

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
конструювання і дизайну**

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

“ ____ ” _____ грудня _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри будівництва

_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“ ____ ” _____ грудня _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Проектування птахофабрики на околиці міста Біла Церква»

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

кандидат технічних наук, доцент _____ Євгеній БАКУЛІН
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор технічних наук, професор _____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

Виконав

_____ Володимир ТУРОВСЬКИЙ
(підпис)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва
доктор технічних наук, професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“19” _____ грудня _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Туровському Володимирі Ігоровичу

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування птахофабрики на околиці міста Біла Церква»,

затверджена наказом від “16” грудня 2024 р. №2267 “С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, листопад, 28

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно запроєктувати сільськогосподарську будівлю птахофабрики у Київській області на околиці міста Біла Церква із зовнішніми габаритними розмірами 76 × 34 м у сталевому каркасі

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Навести загальні відомості про птахофабрики і птахоферми. Зробити пропозиції щодо спеціальних вимог до окремих частин будівлі для птиці: їх основні конструкції та обладнання.

2. Навести основні положення щодо розрахунку та конструювання центрально стиснутих сталевих колон; стержня суцільної сталеві колони; стержня наскрізної колони. Запропонувати алгоритми розрахунку і конструювання оголовку та бази сталеві колони.

3. Навести об'ємно-планувальні рішення будівлі птахоферми із визначенням діючих нормативних та технологічних навантажень.

4. Виконати конструювання поперечної рами будівлі птахоферми у сталевому каркасі, виконати проєктування центрально-стиснутої колони наскрізного перерізу сталеві колони; виконати аналітичний розрахунок крокв'яної сталеві ферми покриття.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

→ архітектурна частина (розроблений головний та боковий фасади, план підвалу, план першого поверху, наведена експлікація приміщень, розроблений повздовжній та поперечний розрізи промислової будівлі, наведені архітектурні вузи);

→ розрахунково-конструктивна частина (виконане проєктування сталеві наскрізної центрально стиснутої колони, сталеві ферми покриття);

→ організація та технологія будівельного виробництва (розроблений будгенплан майданчику забудови, показана схема руху крану, схеми розміщення складських приміщень, під'їзні шляхи, електро- та водопостачання, розроблений календарний графік зведення будівлі птахоферми, технологічна карта на улаштування підлоги).

Дата видачі завдання “18” грудня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ **Ігор ЯКОВЕНКО**
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ **Володимир ТУРОВСЬКИЙ**
(підпис)

ЗМІСТ

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	6
1.1. Загальні відомості про птахофабрики і птахоферми	6
1.2. Спеціальні вимоги до окремих частин будівлі для птиці: їх конструкції та обладнання.....	15
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	24
2.1. Розрахунок та конструювання центрально стиснутих колон.....	24
2.2. Стержень суцільної сталеві колони.....	25
2.3. Особливості конструювання стержня наскрізної колони.....	29
2.4. Алгоритм розрахунку і конструювання оголовку сталеві колони.....	34
2.5. Алгоритм розрахунку і конструювання баз сталевих колон.....	37
3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....	43
3.1. Проектування генерального плану.....	43
3.2. Об'ємно-планувальне рішення.....	45
3.3. Архітектурно-конструктивне рішення птахоферми.....	45
3.4. Основні елементи будівлі.....	46
3.5. Теплотехнічні розрахунки.....	48
3.6. Інженерне та санітарно-технічне забезпечення.....	50
4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	55
4.1. Компанування поперечної рами будівлі птахоферми.....	55
4.2. Проектування центрально-стиснутої колони наскрізного перерізу сталеві колони.....	59
4.3. Розрахунок крокв'яної ферми покриття.....	67
5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	74
5.1. Проектування будівельного генерального плану.....	74
5.2. Розробка календарного плану будівництва.....	78
6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	82
6.1. Умови забезпечення будівництва.....	82
6.2. Обґрунтування тривалості будівництва.....	82

6.3. Визначення номенклатури та підрахунок об'ємів робіт та ресурсів..	83
6.4. Вибір методів виконання робіт.....	84
6.5. Вибір комплекту будівельних машин та обладнання.....	86
6.6. Технологія виконання будівельних процесів.....	88
6.6.1. Технологічна карта на влаштування бетонних підлог.....	88
6.6.2. Організація та технологія будівельного процесу.....	89
6.6.3. Техніка безпеки.....	90
6.6.4. Вказівки щодо технічного приймання робіт.....	91
7. ОХОРОНА ПРАЦІ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ.....	93
7.1. Система охорони праці на будівництві.....	93
7.2. Безпечні методи виробництва будівельно-монтажних робіт.....	95
7.2.1. Земляні роботи.....	95
7.2.2. Бетонні та залізобетонні роботи.....	97
7.2.3. Монтажні роботи.....	97
7.2.4. Безпечні методи виробництва мулярських робіт.....	98
7.2.5. Безпечні методи виробництва покрівельних робіт.....	99
7.2.6. Опоряджувальні роботи.....	100
7.3. Розробка заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.....	100
ВИСНОВКИ.....	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	103
ДОДАТКИ.....	108

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Загальні відомості про птахофабрики і птахоферми

Птахівницькі підприємства за призначенням поділяють на племінні, товарні, спеціалізовані, інкубаторно-птахівничі станції.

Племінні підприємства займаються удосконаленням існуючих і виведенням нових порід птиці.

На племінних птахівницьких підприємствах основною продукцією є яйця та племінна птиця. Товарні підприємства мають яєчне та м'ясне направлення.

