o} = k_{f,n} = 5$  мм .

### Опорний вузол

Вузол Н

Розкіс 18. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4\text{ мм}$  , по перу  $k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Довжини швів:

-по обушку:  $L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{18}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{mf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 30.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.1\text{ см} ;$  61

-по перу:  $L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{18}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{mf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 30.9 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.9\text{ см} .$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40\text{ мм}$  та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

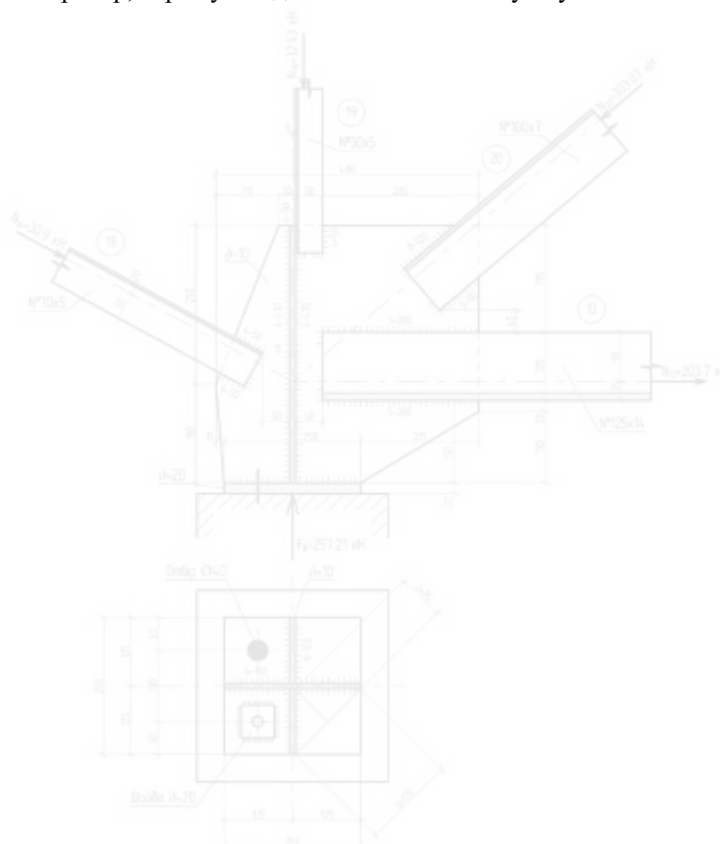


Рис. 3.10. Опорний вузол Н ферми

Стійка 19. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4\text{ мм}$  , по перу  $k_{f,n}=4\text{ мм}$  .

Довжини швів:

$$\text{-по обушкy: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{19}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 32.43 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.3 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{19}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 32.43 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.0 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушкy 5 см та по перу 5 см.

*Розкіс 20.* Катети швів: по обушкy  $k_{f,o} = 8$  мм, по перу  $k_{f,n} = 5$  мм.

Довжини швів:

62

$$\text{-по обушкy: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{20}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 303.07 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.8 * 180 * 1.0 * 1.0} = 10.5 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{20}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 303.07 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.5 * 180 * 1.0 * 1.0} = 7.2 \text{ см}.$$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушкy 12 см та по перу 9 см.

Скомпонували вузол за підрахованими довжинами зварних швів розкосів і стійки та врахували певні конструктивні особливості вузла, геометрично отримали довжину фасонки 480 мм. Розрахункова довжина швів кріплення панелі поясу до фасонки з отриманої геометрії складе:

$$\text{-по обушкy: } L_{w,o} = 28 - 1 = 27 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = 28 - 1 = 27 \text{ см}.$$

Тоді мінімальні катети швів кріплення поясу до фасонки складуть:

$$\text{-по обушкy: } k_{f,o} = \frac{\alpha_o N_{13}}{n \beta_f L_{w,o} R_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 203.7 * 10^1}{2 * 0.7 * 27 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.21 \text{ см},$$

$$\text{-по перу: } k_{f,n} = \frac{\alpha_n N_{13}}{n \beta_f L_{w,n} R_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 203.7 * 10^1}{2 * 0.7 * 27 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.09 \text{ см}$$

Приймаємо мінімальні значення катетів  $k_{f,o} = k_{f,n} = 5$  мм.

Необхідна площа опорної плити при шарнірному опиранні ферми на залізобетонну клону:

$$A_{пл, nec} = \frac{F_R}{R_{b,loc}} = \frac{F_R}{R_b \gamma} = \frac{257.21 * 10^1}{11.5 * 1.2} = 186.4 \text{ м}^2, \quad (31)$$

де  $F_R$  – опорна реакція ферми (кН);

$R_{b,loc}$  – розрахунковий опір бетону на місцевий стиск (МПа);

$R_b$  – розрахунковий опір бетону В20 на осьовий стиск [16] (МПа);

$\gamma$  – коефіцієнт місцевого стиску.

За конструктивними вимогами (графічно, зважаючи на отвори під анкерні болти) приймемо розміри плити в плані 250x250 мм, площа якої значно

перевищує необхідну -  $A_{пл} = 25 * 25 = 625 \text{ см}^2 \gg A_{пл, \text{необ}} = 186.4 \text{ см}^2$ , а напруги в бетоні бу-дуть значно меншими за граничні. Відповідно в коригуванні та перевірці прийня-тих розмірів плити немає потреби.

Плита працює як оперта на два канти, тоді значення згинаючого моменту для смуги шириною 1.0 см складе:

$$M = \beta q a^2 = \frac{\beta * F_R a^2}{A_{\text{юс}}} = \frac{0.06 * 257.21}{25 * 25} * 17^2 = 7.14 \text{ кН} * \text{см}, \quad (32) \text{ де } \beta = 63$$

коефіцієнт, який залежить від співвідношення довжини закріпленої  $b$  та не-закріпленої  $a$  сторони пластини і приймається за [12];

$q$  – розрахунковий тиск на  $1 \text{ см}^2$  плити (  $\text{кН} / \text{см}^2$  ).

Необхідна товщина пластини складає:

$$f_{пл} = \sqrt{\frac{6M}{R_y}} = \sqrt{\frac{6 * 7.14 * 10^1}{260}} = 1.28 \text{ см}, \quad (33)$$

де  $R_y$  – розрахунковий опір пластини (для товщини більше 10 мм для сталі С275).

Приймаємо плиту товщиною 20 мм.

Перевірка зварних швів, якими фасонка та опорні ребра кріпляться до плити (мінімальний катет  $k_f = 6 \text{ мм}$ ):

$$\frac{F_R}{\beta_f k_f \sum L_w} = \frac{257.21 * 10^1}{0.7 * 0.6 * 88} = 69.6 \text{ МПа} < R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 180 * 1.0 * 1.0 = 180 \text{ МПа}, \quad (34) \text{ де}$$

$\sum L_w = (12 - 1) * 8 = 88 \text{ см}$  – сумарна довжина швів, визначені з креслення за-компонованого вузла.

Умова міцності виконується з великим запасом, залишаємо зварні шви з мінімаль-ним катетом.

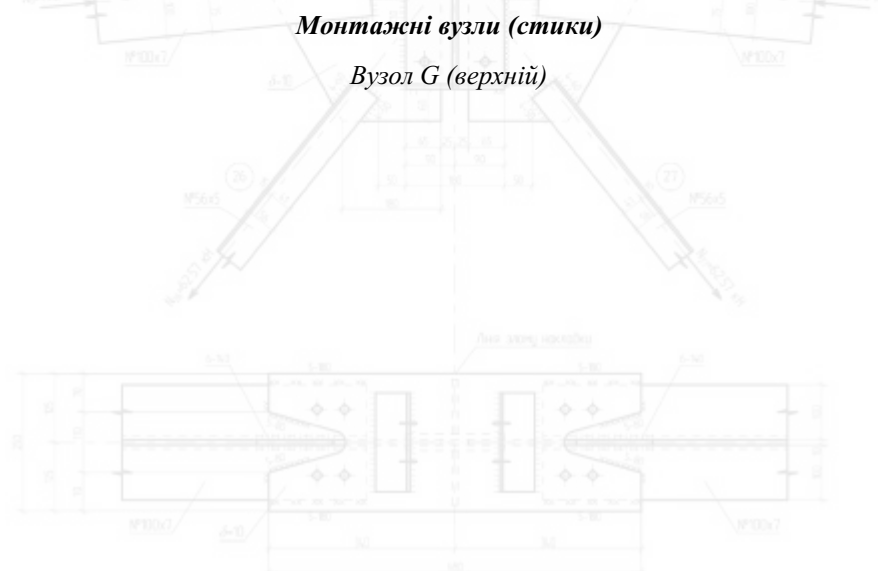


Рис. 3.11. Верхній монтажний стик ферми (вузол G)

64

Розкіс 26. Катети швів: по обушку  $k_{f,o}=4$  мм , по перу  $k_{f,n}=4$  мм .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{24}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 62.57 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 4.3 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{24}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 62.57 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.9 \text{ см}.$$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min}=4k_f \geq 40$  мм та додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 6 см та по перу 5 см.

Зусилля, яке повинен сприйняти стик, складає:

$$N_c = 1.2 N_6 = 1.2 * 450.93 = 541.12 \text{ кН} , \quad (35)$$

з них на горизонтальну накладку прикладає:

$$N_f = 0.7 N_c = 0.7 * 541.12 = 378.78 \text{ кН} . \quad (36)$$

Ширина горизонтальної накладки:

$$b_H = 2L_k + t_{\phi} + 2c = 2 * 10.0 + 1.0 + 2 * 2.0 = 25.0 \text{ см} , \quad (37) \text{ де } L_k -$$

ширина кутника верхнього поясу (см);

товщина фасонки (см);

$c$  – припуск на зварний шов (см).