Побічною продукцією на всіх птахівницьких підприємствах є пух, пір'я, биті яйця та відходи основного виробництва, які ідуть на утилізацію.

Номенклатура і розміри птахівницьких підприємств визначені нормами технологічного проектування.

У птахівницьких господарствах використовується наземна система утримання дорослої птиці і молодняку всіх видів у приміщеннях без вигулів або з вигулами та кліткова система утримання дорослих курей і молодняку птиці всіх видів, крім гусей.

За наземної системи птицю утримують на глибокій підстилці, планчастих і ґратчастих підлогах, якщо птиця разом з молодняком, використовують групові клітки, а для дорослої птиці – індивідуальні.

Для утримання птиці на глибокій підстилці з торфу, різаної соломи, тирси необхідна велика виробнича площа, але скорочуються затрати часу на прибирання приміщення, бо послід видаляють один–два рази на рік, використовуючи бульдозери та пересувні конвеєри.

За кліткового утримання курей ефективніше використовується виробниче приміщення, комплексна механізація виробничих процесів.

Значно скорочується територія забудови, мережа інженерних комунікацій і вартість одного птицемісця. У той же час за кліткового утримання птиці потрібне дорожче обладнання, вартість збільшується в 2,5–2,7

раза. Необхідно також частіше змінювати курей-несучок, після 9–10 місяців утримання їх у клітках зменшується яйценосність птиці.

У птахівницьких фермах, відповідно до ВНТП АПК-4,05, споруджують основні виробничі будівлі – пташники (для курей з клітковим і наземним утриманням племінного стада, вирощування ремонтного молодняку і курчат-бройлерів на м'ясо, для індиків, качок, гусей, цесарок і перепелів). До об'єктів обслуговуючого призначення належать підсобні виробничі будівлі й споруди (інкубаторії, цехи кормоприготування, забою птиці з холодильником і утилізацією відходів, сортування і упаковки яєць, з виробництва яєчного порошку, переробки відходів птахівництва, автоваги, послідоховища та цехи переробки посліду, майстерня для ремонту обладнання і тари, центральна пральня для прання спецодягу обслуговуючого персоналу). До об'єктів обслуговуючого призначення належать також споруди каналізації, водо-, електро- і тепlopостачання (включаючи котельню), майстерні для ремонту обладнання і тари, гаражі, навіси і майданчики для сільськогосподарської техніки, внутрішньомайданчикові проїзди з твердим покриттям, пожежний пост, споруди з очищення промислових і господарських стоків, гідрохімлабораторія, склади (для кормів, тари, інвентарю, підстилки), адміністративно-господарські будинки, їдальня, медпункт, побутові приміщення, ветеринарні й ветеринарно-санітарні об'єкти – ветеринарні лабораторії, дезінфекційні блоки для тари і транспорту, санпропускник.

Розміри та необхідну площу виробничих приміщень пташників визначають згідно з нормами.

Розміри і необхідна площа виробничих приміщень пташників визначається нормами щільності посадки птиці.

У кожному пташнику, крім приміщень для утримання птиці, передбачають підсобні й службові приміщення. Підсобне приміщення призначено для прийому і підготовки до роздавання кормів, миття обладнання і зберігання інвентарю. Площа підлоги цього приміщення

визначається залежно від габаритів технологічного обладнання, що в ньому розміщуються, і його раціональною компоновкою.

Площу підлоги допоміжного приміщення призначають залежно від габаритів технологічного обладнання, яке розміщується в ньому.

Службове приміщення призначене для обслуговуючого персоналу, його площа 6–12 м².

У пташниках для кліткового утримання птиці передбачають інвентарну площу 10–12 м² та мийну такої ж площі, де миють і дезінфікують інвентар.

Для приймання та сортування яєць у пташниках за кліткового утримання дорослих курей будують яйцесклад, площу якого приймають з розрахунку 10 м² на кожні 10 тис. курячих, 7,5 тис. індичих або качиних і 4 тис. гусячих яєць. У кожному пташнику повинні бути приміщення – камери для опалювального та вентиляційного обладнання.

Блок побутових приміщень – гардеробну з сушильною шафою, умивальну, душову, туалет і кімнату для обігріву робітників – передбачають у корпусах з клітковим утриманням птиці, інкубаторіях і в складах для харчових яєць, а в багатоповерхових будівлях – на кожному поверсі. Ці приміщення проектують відповідно до вимог проектування допоміжних приміщень виробничих будівель.

Будівлі птахівницьких підприємств, зазвичай, проектують прямокутної форми в плані, одноповерховими або багатоповерховими, з природним або штучним освітленням.

Забудова багатоповерховими виробничими будівлями, порівняно з одноповерховою, дозволяє зменшити територію птахівницького господарства, скоротити витрати на будівельно-монтажні роботи, благоустрій ділянки, будівництво доріг, інженерних мереж, ефективніше використовувати засоби механізації та зменшити експлуатаційні витрати.

Вартість будівництва пташників без вікон зі штучним освітленням менше вартості будівництва з вікнами [1].

Одноповерхові будівлі-пташники проєктують з повним або неповним каркасом, стояково-балкової або рамної конструкції в поєднанні зі стіновими панелями із залізобетону, на дерев'яному каркасі, типу “сандвіч” або несучими стінами з місцевих будівельних матеріалів.

Для рішення каркасів використовують збірні залізобетонні, дерев'яні або полегшені дерев'яні клеєні, металеві чи полегшені металеві конструкції за загальної ширини будівлі 12, 18, 24 м і більше.

Будівлі можуть бути [2]:

- з трьома рядами внутрішніх колон з прольотами $6 + 6 + 6 + 6$ м шириною 24 м;
- з двома рядами внутрішніх колон з прольотами $6 + 6 + 6$ м, шириною 18 м;
- з одним рядом внутрішніх колон з прольотами $6 + 6$ м, шириною 12 м;
- з прольотом $9 + 9$ м шириною 18 м; з прольотами $12 + 12$ м, шириною 24 м;
- без внутрішніх колон шириною 12, 18 або 21 м.

Крок залізобетонних колон по крайніх рядах 6 м або 3 м, по середніх – 6 м; крок дерев'яних стояків – 4,8 м.

Під час проєктування багатопверхових будівельних пташників приймають сітку колон 6×6 ; 9×6 ; 12×6 м, шириною 18, 24 м і більше.

Висота виробничих приміщень для наземного утримання птиці повинна бути не менше 3 м від рівня підлоги до низу виступальних конструкцій покриття; висота залів для кліткового утримання птиці – залежно від габаритів обладнання, але не менше 3 м.

Будівлі для утримання птиці розділяють сітчастими або дерев'яними перегородками на секції.

В окремих секціях пташників промислових господарств за наземного утримання розміщують не більше 1000–1500 курей, 100 індиків, 25 качок або 25 гусей; у секціях пташників для ремонтного молодняка – не більше 100 голів,

курчат на м'ясо – 10000 голів, молодняку індиків – 125, качок – 125, гусей – 100 голів.

За кліткового утримання молодняку пташники розділяють суцільними стінами на ізольовані зали з самостійними входами в кожен залу для вирощування молодняку різного віку. Місткість секцій для утримання птиці в клітках визначають згідно з нормами.

Допоміжні та службові приміщення розташовують посередині будівлі або в торцях [2].

Такі будівлі будують з повним або неповним каркасом стояково-балкової конструкції, зі збірного залізобетону, металу, а також із залізобетонним каркасом з тришарнірних рам прольотом 12, 18, 21 м без проміжних опор, з несучими, самонесучими стінами або стінами з навісних панелей.

Під час будівництва пташників використовують, крім того, каркаси з дерев'яних клеєних рам прольотом 12 та 18 м, а також каркаси зі сталевими колонами, трикутними сталевими фермами, полегшеними навісними панелями.

Приклади типових об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень будівель пташників різного призначення наведені на рис. 1.1 та рис. 1.2.

Пташник для утримання 20 тисяч курчат на м'ясо розділений сітчастими перегородками на чотири секції. Подача корму автоматизована, напувають птицю з поїлок, підвішених до перекриття. Послід прибирають трактором. Для додаткового обігріву курчат до місячного віку використовують електричні обігрівачі.

Будівля пташника на 30 тисяч курей-несучок складається з двох ізольованих залів для утримання птиці і допоміжних приміщень, які розміщуються посередині будівлі між залами. Курей-несучок утримають у кліткових батареях. За штучного освітлення кліткові батареї обладнані механізмами для роздавання кормів, збору яєць, видалення посліду та проточними автопоїлками.