Тоді її товщина складе:

$$t_H = \frac{N_f}{b_H R_y \gamma_c} = \frac{378.78 * 10^1}{25 * 270 * 1.0} = 0.56 \text{ см} \quad (38)$$

Накладка не повинна бути тоншою за фасонку, тому приймаємо  $t_H = 10$  мм.

Перевіримо спрощено міцність стика:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A_{ум}} = \frac{541.12 \cdot 10^1}{45} = 120.2 \text{ МПа} \leq R_{\gamma} \cdot \gamma_c = 270 \cdot 1.0 = 270 \text{ МПа} , \quad (39) \quad \text{де}$$

$A_{ум} = t_n b_n + t_{\phi} 2 b_k = 1.0 \cdot 25.0 + 1.0 \cdot 2 \cdot 10.0 = 45.0 \text{ см}$  – умовна розрахункова площа.

Накладку приварюють чотирма швами до полицок поясних кутників. Сумарна довжина швів при мінімальному для ручного зварювання катеті  $k_f = 5 \text{ мм}$  скла-де:

$$L_w = \frac{N_n}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{300.5 \cdot 10^1}{0.7 \cdot 0.5 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 47.7 \text{ см} \quad (40)$$

де  $N_n = \sigma_c A_n = 120.2 \cdot 25 \cdot 10^{-1} = 300.5 \text{ кН}$  – зусилля в накладці.

Враховуючи непровар, розрахункова довжина зварних швів складатиме  $47.7 + 4 \approx 52 \text{ см}$ . Приймаємо 2 шви по 18 см та 2 шви по 8 см із сумарною довжиною 52 см.

Визначимо довжину зварних швів кріплення поясу до фасонки. Розрахункове зусилля обчислимо як більше з двох значень:

$$N_{\phi,1} = N_c - N_n = 541.12 - 300.5 = 240.62 \text{ кН} , \quad (41)$$

$$N_{\phi,2} = \frac{N_c}{2} = \frac{540.12}{2} = 270.06 \text{ кН} \quad (42)$$

Приймаємо більше значення -  $N_{\phi} = N_{\phi,2} = 270.06 \text{ кН}$ .

Катети швів: по обушку  $k_{f,o} = 6 \text{ мм}$ , по перу  $k_{f,n} = 4 \text{ мм}$ .

Довжини швів:

$$\text{-по обушку: } L_{w,o} = \frac{\alpha_n N_{\phi}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 270.06 \cdot 10^1}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.6 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 12.5 \text{ см};$$

$$\text{-по перу: } L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{\phi}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 \cdot 270.06 \cdot 10^1}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.4 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 8.0 \text{ см}.$$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 14 см та по перу 9 см.

Вертикальну накладку теж розраховуватимемо на зусилля  $N_n = N_{\phi} = 270.06 \text{ кН}$ . Одним з критеріїв висоти накладки є довжина зварного шва, якою вона кріпиться до фасонки. Необхідна довжина одного вертикального шва при катеті  $k_f = 5 \text{ мм}$  складе:

$$L_w = \frac{N_n}{n \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{270.06 \cdot 10^1}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.5 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 21.4 \text{ см}$$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжину шва 23 см.

Приймаємо висоту вертикальних накладок 25 см. Товщина накладок складе:

$$l_{в,н} = \frac{N_B}{b_{в,н} R_y \gamma_c} = \frac{270.06 * 10^1}{25 * 270 * 1.0} = 0.4 \text{ см}$$

Товщина вертикальних накладок не повинна бути меншою за фасонку, тоді прий-  
memo  $l_{в,н} = 10$  мм.

Конструктивно призначаємо болти для скріплення двох півферм при  
МОНТАЖІ.

Вузол J (нижній)

Розкіс 24. Катети швів: по обушку  $k_{f,o} = 4$  мм , по перу  $k_{f,n} = 4$  мм .

Довжини швів:

-по обушку:  $L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{24}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 49.75 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 3.5 \text{ см};$  66

-по перу:  $L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{24}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 49.75 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.5 \text{ см}.$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40$  мм та додав-  
ши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Стійка 25. Катети швів: по обушку  $k_{f,o} = 4$  мм , по перу  $k_{f,n} = 4$  мм .

Довжини швів:

-по обушку:  $L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{25}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 29.93 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 2.1 \text{ см};$

-по перу:  $L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{25}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 29.93 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 0.9 \text{ см}.$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40$  мм та додав-  
ши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 5 см та по перу 5 см.

Розкіс 26. Катети швів: по обушку  $k_{f,o} = 4$  мм , по перу  $k_{f,n} = 4$  мм .

Довжини швів:

-по обушку:  $L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{24}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 * 62.57 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 4.3 \text{ см};$

-по перу:  $L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{24}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 * 62.57 * 10^1}{2 * 0.7 * 0.4 * 180 * 1.0 * 1.0} = 1.9 \text{ см}.$

Враховуючи, що мінімальна довжина швів складає  $L_{w,min} = 4k_f \geq 40$  мм та додав-  
ши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 6 см та по перу 5 см.

Зусилля, яке повинен сприйняти стик, складає:

$$N_c = 1.2 N_{14} = 1.2 * 424.7 = 509.64 \text{ кН} ,$$

з них на горизонтальну накладку прикладає:

$$\bar{N}_r = 0.7 N_c = 0.7 * 509.64 = 356.75 \text{ кН}$$

Ширина горизонтальної накладки:

$$b_H = 2L_k + t_{\phi} + 2c = 2 * 12.5 + 1.0 + 2 * 2.0 = 30.0 \text{ см}$$

Тоді її товщина складе:

$$t_H = \frac{N_r}{b_H R_y Y_c} = \frac{356.75 * 10^1}{30 * 270 * 1.0} = 0.44 \text{ см}$$

Накладка не повинна бути тоншою за фасонку, тому приймаємо  $t_H = 10 \text{ мм}$ .

Перевіримо спрощено міцність стику:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A_{ум}} = \frac{509.64 * 10^1}{55} = 92.7 \text{ МПа} < R_y Y_c = 270 * 1.0 = 270 \text{ МПа},$$

$$A_{ум} = t_H b_H + t_{\phi} 2b_k = 1.0 * 30.0 + 1.0 * 2 * 12.5 = 55.0 \text{ см},$$

де

67

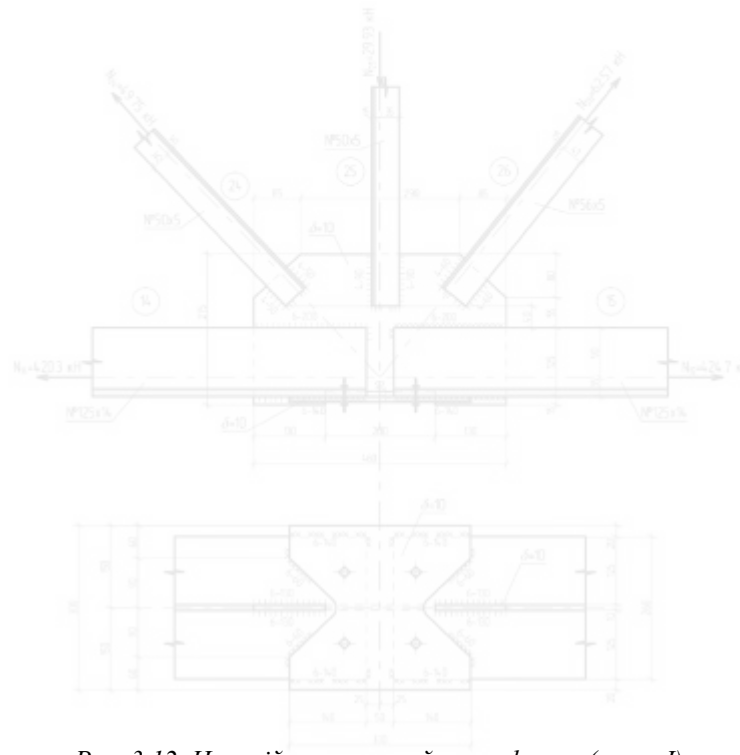


Рис. 3.12. Нижній монтажний стик ферми (вузол J)

Накладку приварюють чотирма швами до полицок поясних кутників. Сумарна довжина швів при катеті  $k_f = 6 \text{ мм}$  складе:

$$L_w = \frac{N_H}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{278.1 \cdot 10^1}{0.7 \cdot 0.6 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 36.8 \text{ см}$$

де  $N_H = \sigma_c A_H = 92.7 \cdot 30 \cdot 10^{-1} = 278.1 \text{ кН}$ .

Враховуючи непровар, розрахункова довжина зварних швів складатиме  $36.8 + 4 \approx 41 \text{ см}$ . Приймаємо 2 шви по 14 см та 2 шви по 6 см із сумарною довжиною 42 см.

Визначимо довжину зварних швів кріплення поясу до фасонки. Розрахункове зусилля обчислимо як більше з двох значень:

$$N_{\phi,1} = N_c - N_H = 509.64 - 278.1 = 231.54 \text{ кН},$$

$$N_{\phi,2} = \frac{N_c}{2} = \frac{509.64}{2} = 254.82 \text{ кН}$$

Приймаємо більше значення -  $N_{\phi} = N_{\phi,2} = 254.82 \text{ кН}$ .