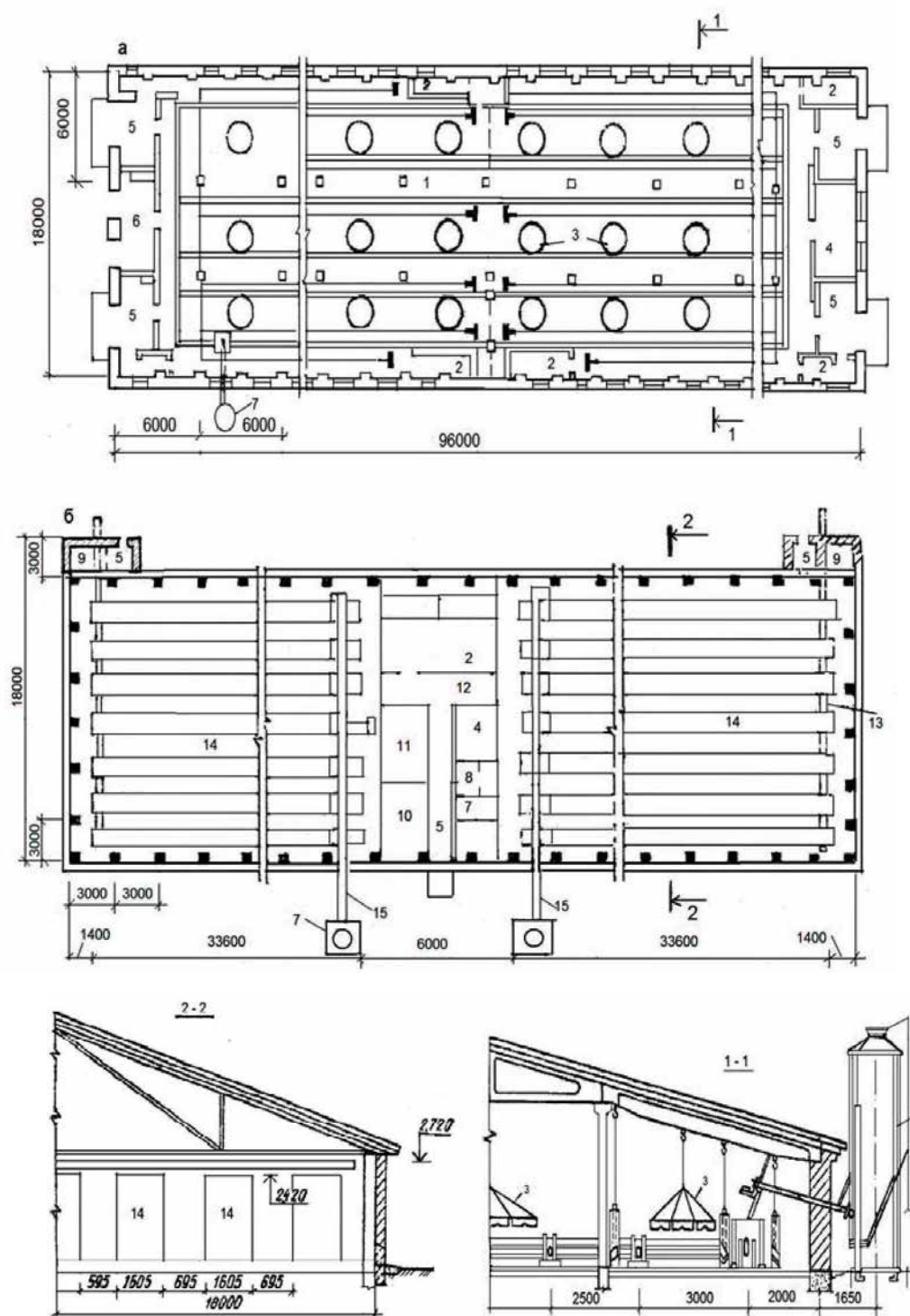


Рис. 1.1. Одноповерхові пташники [2]:

а – пташник наземного утримання 20 тис. курчат на м'ясо; *б* – пташник для утримання 30 тис. курей несучок у кліткових батареях; 1 – секція для розміщення птиці; 2 – венткамера; 3 – електричний брудер; 4 – інвентарна; 5 – тамбур; 6 – мийна; 7 – душова; 8 – санвузол; 9 – приміщення для прибирання посліду; 10 – службова; 11 – щитова; 12 – коридор; 13 – скребковий конвеєр; 14 – кліткові батареї; 15 – горизонтальний конвеєр

Одноповерхові пташники можуть бути зблоковані в моноблоки та комплекси.

Велика увага приділяється питанню вентиляції приміщень.

Вентиляційні камери обладнані вентиляторами та обігрівачами, винесені за межі приміщення і розташовані на покритті будівлі.

У приміщеннях пташника влаштовується легка підвісна стеля, яка утворює простір між залізобетонними плитами покриття та азбестоцементними листами, укладеними з прорізами, через які повітря рівномірно потрапляє в приміщення за принципом зверху вниз на кліткові батареї. Витяжні вентиляційні канали для видалення використаного повітря з приміщень розміщують у поперечних перегородках і виводять за межі покриття на 1 м.

У пташнику всі процеси з обслуговування птиці механізовані.

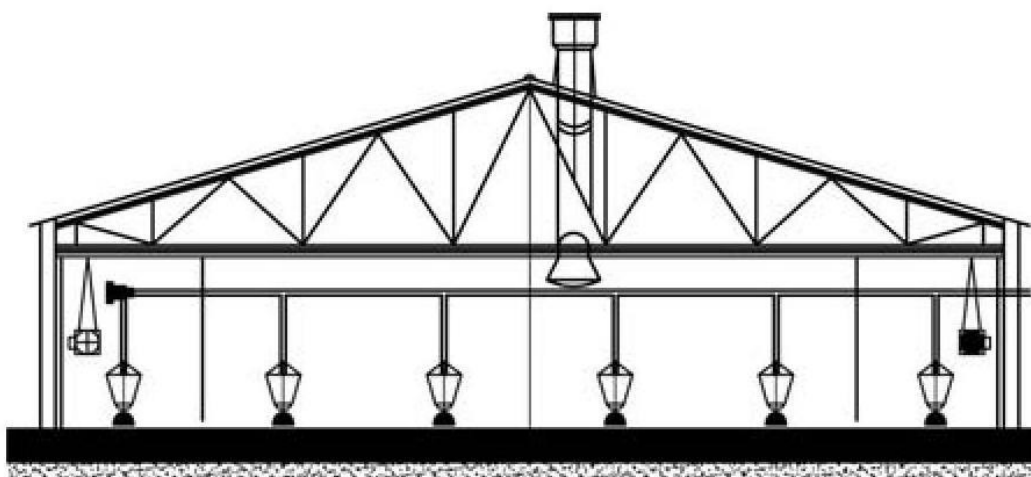


Рис. 1.2. Розріз пташника з наземним утриманням курей [2]

Кожне сільськогосподарське підприємство, що спеціалізується на розведенні птиці, має потребу в якісних сучасних і швидкоокупних приміщеннях. Якщо віддати перевагу капітальному будівництву

птахофабрик (пташників), птахоферм, то можна значно віддалити строк отримання прибутку, бо весь процес (улаштування фундаменту, транспортування, монтаж і т.д.) займе не один місяць.

Вигідною альтернативою є технологія будівель, що швидко зводяться (рис. 1.2).

Каркас виконано у вигляді плоских металевих колон із гарячекатаних балок і трикутних ферм із профільованої труби, з'єднаних між собою прогонами, розпірками, зв'язками. Всі з'єднання робляться болтовими. Спряження металевого каркасу з фундаментами – шарнірне, що зменшує об'єм і вартість робіт зі зведення фундаментів.

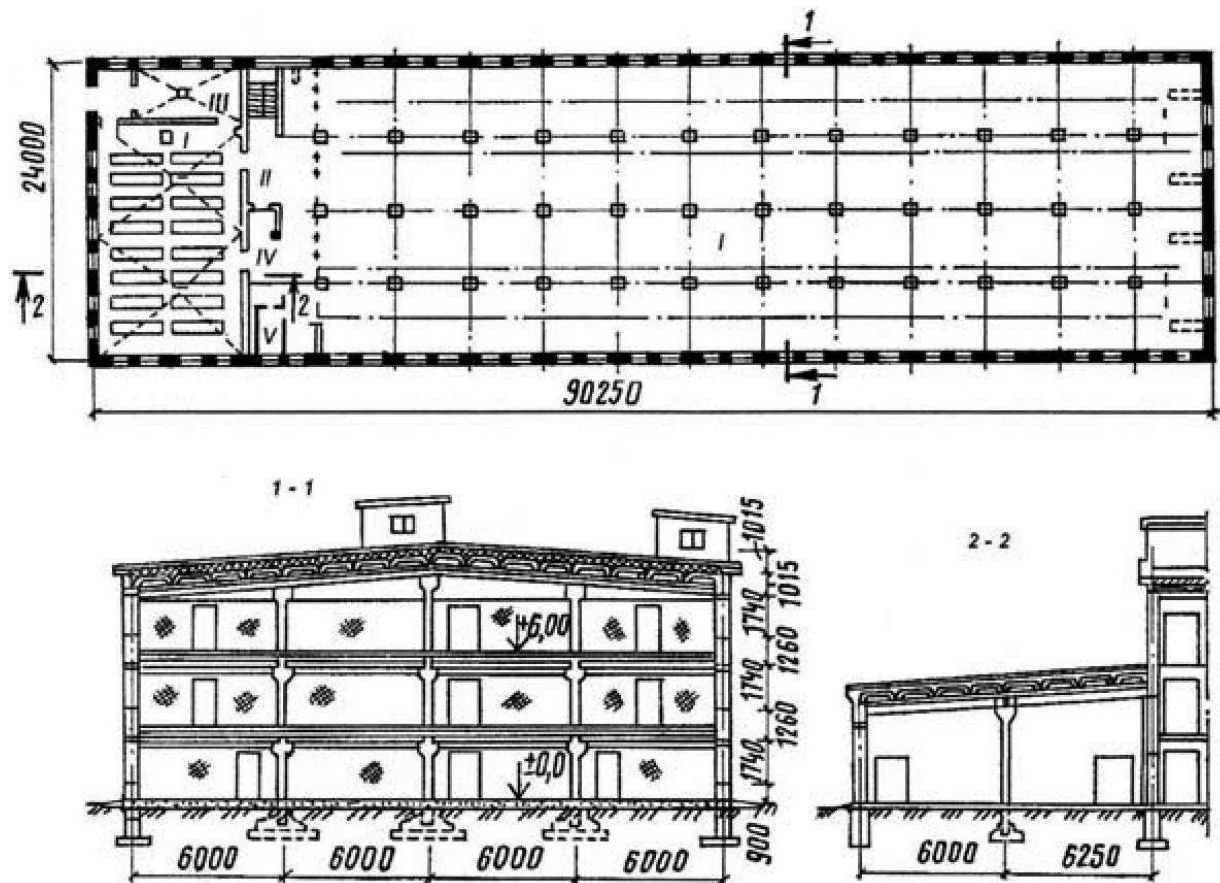


Рис. 1.3. Багатоповерховий пташник на 80 тис. курчат, що вирощуються на м'ясо (бройлерів) [2]: I – приміщення для птахів; II – службове приміщення; III – приміщення приготування кормів; IV – вантажопідйомник; V – побутові приміщення

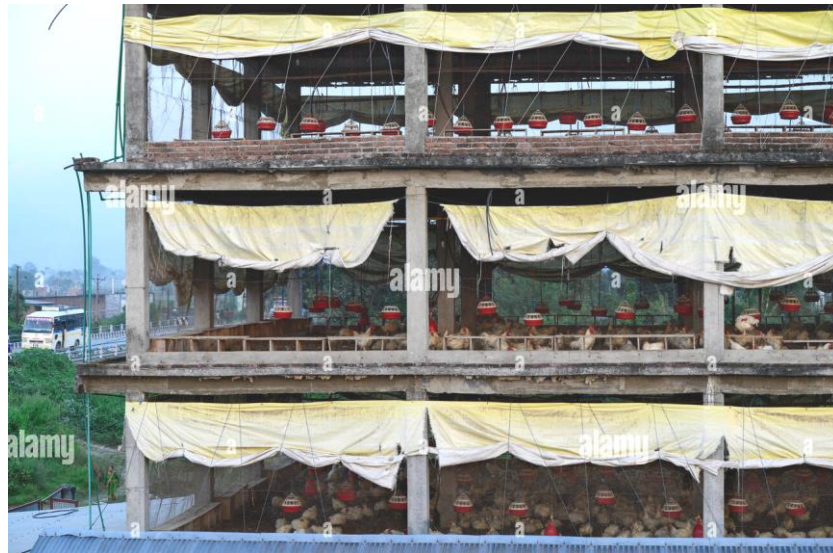


Рис. 1.4. Приклад птахоферми на 3000 курей у багатоповерховому будинку, була побудована як супермаркет, але з 2013 року використовується для розведення курей на яйця (Непал, м. Танді)