Катети швів: по обушку  $k_{f,o} = 6 \text{ мм}$ , по перу  $k_{f,n} = 6 \text{ мм}$ .

Довжини швів:

68

-по обушку:  $L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_{\phi}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 254.82 \cdot 10^1}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.6 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 11.8 \text{ см};$

-по перу:  $L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_{\phi}}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 \cdot 254.82 \cdot 10^1}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.6 \cdot 180 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 5.1 \text{ см}.$

Додавши 1 см на непровар, отримуємо довжини швів: по обушку 13 см та по перу 7 см.

Конструктивно призначаємо болти для скріплення двох півферм при монтажі.

Дані розрахунків зварних швів занесимо в табл. 3.7.

Результати розрахунку зварних швів у вузлах ферми

Табл.

3.7

Вузол	№ стержня	Переріз	Розрахункове зусилля $N$ , кН	Шов по обушку				Шов по перу			
				$N_{\phi}$ , кН	$k_{f,o}$ , мм	$L_{w,o}$		$N_{\phi}$ , кН	$k_{f,n}$ , мм	$L_{w,n}$	
						розрах.	констр.			розрах.	констр.
A	18	№70x5	30.90	21.63	4	2.1	5.0	9.27	4	0.9	5.0
	1	№50x5	35.45	24.82	4	-	21.0**	10.63	4	-	21.0**
B	19	№50x5	32.43	22.70	4	2.3	5.0	9.73	4	1.0	5.0
	1-2	№50x5	32.27	22.59	4	-	17.0**	9.68	4	-	14.0**
C	20	№100x7	303.07	212.15	6	14.0	15.0	90.92	4	9.0	10.0
	21	№50x5	197.90	138.53	6	9.2	11.0	59.37	4	5.9	11.0*
	2	№50x5	27.30	19.11	4	1.9	5.0	8.19	4	0.8	5.0
	2-3	№100x7	330.36	231.25	4	-	34.0**	99.11	4	-	52.0**
D	22	№50x5	29.93	20.95	4	2.1	5.0	8.98	4	0.9	5.0

	3-4	№100x7	29.78	20.85	4	-	19.0	8.93	4	-	15.0
E	23	№70x5	95.41	66.79	4	6.6	8.0	28.62	4	2.8	5.0
	24	№50x5	49.75	34.83	4	3.5	5.0	14.92	4	1.5	7.0*
	4-5	№100x7	99.23	69.46	4	-	18.0**	29.77	4	-	36.0**
F	25	№50x5	29.93	20.95	4	2.1	5.0	8.98	4	0.9	5.0
	5-6	№100x7	29.78	20.85	4	-	19.0	8.93	4	-	15.0
G	26	№56x5	62.57	43.80	4	4.3	6.0	18.77	4	1.9	5.0
	6-7	№100x7	270.06	189.04	4	12.5	14.0	81.02	4	8.0	15.0*
		гор. накл. -250x10	300.50		5	47.7	52.0				
		верт. накл. -250x10	270.06		5	21.4	23.0				
H	18	№70x5	30.90	21.63	4	2.1	5.0	9.27	4	0.9	5.0
	19	№50x5	32.43	22.70	4	2.3	5.0	9.73	4	1.0	5.0
	20	№100x7	303.07	212.15	8	10.5	12.0	90.92	5	7.2	9.0
	13	№125x14	203.70	142.59	5	-	28.0**	61.11	5	-	28.0**
I	21	№50x5	197.90	138.53	6	9.2	11.0	59.37	4	5.9	7.0
	22	№50x5	29.93	20.95	4	2.1	11.0*	8.98	4	0.9	11.0*
	23	№70x5	95.41	66.79	4	6.6	8.0	28.62	4	2.8	5.0
	13-14	№125x14	216.6	151.62	5	-	49.0**	64.98	5	-	49.0**
J	24	№50x5	49.75	34.83	4	3.5	5.0	14.92	4	1.5	5.0
	25	№50x5	29.93	20.95	4	2.1	9.0*	8.98	4	0.9	9.0*
	26	№56x5	62.57	43.80	4	4.3	6.0	18.77	4	1.9	6.0*
	14-15	№125x14	254.82	178.34	6	11.8	13.0	76.45	6	5.1	20.0*
		гор. накл. -300x10	278.10		6	36.8	42.0				

Примітки. \* - призначено конструктивно; \*\* - визначено графічно ( $k_f$  визначено за (29) і (30)).

#### Кронштейни балок горіщного перекриття

Складається з 4 елементів: верхньої, торцевої (з сторони торця балки), нижньої та бокової пластин. Всі мають товщину 5 мм. Відстань між верхньою та нижньою пластинами повинна забезпечувати нормальне встановлення балки, тобто має складати 200 мм. Вона встановлюватиметься на проектне місце шляхом бокового засовування й закріпленням шпилькою М10 для запобігання горизонтального пере-міщення. Всі кронштейни повинні бути симетричні відносно прольоту, тобто на обох кронштейнах, які тримають одну балку, бокова пластина має бути по один бік від балки. Це необхідно для зручності монтажу.

Кріплення кронштейну здійснюється приварюванням до нижніх полиць кутників нижнього поясу за верхню пластину, катет  $k_f=6$  мм (ручне зварювання). Розміщення швів подібне до тих, які кріплять пластини в монтажних стиках. Катети швів, які з'єднують пластини між собою,  $k_f=3$  мм (напівавтоматичне зварювання).

Між протилежними кронштейнами, які встановлюються в одному місці, залишається проміжок 10 мм.

Така конфігурація кронштейна спричинена тим, що в деяких місцях фасонка займає місце, де він повинен бути. Був варіант зробити Т-подібний кронштейн, який вварювався би між кутниками (як прокладка), але прийнятий і так би

залишив-ся для місць, де неможливо встановити цей. Тому для зменшення кількості деталей та трудомісткості виготовлення залишається один варіант.

Кронштейн зображений на листі 5 графічної частини (Деталь А).

70

#### 4.1. Рішення по будівельному генеральному плану

Розробка будівельного генерального плану необхідна для організації будівельного процесу. На ньому потрібно вказати всі постійні (проектовані) та тимчасові будівлі, споруди та майданчики, які необхідні для виконання будівельно-монтажних робіт. Також слід передбачити шляхи руху будівельної техніки та майданчики для виконання ними певних робіт.

*Постійні будівлі та споруди.* До них належать раніше вказані головна будівля, зупинка громадського транспорту, сміттєвий майданчик, споруда для мийки та огляду автобусів, трансформаторна підстанція.

*Тимчасові будівлі, споруди та майданчики.* До них належать:

1. Контора майстра-прораба. Служить для розміщення документації будівництва, для проведення робіт з документами тощо. Розміри в плані – 2.4х6.0 м.
2. Санвузол. Служить для справляння природніх потреб та миття робітників. Містить туалетні та душові кабінки, умивальники. Розміри в плані – 2.4х6.0 м.
3. Побутова будівля. Служить для переодягання, харчування та відпочинку робітників. Розміри в плані – 7.2х6.0 м, складається з трьох частин, які з'єднуються між собою.
4. Пост охорони. Служить для перебування охоронця та його відпочинку. Розміри в плані – 2.4х4.0 м.
5. Склад інвентарю. Служить для розміщення робочого обладнання, інструментів тощо. Розміри в плані – 2.4х6.0 м.

Всі будівлі наведені до цього будівлі являють собою спеціальні контейнерні блоки, які доставляються на будівельний майданчик на час проведення робіт. Кожна повинна мати електропостачання, деякі водопостачання та каналізацію, теплоізоляцію (крім складу інвентарю).

6. Пожежний щит. Являє собою, так би мовити, металеву шафу. Служить для самос-тійного гасіння пожежі, ліквідації наслідків природніх явищ. Включає в себе базове протипожежне устаткування, знаряддя та матеріали. Розміри в плані – 0.5х2.0 м.
7. Майданчик для зберігання сипучих матеріалів. Слугує для зберігання сипучих будівельних матеріалів. Розміри в плані – 10.0х30.0 м
8. Майданчик для зберігання води. Слугує для зберігання води для будівельних по-треб. Містить пластикові резервуари для води місткістю по 1 м<sup>3</sup>. Розміри в плані – 1.5х7.5 м.

9. Майданчик для будівельного сміття. Слугує для збору будівельного сміття. Являє собою відкритий майданчик. Містить два великогабаритні сміттєві контейнери по 8 м<sup>3</sup>. Розміри в плані – 4.0x4.0 м.

Три останні споруди являють собою відкриті майданчики.

10. Склад для зберігання металевих матеріалів. Слугує для зберігання різних металевих виробів – арматури, листового та фасонного прокату тощо. Розміри в плані – 7.0x15.0 м

11. Склад для зберігання інших матеріалів. Слугує для зберігання газоблоків, заводських цементних сумішей, клеїв, фарб тощо. Розміри в плані – 7.0x10.0 м

12. Майданчик для приготування будівельних сумішей. Слугує для приготування бетонних сумішей та цементних розчинів на будівельному майданчику. Розміри в плані – 4.0x6.0 м.

Три останні споруди являють собою закриті майданчики.

13. Майданчик для збирання металевих конструкцій. Слугує для збирання арматурних каркасів, збирання ферм з напівферм, також є місцем для проведення зварювальних робіт, виготовлення металевих виробів. Являє собою відкритий майданчик з переносним навісом. Це пов'язано з тим, що необхідний доступ для крана, який підійматиме чи опускатиме арматурні каркаси та ферми. Розміри в плані – 32.0x7.0 м

*Вибір крана.* Для виконання будівельних робіт передбачено використання баштового та автомобільного кранів. За їхньою допомогою проводитимуться наступні роботи: подача будівельних матеріалів, монтаж стінових панелей, монтаж конструкцій даху тощо.

Критерії для вибору баштового крану:

1. Виліт стріли. Кран розміщуватиметься на північ від будівлі, на віддалі 1/3 довжини стіни від північно-західного кута будівлі. Необхідний максимальний проліт стріли становить 44.3 м – найвіддаленіший кут будівлі, до якого необхідна доставка прогонів даху.

2. Маса елементів, які необхідно встановити. Найважчий елемент – стінова керамзитобетонна панель 6.0x3.3x0.25 м масою 4.95 тонни (у випадку відсутності прорізів). У випадку неможливості встановлення баштовим краном (перевищення вантажопідйомності на певному вильоті стріли) застосовуватиметься автомобільний кран. Елементами, які обов'язково встановлюватимуться за допомогою баштового крана, є крокв'яні ферми даху, найважча з яких у зібраному стані має масу приблизно 2.8 тонни (по осі 1-1). Відстань між краном і серединою прольоту ферми коливається між 31 і 41 м. На відстані 41 м необхідно встановити ферму прольотом 6.0 м і масою приблизно 500 кг.

Прийнято рішення використати баштовий кран моделі Liebherr 91 EC з довжиною стріли 46.5 м (корисна довжина 45.0 м). На вильоті 45.0 м вантажопідйомність 1.9 т, на вильоті 33.4 м – 2.79 т, на вильоті 42.0 м – 2.08 т. Масу 6 т може пере-міщати до вильоту 17.7 м [17].

Критерії для вибору автомобільного крану:

1. Виліт стріли. Виліт не повинен бути надто великий, достатньо до 20 м. Переважно використовуватиметься для монтажу стінових панелей, які розташовуватимуться по зовнішньому контуру будівлі. Захоплення елементів відбувається відразу з вантажного автомобіля, який стоятиме поряд з автокраном.
2. Маса елементів, які необхідно встановити. Найважчий елемент – стінова керамзитобетонна панель 8.3x3.3x0.25 м масою 6.85 т. Переважно переміщатимуться будівельні матеріали (піддони з газоблоками, сумішами) масою до 2 т.

Прийнято рішення використати автокран моделі КС-3579-С-02. Дані по вильоту, довжині стріли та вантажопідйомності показані на рис. 4.1 [18].

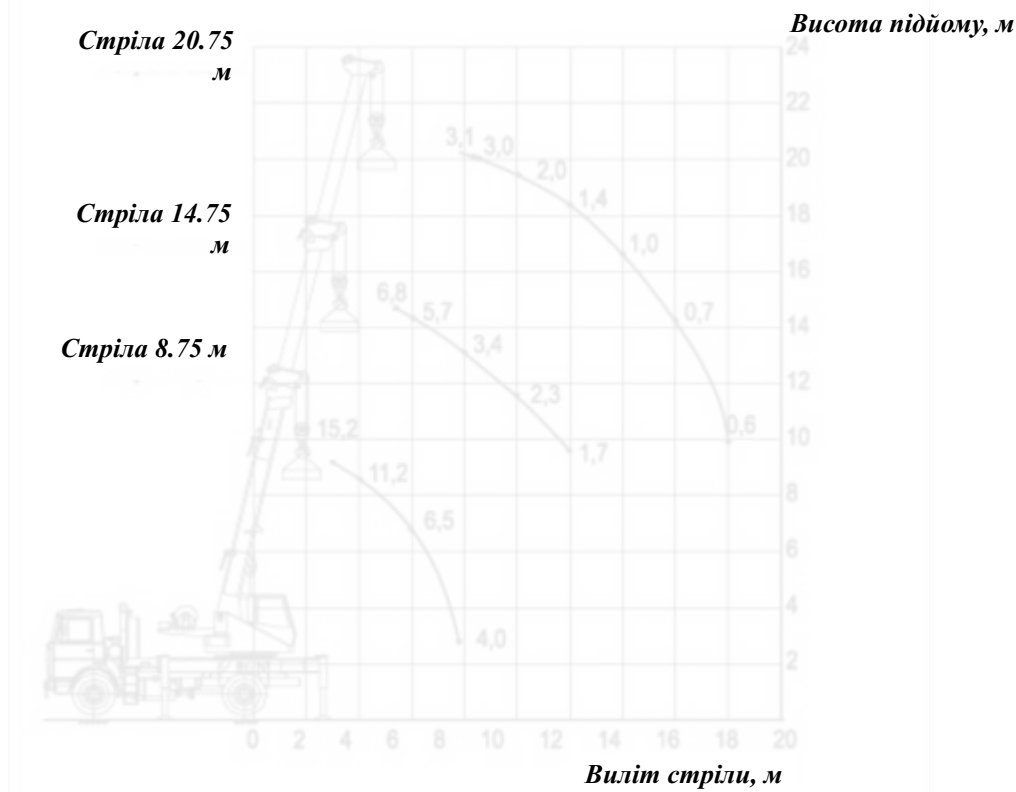


Рис. 4.1. Вантажопідйомність крана КС-3579-С-02 залежно від положення стріли

**Покриття.** Передбачено два види покриття:

1. Для майданчиків – уживані дорожні плити розмірами 2.0х3.0х0.14 м. При правильному укладанні забезпечують рівність та меншу забруднюваність поверхні, що є важливим, наприклад, для процесу збирання арматурних каркасів та ферм. Основою під плити слугує шар піску, який наноситься замість родючого шару.

2. Проїзди, заїзди, стоянки – «пиріг» з щебеню (зверху вниз): мілкий фракції 5-20 мм, середній фракції 20-40 мм, крупний фракції 40-70 мм. Кожен шар необхідно ущільнювати для якнайменшої деформативності під час експлуатації. Влаштується дане покриття після вибірки родючого ґрунту.

Після закінчення будівельних робіт, для яких необхідні дані покриття, необхідно демонтувати відповідні матеріали й засипати місце, яке звільнилося, родючим ґрунтом (в потрібних місцях).

*Тимчасова огорожа.* Тимчасовий паркан являє собою листи з профнастилу, які прикріплені до сталевого каркасу з стійок (кругла труба 60х3 мм) і перемичок (профільна труба 20х40х3 мм). Стійки вкопані в землю на глибину 0.8 м, крок становить 2.4 м (труба довжиною 12 м перекриває 5 прольотів).

*Тимчасові інженерні мережі.* До них належать електропостачання, водопостачання і водовідведення. Тимчасова електромережа являє собою кабелі, які йдуть від трансформаторної підстанції до споживачів: тимчасові будівлі, майданчики, прожектори для освітлення в темний час доби. Передбачено прокладання кабелів на опорах на рівні від 3.5 м (проходи) до 6.0 м (проїзди) над землею.

#### 4.2. Мережевий графік

Мережевий графік необхідний для організації будівельного процесу, а саме для складання календарного плану виконання будівельно-монтажних робіт, оцінки необхідних матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, для контролю та дотримання графіків виконання робіт для запобігання можливих запізнь та зривів.

Для складання мережевого графіку необхідний список будівельно-монтажних робіт, виконання яких передбачено для даного об'єкту, кількість днів, які необхідні для їх виконання, та кількість працівників, які виконуватимуть дані роботи. Також важливою є черговість проведення робіт.

Перелік будівельних робіт, які пов'язані з самим будівництвом:

1. Влаштування тимчасової огорожі – буріння ям, заливка стійок, зварювання металевого каркасу, кріплення профнастилу.

2. Земляні роботи – розчистка території від рослинності, зелених насаджень, розрівнювання поверхні ґрунту, розбивка координаційних осей будівель і споруд,

попе-редне (чорнове) риття котлованів і траншей, вибірка рослинного ґрунту в необхід-

них місцях.

3. Влаштування тимчасових будівель, споруд та мереж – доставка на будівельний майданчик та установка блок-контейнерів тимчасових будівель, матеріалів для влаштування майданчиків та тимчасових проїздів, установка трансформаторної під-станції, прокладання тимчасових інженерних мереж (електропостачання, водопос-тачання і водовідведення).

4. Влаштування фундаментів – доробка котлованів і траншей, підготовка основи, влаштування гідроізоляції, установка опалубки, збирання та монтаж арматурних каркасів, заливка бетонної суміші, догляд за застиванням бетону, зняття опалубки, зворотна засипка.

5. Влаштування зовнішніх інженерних систем – прокладка комунікацій по ділянці (електро-, водо- та газопостачання і водовідведення).

6. Влаштування колон підвального поверху – установка опалубки, збирання та мон-таж арматурних каркасів, заливка бетонної суміші, догляд за застиганням бетону, зняття опалубки.

7. Влаштування чорнової підлоги підвального поверху – підготовка основи, влаштування гідро-, тепло- та пароізоляції, монтаж арматурної сітки, заливка бетонної суміші, догляд за застиганням бетону.

8. Влаштування перекриття підвального поверху – перелік робіт, як для роботи 6, також влаштування сходів.

9. Влаштування колон 1-го поверху – перелік робіт, як для роботи 6.

10. Влаштування чорнової підлоги 1-го поверху – перелік робіт, як для роботи 8.

11. Влаштування перекриття 1-го поверху – перелік робіт, як для роботи 7.

12. Влаштування колон 2-го поверху – перелік робіт, як для роботи 6.

13. Влаштування перекриття 2-го поверху – перелік робіт, як для роботи 7.