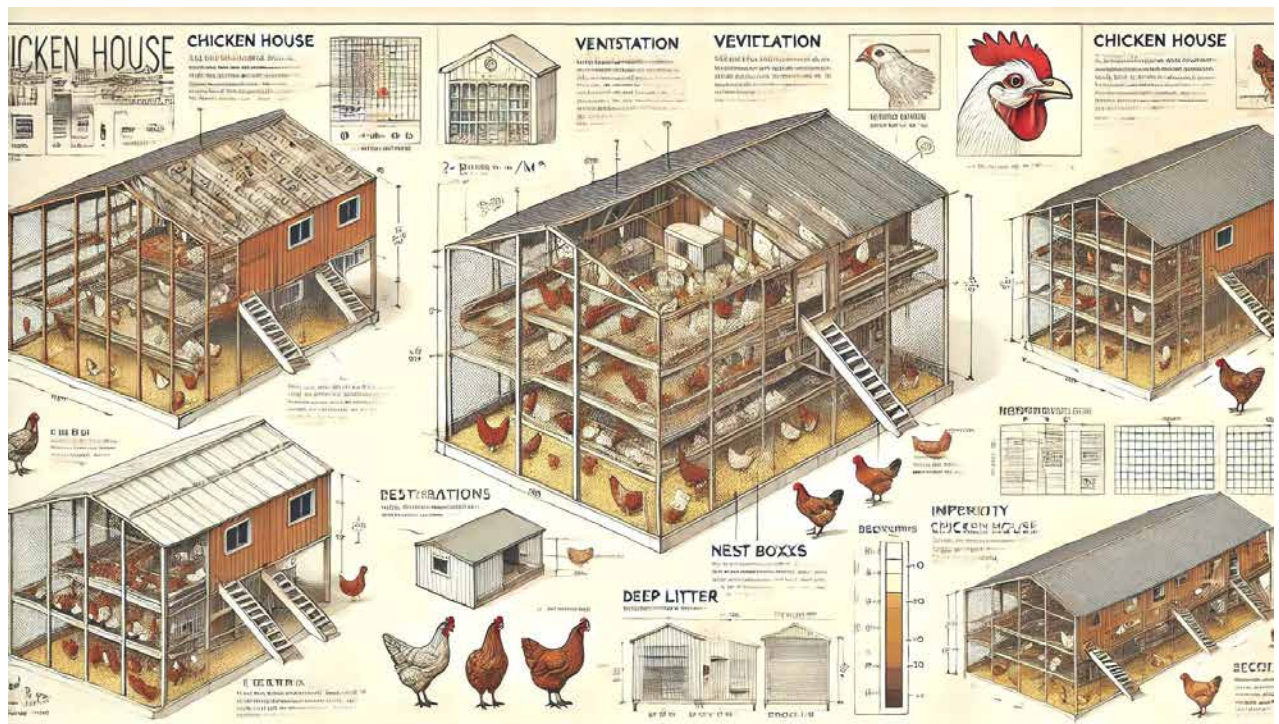


Рис. 1.5. Приклад проекту птахоферми на 500 птахів

Покрівлю роблять з оцинкованого профнастилу, що кріпиться до прогонів самонарізними гвинтами з пресшайбами. Кріплення внутрішніх сандвіч-панелей здійснюють з герметизацією швів і установкою фасонних елементів, створюючи таким чином герметичний внутрішній простір, що веде

до зниження витрат на дезінфекцію і фумігацію, дозволяє оптимізувати і знизити затрати на опалення.

Підлоги в будівлі – асфальтобетонні, стійкі до дії агресивного середовища.

Багатоповерхові будівлі пташників (рис. 1.3) використовують тільки для кліткового утримання промислового стада курей-несучок, ремонтного молодняку курей та вирощування бройлерів. У них весь технологічний процес механізований.

На кожний поверх проектують самостійний вхід зі сходової клітки або з майданчика ліфту. При вході на поверх передбачають прохідну кімнату з дезінфекційним кюветом розміром $1,5 \times 1,5 \times 10$ м, де персонал залишає особистий одяг, одягає робочий і проходить до зали.

Як правило, багатоповерхові пташники проектують без вікон, зі штучним освітленням, II і III ступеню вогнестійкості.

Багатоповерхові пташники мають висоту до 9-и поверхів, ширину 12–36 м, довжину 42–102 м. Прольоти – 6 і 12 м, висота поверху – 2,4–3,6 м. Конструктивна схема з повним та неповним каркасом, або безкаркасна.

1.2. Спеціальні вимоги до окремих частин будівлі для птиці: їх конструкції та обладнання

Стіни всередині приміщення та перегородки повинні бути гладкими; їх фарбують у світлі кольори фарбами, які не змиваються.

Стіни в мийних облицьовують або фарбують на висоту 1,8 м від рівня підлоги вологостійкими матеріалами, які дають можливість їх вологого прибирання, дезінфекції та легкого очищення.

Підлога в приміщеннях для птиці повинна бути з твердим покриттям, не слизька, малотеплопровідна, стійкою до дії стічної рідини та дезінфікувальних речовин, водонепроникного і допускати механізоване прибирання глибокої підстилки. Цим вимогам найбільше відповідають бетонні

та цементно-піщані підлоги. У мийних застосовують підлогу з керамічних плиток, у службових приміщеннях – підлога з дошок або лінолеуму.

Планчасті та ґратчасті підлоги влаштовують на висоті 0,6 м від нижньої підлоги пташника, але не вище рівня низу вікон. Збірники для посліду роблять висотою не більше 0,8 м у вигляді коробів на підлозі або заглиблених траншей.