14. Влаштування колон 3-го поверху – перелік робіт, як для роботи 6.

15. Влаштування даху – доставка, збірка та установка ферм даху, прогонів, обробка конструкцій (фарбування), влаштування гідроізоляції покрівлі, кріплення профнас-тилу, підшивка звисів та торців даху.

16. Влаштування горищного перекриття – монтаж балок, влаштування настилу з дошок, влаштування тепло- та пароізоляції, каркасу з металопрофілю.

17. Влаштування стін та перегородок – доставка та монтаж стінових панелей, клад-ка стін та перегородок. <sup>76</sup>
18. Влаштування прорізів – замір, виготовлення, доставка та встановлення вікон, дверей.
19. Влаштування внутрішніх інженерних мереж – прокладання електричних кабелів, газових, водяних і каналізаційних труб, кабелів зв'язку тощо. Сюди також входить прокладка кабелів по зовнішнім поверхням стін.
20. Чорнова підготовка стін та підлог – оштукатурювання стін і заливка стяжок під-ЛОГ.
21. Внутрішнє оздоблення – заливка бетонної чистової стяжки, укладання плитки, шпаклювання й фарбування стін, кріплення гіпсокартону на стелі, її шпаклювання та фарбування.
22. Зовнішнє оздоблення – влаштування теплоізоляції стін, їх оштукатурювання та фарбування; влаштування металевого каркасу (продовження стін 2-го поверху у ви-соту), його фарбування та обшивка OSB-плитами, влаштування теплоізоляції, оштукатурювання та фарбування; укладання плитки на зовнішніх сходах, площадках і цоколі.
23. Влаштування водостічної системи даху – монтаж кріплення ринв, самих ринв, водостічних труб, під'єднання труб до зливових лотків.
24. Влаштування інженерного обладнання – встановлення всього інженерного обладнання (див п. 2.2, с. 28-29).
25. Благоустрій території – планування поверхні ґрунту, влаштування мощення, ас-фальтобетонного покриття, відмосток, вуличного освітлення, висадження дерев, кущів та газону, спорудження навісу перону, встановлення лавок, урн для сміття. Паралельно з виконанням робіт необхідно проводити перенесення або демонтаж тимчасових будівель і споруд.
26. Пусконаладка та запуск об'єкту – запуск та налагодження інженерних систем, підсумкова перевірка якості виконання робіт.

Виконання даних робіт передбачено і для інших будівель і споруд на ділянці.

Список робіт з кількістю осіб, які їх виконують, тривалістю виконання у днях, а також сам мережевий графік зображено у графічній частині роботи (див. ар-куш б).

**5.1. Техніко-економічні показники**

Техніко-економічні показники включають основні дані об'єкта, які впливають на його експлуатацію, доцільність та раціональність будівництва, об'ємно-планувальні рішення, які повинні відповідати нормам та запитам замовника тощо.

Дипломним проектом передбачено складання техніко-економічних показників (ТЕП) по генеральному плану (табл. 5.1) та будівлі (табл. 5.2).

*Техніко-економічні показники по генеральному плану* Табл. 5.1

№	Показник	Одиниці вимірювання	
		Кількість	я
1	Площа ділянки	м <sup>2</sup>	14 678.61
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	1 773.64
3	Площа ділянки з твердим покриттям	м <sup>2</sup>	6 742.75
4	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	6 162.22
5	Щільність забудови	%	12.08
6	Коефіцієнт озеленення	%	41.98
7	Коефіцієнт використання території	%	58.02

*Техніко-економічні показники будівлі* Табл. 5.2

№	Показник	Одиниці вимірювання	
		Кількість	я
1	Поверховість	шт.	3
2	Ступінь вогнестійкості	-	III
3	Площа забудови	м <sup>2</sup>	1 405.54
4	Загальна площа	м <sup>2</sup>	2 350.53
5	Корисна площа	м <sup>2</sup>	2 040.53
6	Будівельний об'єм: в т.ч. вище відмітки ±0.000 нижче відмітки ±0.000	м <sup>3</sup>	14 944
		м <sup>3</sup>	13 620
		м <sup>3</sup>	1 324
7	Висота поверху: підвального першого другого третього	м	3.6
		м	3.3
		м	3.49
		м	3.4
8	Конструктивна схема	-	Каркасна

**5.2. Розрахунок вартості влаштування мощення**

Передбачено складання локального кошторису на влаштування мощення типів 1 і 2 (табл. 5.3).  
79

### 6.1. Охорона праці в будівництві

Заходи з охорони праці в будівництві проводяться згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [19] та інших нормативних актів.

#### *Загальні вимоги*

Будівельний майданчик з необхідними робочими місцями повинні бути підготовлені для безпечного проведення робіт, до їх початку.

Роботодавець повинен забезпечити робітників санітарно-побутовими приміщеннями, питною водою, харчуванням та медичним обслуговуванням. Санітарно-побутові приміщення повинні бути введені в експлуатацію до початку проведення робіт.

Виробничі та санітарно-побутові приміщення, місця для відпочинку, робочі місця слід розташовувати за межами небезпечних зон.

Робочі місця, проходи, проїзди повинні утримуватись у чистоті для забезпечення нормальної експлуатації.

Під час роботи підйимального крану необхідно використовувати захисні пристрої в місцях переміщення працівників та (або) їх роботи. А взагалі необхідна заборона руху та праці робітників у зоні роботи крану під час його використання.

Місця проведення небезпечних робіт повинні бути огорожені сигнальною огорожею.

Проходи та місця проведення робіт, де є ризик падіння певних матеріалів, повинні бути обладнані навісами або дахами. Входи до будівель та споруд на час будівництва повинні бути обладнані козирками з шириною не менше ширини входу, довжина – відповідно до величини небезпечної зони.

Робочі місця, проходи, проїзди для експлуатації в темний час доби, а також всі закриті приміщення повинні бути обладнані освітленням і задовільняти вимоги по освітленості. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження струмом.

Між місцями зберігання будівельних матеріалів (стелажами, штабелями) необхідно забезпечити прохід шириною не менше 1.0 м і проїзд (в разі необхідності) шириною, який забезпечує нормальний проїзд та розвантаження транспорту.

Біля в'їзду на території будівельного майданчику необхідно розмістити схему руху транспорту по території.

Під час проведення земляних або інших робіт, які потребують використання будівельної техніки, заборонено перебувати в зоні роботи даної техніки стороннім особам.

## Електробезпека

Улаштування і обслуговування тимчасових мереж повинні проводити робітники, які мають відповідну кваліфікацію.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В необхідно виконувати у вигляді ізольованих кабелів на опорах на висоті не менше: 2.5 м над робочими місцями; 3.5 м над проходами; 6.0 м над проїздами.

Світильники загального освітлення необхідно встановлювати на висоті не менше 2.5 м від рівня підлоги чи настилу. Світильники повинні бути тільки промислового виготовлення (заводські).

Вимикачі, рубильники й інші комутаційні прилади повинні бути у волого-, пожежо- та вибухозахищеному виконанні.

Усі пускові установки повинні бути розміщені так, щоб уникати випадкового ввімкнення. Забороняється ввімкнення декількох приладів одним пусковим пристроєм. Розподільчі щити та рубильники необхідно закривати на замок.

Розетки повинні бути обладнані пристроєм захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацювання не більше, ніж 30 мА.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, корпуси устаткування та машин з електроприводом необхідно заземлювати.

Не допускається експлуатація несправного обладнання, а також з видимими пошкодженнями корпусу або електричної частини (наприклад пошкодження проводу).

### *Пожежна безпека*

За функціонування системи пожежної безпеки на будівництві відповідає роботодавець, він повинен призначити особу, відповідальну за дотримання працівниками правил пожежної безпеки.

На об'єкті повинні бути інструкції з пожежної безпеки.

Працівники допускаються до роботи лише після інструктажу з пожежної безпеки відповідно до НАПББ.02.005.

На будівельному майданчику повинні знаходитися первинні засоби пожежогасіння, наприклад пожежний щит (передбачено для даного об'єкта).

До всіх будівель та споруд на будмайданчику повинен бути вільний доступ, а протипожежні відстані між ними відповідати вимогам ДБН 360, ДБН В.2.2-15.

У місцях, де розміщено горючі чи легко займисті матеріали (наприклад акрилові фарби, розчинники, паливо), куріння заборонено. Користування

відкритим вогнем відносно даних речовин дозволяється на відстані понад 50 метрів.

Не дозволяється накопичувати на будмайданчику горючі відходи (промаслені ганчірки, тирсу, стружку, пластмаси тощо), їх необхідно зберігати в закритих ме-талевих контейнерах у безпечному місці.

Проходи до засобів пожежогасіння повинні бути вільними і позначені відповідними знаками.

На робочих місцях, де передбачається використання вибухонебезпечних чи шкідливих речовин (фарби, клеї, мастики), забороняється використовувати відкритий вогонь та виконувати роботи, що супроводжуються іскроутворенням. Ці робочі місця необхідно регулярно провітрювати. Електроустановки в таких зонах повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Також необхідно запобігати виникненню та накопиченню зарядів статичної електрики.

Шляхи евакуації повинні бути вільними від сторонніх предметів і якнайкоро-тшими до евакуаційних виходів. Також евакуаційні шляхи й виходи повинні бути позначені відповідно до ДСТУ ISO 6309.

На період перебування людей на будівельному об'єкті в будівлі заборонено закривати на замки двері евакуаційних виходів.

Шляхи евакуації повинні бути обладнані автоматичними аварійними джерелами світла.

#### *Забезпечення захисту працівників від дії шкідливих виробничих факторів*

Концентрації шкідливих речовин у повітрі робочих зон, а також рівні шуму та вібрацій не повинні перевищувати гранично-допустимих, які наведено у відповідних нормах.

Під час будівельно-монтажних робіт на майданчику контроль за додержанням санітарно-гігієнічних норм повинен здійснюватися відповідно до порядку, визначеному на даному об'єкті.

Робітники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

У разі появи шкідливих газів роботи необхідно тимчасово припинити і продовжити тільки після провітрювання робочих місць та забезпечення вентиляцією і забезпечення працюючих необхідними засобами індивідуального захисту.

Устаткування, під час експлуатації якого можливе потрапляння у повітря шкідливих газів, парів, пилу, повинно поставлятися у комплекті з усіма необхідними укриттями і пристроями, що забезпечують надійну герметизацію джерел виділення шкідливих речовин.

Під час використання полімерних матеріалів і виробів, у тому числі імпортованих, необхідно керуватися паспортами на них, знаками і написами на тарі, в якій вони знаходилися, санітарно-епідеміологічним висновком про відповідність санітарним нормам і правилам України, а також інструкціями щодо їх застосування, затвердженими у визначеному порядку.

Забороняється використання вибухонебезпечних і токсичних матеріалів і виробів без ознайомлення персоналу з інструкціями щодо їх застосування.

Лакофарбові, ізоляційні, опоряджувальні та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях у кількостях, що не перевищують змінної потреби.

Матеріали, що містять шкідливі чи вибухові й пожежонебезпечні розчинники, необхідно зберігати в герметично закритій тарі.

Машини й агрегати, що створюють шум під час роботи, необхідно експлуатувати так, щоб рівні звукового тиску на постійних робочих місцях у приміщеннях і на території майданчику не перевищували допустимих величин, зазначених в ДСН 3.36.037.

Для усунення шкідливого впливу на працюючих підвищеного рівня шуму необхідно застосовувати:

-технічні засоби (зменшення шуму у джерелі його утворення; удосконалення технологічних процесів, щоб рівні звукового тиску на робочих місцях не перевищували допустимих);

-дистанційне керування машинами, що створюють підвищений шум;

-засоби індивідуального захисту;

-будівельно-акустичні заходи;

-організаційні заходи (вибір раціонального режиму праці та відпочинку, скорочення часу перебування в умовах шуму, лікувально-профілактичні заходи тощо).

Виробничі зони, в яких рівень шуму може перевищувати гранично-допустимий рівень, повинні бути забезпечені пристроями, що автоматично контролюють рівень шуму та сигналізують про його перевищення.

Зони з рівнем звукового тиску понад 80 дБА необхідно позначити знаками безпеки відповідно до норм. Робота в цих зонах без використання засобів індивідуального захисту забороняється.

Забороняється навіть короткочасне перебування працюючих у зонах звукового тиску, що перевищує 130 дБА у будь-якій октавній смузі без використання засобів індивідуального захисту.

Виробниче устаткування, що генерує вібрацію, повинно відповідати вимогам ДСН 3.3.6.039

Для усунення шкідливого впливу вібрації на робітників необхідно вживати такі заходи:

-знижувати рівні вібрації в джерелі її утворення конструктивними або технологічними заходами;

-зменшувати рівні вібрації на шляху її поширення засобами віброізоляції і вібропоглинання;

-забезпечувати дистанційне керування, що виключає передачу вібрації на робочі місця;

-застосовувати засоби індивідуального захисту.

## 6.2. Охорона навколишнього середовища при будівництві

Під час проектування та будівництва будинків і споруд заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про природно-заповідний фонд України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про ядерну безпеку», «Про дорожній рух», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про відходи», а також Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

У разі потрапляння шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря від матеріалів, що використовуються під час виконання будівельно-монтажних робіт, концентрація шкідливих речовин не повинна перевищувати гранично-допустимих величин згідно з вимогами норм.

Заходи захисту навколишнього середовища повинні бути визначені в проекті організації будівництва (ПОБ) й проекті виконання робіт (ПВР) і виконуватися згідно з вимогами ДБН А.3.1-5.

Оцінка впливу на навколишнє природне середовище матеріалів і споруд виконується згідно з вимогами ДБН А.2.2-1 та ДБН В.1.2-8.

Для дотримання в процесі будівництва вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища та населення в проектно-технологічній та проектнокошторисній документації необхідно передбачити виконання таких заходів:

-прокладання тимчасових автомобільних та інших під'їзних шляхів необхідно здійснювати так, щоб запобігти та унеможливити ушкодження дерев та кущів;

-виймання та складування родючого шару ґрунту та подальше його використання здійснювати згідно з ДБН А.3.1-5.

-запобігання пилоутворенню та забрудненню атмосферного повітря;

88

-виконання комплексу заходів з утилізації та знешкодження твердих і рідких відходів;

-виконувати знезараження промислових та побутових стоків згідно з Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт забороняється:

-випускання стічних вод, а також неочищених господарсько-побутових або виробничих стоків, що утворюються на будівельному майданчику або поряд з ним;

-знищення на будівельному майданчику деревинно-кущової рослинності, якщо це не передбачено проектною документацією (знищені дерева та кущі необхідно компенсувати висадженням подібної рослинності після закінчення будівництва);

-складання відходів та сміття у зонах житлової забудови без застосування спеціальних пристроїв.

Відповідальність за порушення зазначених вимог несе безпосередньо керівник.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи «Автовокзал в місті Мукачеві» було проведено комплексні дослідження та розроблено проект за будови та організації території автовокзалу.

Мною виконані наступні завдання:

1. Проаналізовані місцеві умови будівництва, а саме кліматичні, сейсмологічні, міс-тобудівні, умови розміщення населеного пункту, які теж впливають на будівництво й характеристики об'єкту. У результаті аналізу була вибрана найбільш підходяща, на мою думку, ділянка для проектування серед всіх наявних вільних, основними позитивними рисами якої є: великі розміри, близькість до об'єктів тяжіння населення, розташованість недалеко від центру, наявність хорошого міського пасажирського сполучення, безпосередня близькість до магістральної вулиці.

2. Врахувавши багато вимог (по енергоефективності, інклюзивності, сейсмостійкості, безпеці та комфорту громадян), а також сучасні тенденції в будівництві було розроблено архітектурно-будівельні та конструктивні рішення будівель та споруд автовокзалу. Для проектування головної будівлі було взято типовий проект, дорацювавши його в плані інклюзивності, комфорту, практичності, а також врахувавши сучасні тенденції. З важливого – влаштування елементів інклюзивності, а саме пандусу на вході з оптимальним ухилом, ліфт для маломобільних груп населення, вбиральня для людей з інвалідністю.

3. Врахувавши вимоги по інклюзивності, габарити та кількість транспорту (автобусів та автомобілів), кількість відвідувачів, а також сучасні тенденції в будівництві та благоустрої, було запроєктовано ділянку автовокзалу. Передбачається 10 плат-форм для посадки пасажирів, 10 місць для стоянки автобусів, 36 місць для стоянки легкових автомобілів (в тому числі 3 для автомобілів людей з інвалідністю та 3 для таксі). Запроєктовано мережу доріжок та проїздів, які забезпечуватимуть зручний рух відвідувачів автовокзалу та транспорту. Проведено роботи по благоустрою ділянки: передбачено висадку зелених насаджень, влаштування малих архітектурних форм (лавки, урни для сміття, ліхтарі, велостоянка). Також враховано інклюзивність: влаштування пониження рівня тротуарів біля пішохідних переходів та біля стоянки для автомобілів людей з інвалідністю, достатня ширина доріжок, відсутність на них перешкод

4. Врахувавши вимоги з безпеки проведення робіт та особливості технологічних процесів було розроблено рішення по організації будівельного виробництва, а саме: складено мережевий графік виконання робіт, в результаті отримано необхідний період будівництва – 320 днів; розроблено будівельний генеральний план, викона-но підбір підйимального обладнання (баштовий та автомобільний крани), врахував-ши маси елементів, які потрібно підняти та встановити, та необхідний виліт стріли, тобто відстань переміщення. З особливостей технологічних процесів: розміри будівлі (необхідний великий виліт стріли баштового крану), необхідна велика (порів-няно) вантажопідйомність на максимальному вильоті стріли, також необхідність майданчика для збірки ферм даху (сама довжина ферм трохи більше 24 м). На буді-вельному генеральному плані передбачено тимчасові будівлі, споруди та майдан-чики, тимчасову електромережу та господарсько-питний водопровід, тимчасові проїзди для будівельної техніки та автомобілів робітників.

5. Складено техніко-економічні показники об'єкта, а саме по генеральному плану та ТЕП будівлі. У результаті складання показників отримано дані по ділянці (площа забудови, озеленення, твердих покриттів, щільність забудови, коефіцієнт озеленен-ня та використання території) та по будівлі (поверховість, ступінь вогнестійкості, загальна площа, корисна площа, будівельний об'єм, висота поверхів).

Також складено локальний кошторис на виконання будівельно-монтажних робіт, а саме влаштування мощення типів 1 і 2 сумарною площею 2 265.99 м<sup>2</sup>. Пе-редбачено проведення наступних робіт: влаштування котловану глибиною 400 мм за допомогою екскаваторів, перевезення викопаного ґрунту вантажними автомобі-лями, встановлення поребриків на основу з щебеню та подушку з бетонного розчи-ну, влаштування основи з щебеню товщиною 350 мм, укладання бруківки з попе-реднім влаштуванням цементно-піщаної подушки. Кошторисна вартість влашту-вання мощення, враховуючи вартість матеріалів та робіт, склала 3 508 583 грн.