Перегородки, які розділяють приміщення для птиці на секції, в пташниках для курей, індиків, курчат роблять на всю висоту приміщень комбіновані: в нижній частині на висоту до 0,6 м – суцільні дощаті, а вище – у вигляді рам, натягнутих металевою сіткою з вічками від 30×30 до 50×50 мм залежно від віку птиці.

У пташниках для каченят і гусенят перегородки між секціями роблять суцільними, дощатими висотою 0,6 м; у пташниках для гусей висотою 1,25 м – суцільними дощатими, а також ґратчастими.

Вікна в приміщеннях для утримання птиці усіх видів з розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря – 200С і нижче роблять з подвійним, а в інших районах – з одинарним заскленням. Вікна в пташниках за наземного утримання птиці розташовують на висоті від підлоги до підвіконня 0,6–1,2 м; у приміщеннях для кліткового утримання птиці – 0,9–1,2 м.

Норми природного освітлення – відношення площі віконних прорізів до площі підлоги – приймають: у приміщеннях для дорослої птиці 1/10–1/12; для молодняку 1/8–1/10; для бройлерів – 1/20, у приміщеннях обслуговуючого призначення – 1/12–1/20 [1, 3].

Ворота та двері повинні відкриватися в бік виходу з приміщення. Число та розміри експлуатаційних виходів визначається технологічними вимогами та габаритами машин і обладнання, будівельними параметрами. Двері в перегородках і огороженнях секцій сітчасті.

У районах з розрахунковою температурою – 300С і нижче, а також у районах з сильними зимовими вітрами, біля воріт влаштовують вітрозахисні пристрої (козирки, стінки і т.д.), біля зовнішніх воріт влаштовують тамбури, їх

ширина більше ширини воріт на 1 м, глибина – більше ширини полотнища не менше ніж на 0,5 м.

Солярії та вигули служать для регулярної природної інсоляції птиці. Їх влаштовують з зовнішнього боку біля поздовжніх стін пташників для наземного утримання птиці.

Площа соляріїв дорівнює 50–100%, для качок – до 150% площі підлоги пташника. У племінних господарствах влаштовують солярії та вигули площею для дорослих курей та качок до 2 м² на одну голову, для індиків та гусей до 3 м² на одну голову. Для ремонтного молодняку всіх видів птиці площа соляріїв або вигулів дорівнює 200–350% площі пташника.

З трьох боків солярії і вигули огорожують дерев'яними рамами, які обтягують металевою сіткою з розмірами вічок 30×30 і 50×50 м, залежно від виду і віку птиці. Висоту огороження соляріїв і вигулів для курей яєчного напрямлення, дорослих індиків і молодняку старше 60 днів приймають 2,2–2,5 м; для курей м'ясного напрямлення і молодняку старших 70 днів – 1,6–1,8 м; качок і молодняку старших 55 днів – 0,6 м; для гусей і молодняку старших 70 днів – 1 м; для курчат та індичат до 60–70 днів – 1,5–1,9 м; для каченят до 55 днів і гусят до 70 днів – 0,6 м.

Солярії та вигули розділяють поперечними сітчастими перегородками на частини відповідно до секцій пташника. Солярії для курей та індиків огорожують зверху ще й сіткою. Підлогу в соляріях роблять з твердим покриттям з нахилом 0,05, щоб був вільний стік води.

Для випуску птахів з приміщень в солярії або на вигули в зовнішніх поздовжніх стінах пташників на висоті 100–200 мм від рівня підлоги в кожній секції влаштовують лази з розрахунку: для дорослої птиці один лаз на 500 кур, 100 індиків, 25 гусей або качок; для молодняку – один лаз на 500 курчат, 125 індичат, 100 гусенят або 125 каченят [1].

З кожної секції передбачається не менше одного лаза в кожен секцію солярію або вигулу. Лази роблять розміром не менше 300×300 і не більше 400×800 мм. За утримання птиці на глибокій підстилці висоту низу лазу

від підлоги збільшують на 200–400 мм. При утриманні птиці на сітчастій або планчастій підлозі лази влаштовують на рівні цієї підлоги.

У пташниках для курей, індиків і їх молодняку влаштовують сідала, які бувають з'ємними, розбірними, підйомними або стаціонарними. Сідала складаються з дерев'яних, чисто обструганих брусків шириною 40 мм з округлими верхніми ребрами. Бруски розташовують на дерев'яних підставках або підвішують до балок перекриття в одній горизонталі паралельно одне одному. Для дорослої птиці сідала знаходяться на висоті 450–800 мм, а для молодняку – на висоті 460 мм від рівня підлоги. Пташники для наземного утримання дорослих птахів обладнують контрольними, простими або груповими гніздами, розміри і кількість яких визначають згідно з нормами технологічного проектування птахівницьких господарств [1].

Гнізда для курей та індиків розміщують на висоті 500–700 мм від поверхні підлоги або глибокої підстилки, гнізда для качок і гусей влаштовують на підлозі і роблять без днища.

Годують і напувають птицю з переносних і стаціонарних годівниць та поїлок (рис. 1.6). Вони повинні бути влаштовані так, щоб втрати кормів і витрати води були найменшими і птахи не могли б потрапити всередину годівниць і поїлок.