6. Розроблено рішення по охороні праці в будівництві, ключовими з яких є питання з організації будівельного майданчика та робочих місць (загальні положення), з електробезпеки, пожежної безпеки та із забезпечення захисту працівників від впли-ву шкідливих виробничих факторів. Це необхідно для запобігання неприємним та (або) небезпечним ситуаціям на будівництві та шкідливого впливу на здоров'я та життя робітників, які можуть бути пов'язані з недбалістю, порушенням норм, не-продуманістю або нерозумінням проведення будівельних робіт.

Також розроблено рішення по охороні навколишнього середовища, які пов'я-зані з обмеженням викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, із збережен-ням рослинності, демонтаж якої не передбачено проектом, із заборонаю

викидання будівельних твердих або рідких відходів не в спеціальні ємкості або не виконавши заходи із знезараження. Це необхідно для запобігання забруднення навколишнього середовища, як повітря, так і ґрунту й води.

91

## Схожість

Джерела з Інтернету

268

1	<a href="https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2015/02/npaop-45.2-7.02-12.doc">https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2015/02/npaop-45.2-7.02-12.doc</a>	2.33%
2	<a href="https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074220455066862610?doc_type=2">https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074220455066862610?doc_type=2</a>	2.32% <span>3 джерела</span>
3	<a href="https://docplayer.net/49774569-Derzhavni-budivelni-normi-ukrayini-sistema-standartiv-bezpeki-praci-ohorona-praci-i-promislo...">https://docplayer.net/49774569-Derzhavni-budivelni-normi-ukrayini-sistema-standartiv-bezpeki-praci-ohorona-praci-i-promislo...</a>	2.32%
5	<a href="https://studfile.net/preview/6762059/page:2">https://studfile.net/preview/6762059/page:2</a>	1.35%
9	<a href="https://blanki-ua.com.ua/dogovor/2136/index.html?page=10">https://blanki-ua.com.ua/dogovor/2136/index.html?page=10</a>	0.93%
23	<a href="http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/6440/reports/d8Rm29286b.pdf">http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/6440/reports/d8Rm29286b.pdf</a>	0.53%
29	<a href="http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158339/%d0%9a%d0%b5%d0%bb%d1%8c%20%d0%94.%d0%9c..pdf?isAll...">http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158339/%d0%9a%d0%b5%d0%bb%d1%8c%20%d0%94.%d0%9c..pdf?isAll...</a>	0.35%
36	<a href="https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/GBN-04.02.2015_DTRCHR.pdf">https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/GBN-04.02.2015_DTRCHR.pdf</a>	0.19% <span>11 джерел</span>
38	<a href="https://docplayer.net/49774552-Derzhavni-budivelni-normi-ukrayini-dbn-a-h-promislova-bezpeka-u-na-zaminu-snip-iii-4-80-budi...">https://docplayer.net/49774552-Derzhavni-budivelni-normi-ukrayini-dbn-a-h-promislova-bezpeka-u-na-zaminu-snip-iii-4-80-budi...</a>	0.18%
39	<a href="https://fdocuments.net/download/g-25-752013-.html">https://fdocuments.net/download/g-25-752013-.html</a>	0.18%
40	<a href="https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/13545/1/35.%20%d0%9b%d1%83%d1%87%d0%b8%d0%bd%20%d0%...">https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/13545/1/35.%20%d0%9b%d1%83%d1%87%d0%b8%d0%bd%20%d0%...</a>	0.17% <span>11 джерел</span>
42	<a href="https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider58/line-technical-documentation-documents/%D1%82%D0%B5%D1%85%...">https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider58/line-technical-documentation-documents/%D1%82%D0%B5%D1%85%...</a>	0.14%
44	<a href="https://repository.lnau.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/322/%d0%9a%d0%b2%d0%b0%d0%bb%d1%96%d1%84%...">https://repository.lnau.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/322/%d0%9a%d0%b2%d0%b0%d0%bb%d1%96%d1%84%...</a>	0.12%
46	<a href="http://nubip.edu.ua/sites/default/files/71_st_2017.pdf">http://nubip.edu.ua/sites/default/files/71_st_2017.pdf</a>	0.12%
52	<a href="https://repository.lnau.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/858/%d0%94%d0%a0%20%d0%93%d1%80%d0%b8%d0%...">https://repository.lnau.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/858/%d0%94%d0%a0%20%d0%93%d1%80%d0%b8%d0%...</a>	0.11%
54	<a href="https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/54191/3/%d0%a2%d0%ba%d0%b0%d1%87%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be%...">https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/54191/3/%d0%a2%d0%ba%d0%b0%d1%87%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be%...</a>	0.11% <span>27 джерел</span>
55	<a href="http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8454/2/%d0%a7%d0%b5%d1%80%d0%bd%d0%be%d0%b1%d0%b0%d0%b9%...">http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8454/2/%d0%a7%d0%b5%d1%80%d0%bd%d0%be%d0%b1%d0%b0%d0%b9%...</a>	0.11%
57	<a href="https://aquapolymer.com.ua/wp-content/uploads/2018/03/DBN-V.2.5-752013-Kanalizatsiya.-Zovnishni-merezhi-ta-spc...">https://aquapolymer.com.ua/wp-content/uploads/2018/03/DBN-V.2.5-752013-Kanalizatsiya.-Zovnishni-merezhi-ta-spc...</a>	0.1% <span>2 джерела</span>
58	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/57672/1/Vyshnevska_bakalavr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/57672/1/Vyshnevska_bakalavr.pdf</a>	0.1%
64	<a href="http://eadnurt.diiit.edu.ua/bitstream/123456789/15997/1/Momot_dip_2022.pdf">http://eadnurt.diiit.edu.ua/bitstream/123456789/15997/1/Momot_dip_2022.pdf</a>	0.1%

65	<a href="http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/7581">http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/7581</a>	0.1%
68	<a href="http://bdmb.kntu.kr.ua/files/KMR_BI-20M_ASHYRBEKOV.pdf">http://bdmb.kntu.kr.ua/files/KMR_BI-20M_ASHYRBEKOV.pdf</a>	0.08%
69	<a href="http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/5560/reports/Ba5TbpgCtl.pdf">http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/5560/reports/Ba5TbpgCtl.pdf</a>	0.08%
76	<a href="http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8453/1/%d0%94%d1%83%d0%b4%d1%96%d0%bd%d0%be%d0%b2%20%d0%...">http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8453/1/%d0%94%d1%83%d0%b4%d1%96%d0%bd%d0%be%d0%b2%20%d0%...</a>	0.08%
78	<a href="http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8456/2/%d0%9c%d0%b0%d1%80%d1%96%d0%bd%d1%96%d0%bd%20%;">http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8456/2/%d0%9c%d0%b0%d1%80%d1%96%d0%bd%d1%96%d0%bd%20%;</a> 8 джерел	0.07%
79	<a href="https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31346/1/dyplom_BelzetskiyV.pdf">https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31346/1/dyplom_BelzetskiyV.pdf</a>	0.07%
80	<a href="https://infopedia.su/25x9fe7.html">https://infopedia.su/25x9fe7.html</a>	9 джерел 0.06%
83	<a href="http://pdatu.edu.ua/images/naukova-miznarodna-diyalnist/svr/dissertaciya-senyk.pdf">http://pdatu.edu.ua/images/naukova-miznarodna-diyalnist/svr/dissertaciya-senyk.pdf</a>	0.06%
85	<a href="http://eprints.kname.edu.ua/47219">http://eprints.kname.edu.ua/47219</a>	49 джерел 0.05%
86	<a href="http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/7946/reports/AZNuV4pq2q.pdf">http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/7946/reports/AZNuV4pq2q.pdf</a>	0.05%
89	<a href="http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6688/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%;">http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6688/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%;</a> 16 джерел	0.05%
90	<a href="https://donnaba.edu.ua/docs/kafedry/kafedra-promyslove-ta-tsyvilne-budivnytstvo/2021/kvalifikatsiini-roboty/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%;">https://donnaba.edu.ua/docs/kafedry/kafedra-promyslove-ta-tsyvilne-budivnytstvo/2021/kvalifikatsiini-roboty/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%;</a> 2 джерела	0.05%
93	<a href="http://tavriainvest.ks.ua/index.php?id=18&amp;parent=22">http://tavriainvest.ks.ua/index.php?id=18&amp;parent=22</a>	7 джерел 0.05%
94	<a href="http://zcrb.at.ua/publ/2-1-0-3">http://zcrb.at.ua/publ/2-1-0-3</a>	15 джерел 0.04%
98	<a href="http://cons.parus.ua/map/doc/00C7672F34/Pro-vvedennya-v-diyu-Pravil-pozhezhnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html">http://cons.parus.ua/map/doc/00C7672F34/Pro-vvedennya-v-diyu-Pravil-pozhezhnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html</a>	30 джерел 0.04%
99	<a href="https://donnaba.edu.ua/docs/kafedry/kafedra-promyslove-ta-tsyvilne-budivnytstvo/2021/kvalifikatsiini-roboty/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%;">https://donnaba.edu.ua/docs/kafedry/kafedra-promyslove-ta-tsyvilne-budivnytstvo/2021/kvalifikatsiini-roboty/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%;</a> 8 джерел	0.04%
100	<a href="http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3510/3/2018_Blas-Espinoza.pdf">http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3510/3/2018_Blas-Espinoza.pdf</a>	5 джерел 0.04%
101	<a href="http://consultant.parus.ua/?doc=0B8KT0BB5C">http://consultant.parus.ua/?doc=0B8KT0BB5C</a>	0.04%
103	<a href="http://www.spsl.nsc.ru/download/onb_2/Probl-Severa-2s-2019.pdf">http://www.spsl.nsc.ru/download/onb_2/Probl-Severa-2s-2019.pdf</a>	2 джерела 0.04%
109	<a href="https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=3240889772415125105/optype=6">https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=3240889772415125105/optype=6</a>	0.04%
110	<a href="http://www.investplan.com.ua/pdf/11_2018.pdf">http://www.investplan.com.ua/pdf/11_2018.pdf</a>	0.04%
111	<a href="https://repository.lnau.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/396/%d0%9f%d0%97%20%d0%a4%d0%b5%d0%b4%d0%b...">https://repository.lnau.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/396/%d0%9f%d0%97%20%d0%a4%d0%b5%d0%b4%d0%b...</a>	0.04%

112	<a href="http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/id/48288/Disertacija.pdf">http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/id/48288/Disertacija.pdf</a>		0.04%
113	<a href="http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/kee_navch.-posibnyk-do-lr.04.02.2-kopyja.pdf">http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/kee_navch.-posibnyk-do-lr.04.02.2-kopyja.pdf</a>		0.04%
114	<a href="https://vuppi.at.ua/_ld/0/42__doc">https://vuppi.at.ua/_ld/0/42__doc</a>	2 джерела	0.04%
115	<a href="https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34809/1/181_Vus%20Viktoriiia%20Yuriivna.pdf">https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34809/1/181_Vus%20Viktoriiia%20Yuriivna.pdf</a>		0.04%
116	<a href="http://consultant.parus.ua/?doc=02XGB57DDB">http://consultant.parus.ua/?doc=02XGB57DDB</a>	4 джерела	0.04%
117	<a href="https://ela.kpi.ua/handle/123456789/44756">https://ela.kpi.ua/handle/123456789/44756</a>	4 джерела	0.04%
119	<a href="http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8457/2/%d0%94%d1%83%d0%b4%d0%bd%d0%b8%d0%ba%20%d0%94">http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/8457/2/%d0%94%d1%83%d0%b4%d0%bd%d0%b8%d0%ba%20%d0%94</a>	8 джерел	0.04%
121	<a href="https://shag.com.ua/imeni-v-o-suhomlinsekogo-shkola-v-o-suhomlinsekogo-jivilene-d.html?page=2">https://shag.com.ua/imeni-v-o-suhomlinsekogo-shkola-v-o-suhomlinsekogo-jivilene-d.html?page=2</a>	16 джерел	0.04%

## Джерела з Бібліотеки

436

4	Студентська робота	ID файлу: 1015294926	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	7 джерело	1.35%
6	Студентська робота	ID файлу: 1000702880	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...		1.04%
7	Студентська робота	ID файлу: 1335389	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	13 джерело	1%
8	Студентська робота	ID файлу: 1011475167	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	6 джерело	0.95%
10	Студентська робота	ID файлу: 1736693	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National Un	11 джерело	0.92%
11	Студентська робота	ID файлу: 1016162807	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...		0.9%
12	Студентська робота	ID файлу: 1013105844	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University		0.88%
13	Студентська робота	ID файлу: 1001011506	Навчальний заклад: National Aviation University	21 джерело	0.88%
14	Студентська робота	ID файлу: 6027450	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	3 джерело	0.86%
15	Студентська робота	ID файлу: 1015571977	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...		0.79%
16	Студентська робота	ID файлу: 1011431955	Навчальний заклад: National University of Life and Envir	4 джерело	0.72%
17	Студентська робота	ID файлу: 1016127065	Навчальний заклад: National Aviation University		0.65%
18	Студентська робота	ID файлу: 1005788030	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	29 джерело	0.65%

19	Студентська робота	ID файлу: 1000811992	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	0.61%
20	Студентська робота	ID файлу: 6061144	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National Un	13 Джерело 0.6%
21	Студентська робота	ID файлу: 1005788010	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	10 Джерело 0.58%
22	Студентська робота	ID файлу: 10013557	Навчальний заклад: National Aviation University	0.58%
24	Студентська робота	ID файлу: 1009692796	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	4 Джерело 0.49%
25	Студентська робота	ID файлу: 5975117	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.48%
26	Студентська робота	ID файлу: 1004211083	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	8 Джерело 0.47%
27	Студентська робота	ID файлу: 124645	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	5 Джерело 0.46%
28	Студентська робота	ID файлу: 3650549	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.4%
30	Студентська робота	ID файлу: 1001013048	Навчальний заклад: National Aviation University	2 Джерело 0.34%
31	Студентська робота	ID файлу: 8731777	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National Un	25 Джерело 0.33%
32	Студентська робота	ID файлу: 108228	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	3 Джерело 0.26%
33	Студентська робота	ID файлу: 1011475158	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	0.22%
34	Студентська робота	ID файлу: 1009685674	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Konc	9 Джерело 0.22%
35	Студентська робота	ID файлу: 1009666405	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	4 Джерело 0.2%
37	Студентська робота	ID файлу: 113287	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело 0.18%
41	Студентська робота	ID файлу: 1016178901	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National	27 Джерело 0.15%
43	Студентська робота	ID файлу: 1000799670	Навчальний заклад: National University of Water Manage	2 Джерело 0.14%
45	Студентська робота	ID файлу: 108058	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.12%
47	Студентська робота	ID файлу: 123780	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.12%
48	Студентська робота	ID файлу: 1001013036	Навчальний заклад: National Aviation University	3 Джерело 0.12%
49	Студентська робота	ID файлу: 1015716828	Навчальний заклад: National University of Water Management an...	0.12%

50	Студентська робота	ID файлу: 1013102357	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	0.11%
51	Студентська робота	ID файлу: 6009286	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National Uni <a href="#">5 Джерело</a>	0.11%
53	Студентська робота	ID файлу: 1379272	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.11%
56	Студентська робота	ID файлу: 8650806	Навчальний заклад: National University of Water Management and N...	0.1%
59	Студентська робота	ID файлу: 1000014387	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi Nationa <a href="#">44 Джерело</a>	0.1%
60	Студентська робота	ID файлу: 1000058786	Навчальний заклад: National University of Life and Envir <a href="#">19 Джерело</a>	0.1%
61	Студентська робота	ID файлу: 1000788412	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kon <a href="#">18 Джерело</a>	0.1%
62	Студентська робота	ID файлу: 1000035584	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.1%
63	Студентська робота	ID файлу: 1000049383	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.1%
66	Студентська робота	ID файлу: 1000702850	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...	0.09%
67	Студентська робота	ID файлу: 1003928610	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...	0.08%
70	Студентська робота	ID файлу: 1015294889	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	0.08%
71	Студентська робота	ID файлу: 1009499979	Навчальний заклад: National University of Life and Envir <a href="#">16 Джерело</a>	0.08%
72	Студентська робота	ID файлу: 1335398	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University <a href="#">6 Джерело</a>	0.08%
73	Студентська робота	ID файлу: 1005774307	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...	0.08%
74	Студентська робота	ID файлу: 1000788361	Навчальний заклад: National University of Water Manage <a href="#">2 Джерело</a>	0.08%
75	Студентська робота	ID файлу: 1005787554	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...	0.08%
77	Студентська робота	ID файлу: 1015294902	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National <a href="#">3 Джерело</a>	0.07%
81	Студентська робота	ID файлу: 1000747196	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr <a href="#">21 Джерело</a>	0.06%
82	Студентська робота	ID файлу: 1016178859	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National <a href="#">2 Джерело</a>	0.06%
84	Студентська робота	ID файлу: 5981507	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.06%
87	Студентська робота	ID файлу: 1000775087	Навчальний заклад: National University of Life and Envir <a href="#">13 Джерело</a>	0.05%

88	Студентська робота	ID файлу: 1011115505	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...	0.05%
91	Студентська робота	ID файлу: 1005796855	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kond <a href="#">2 Джерело</a>	0.05%
92	Студентська робота	ID файлу: 1003994860	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.05%
95	Студентська робота	ID файлу: 1000033930	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr <a href="#">11 Джерело</a>	0.04%
96	Студентська робота	ID файлу: 962201	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National Univ <a href="#">4 Джерело</a>	0.04%
97	Студентська робота	ID файлу: 1009678409	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University <a href="#">3 Джерело</a>	0.04%
102	Студентська робота	ID файлу: 1000812277	Навчальний заклад: National University of Water Manage <a href="#">5 Джерело</a>	0.04%
104	Студентська робота	ID файлу: 1015737921	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kond <a href="#">2 Джерело</a>	0.04%
105	Студентська робота	ID файлу: 1051806	Навчальний заклад: National University of Life and Environp <a href="#">6 Джерело</a>	0.04%
106	Студентська робота	ID файлу: 1016117735	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.04%
107	Студентська робота	ID файлу: 1335383	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University <a href="#">3 Джерело</a>	0.04%
108	Студентська робота	ID файлу: 1015743336	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr <a href="#">8 Джерело</a>	0.04%
118	Студентська робота	ID файлу: 1005740079	Навчальний заклад: National Aviation University <a href="#">2 Джерело</a>	0.04%
120	Студентська робота	ID файлу: 1003928622	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...	0.04%
122	Студентська робота	ID файлу: 1008162356	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University <a href="#">2 Джерело</a>	0.04%