Кількість годівниць і поїлок визначають згідно з нормами проектування птахівницьких господарств. У пташниках для дорослої птиці, де є повздовжній робочий прохід, передбачають стрічкове стендове розташування гнізд, автокормушок для сухих та вологих кормів і жолобкових автопоїлок ярусами в два ряди вздовж проходу. Таке розміщення обладнання дає можливість обслуговувати птицю не заходячи в окремі секції.

Одночасно спрощує механізацію трудомістких процесів і складаються сприятливі умови для використання спеціальних механізмів для роздачі кормів та збирання яєць. Завдяки цьому скорочуються трудові витрати на годування, збирання яєць та інші процеси.

Технологічне обладнання пташників визначається системою утримання птиці та лініями комплексної механізації виробничих процесів [2].

Для обігріву курчат у перший місяць їх вирощування використовують електричний брудер (обігрівач). Він складається з пірамідального шестигранного кожуха-зонта, виготовленого із оцинкованого заліза. У середині кожуха закладені чотири електричні спіральні нагрівачі, які автоматично підтримують під зонтом брудера задану температуру в межах 20–33°C. Брудерні обігрівачі підвішують тросами до балок перекриття.

У перші дні вирощування курчат брудери влаштовують на стійки, навколо яких розташовують секційне огороження діаметром 3 м. Всередині огороження ставлять обладнання для годування та напування курчат у перші дні їх вирощування. Коли курчата досягають місячного віку, брудерні обігрівачі вимикають і підтягують до стелі пташника. Під кожним брудером розміщують до 500 курчат.

Зовнішній бункер для зберігання запасів кормів – вертикальний циліндричний, ємністю 6,2 м³, його виготовляють з оцинкованого гофрованого заліза і влаштовують на чотирьох стійках-опорах за межами пташника [2].

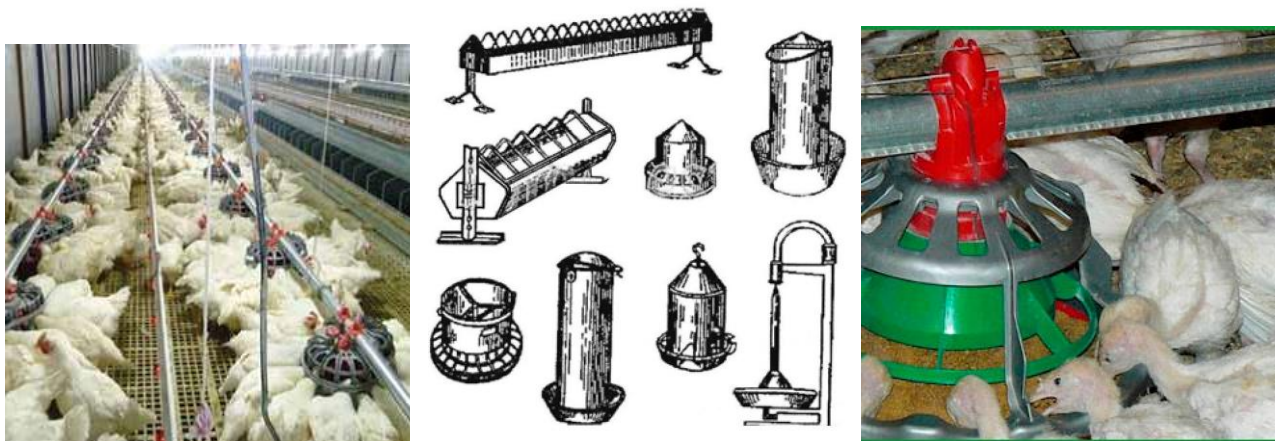


Рис. 1.6. Годівниці для птиці

Кліткові батареї – це самостійні агрегати, обладнані механізмами та устаткуваннями для роздавання кормів, збирання яєць, обігріву птиці, прибирання батареї від посліду і подачі води в поїлки [2].

Основою батареї є металевий каркас, який розділяється по висоті на чотири або п'ять ярусів. Для збирання посліду кожний ярус має знизу настил з армованого скла і прибирається скребками за допомогою ручного приводу.

Повздовж всієї батареї, з одного боку, на кронштейнах підвішують годівниці, а з іншого – проточні жолобкові поїлки. На кожні три сусідні клітки влаштовують один обігрівальний блок, який знімається. Разом з кормороздавачем переміщується і яйцезбірник.

Температура в приміщеннях для курей та індиків за наземного утримання повинна бути 12–16°C, в приміщеннях для гусей і качок від 7 до 15°C, за кліткового утримання в приміщеннях для всіх видів птиці 16°C.

Температура в приміщеннях за наземного утримання молодняку всіх видів птиці віком від одного до 30 днів 22°C, під брудерами – 35 – 22°C, за кліткового утримання – 24–20°C.

Температура в приміщенні для молодняку старшого віку за наземного утримання може бути поступово знижена до 12°C, а при клітковому утриманні до 16°C, в приміщеннях для молодняку качок і гусей до 7–15°C [1].

Оптимально-відносна вологість у приміщеннях для курей, індиків, курчат, індичат повинна бути 60–70%, а для гусей та качок – 70–80% та для молодняку гусей та качок – 65–75%.

Інкубаторами називають будівлі, в які ставлять спеціальні апарати – інкубатори для штучного виведення пташенят.

Основні приміщення інкубатора – інкубаційна і вивідна зали, в яких ставляться відповідні корпуси інкубаторів. Розміри цих зал залежать від типу і кількості інкубаторів, що в них розміщуються, від розмірів проходів між інкубаторами і стінами зал, ширину яких приймають біля одного метру, і від розмірів проходів з боку обслуговування інкубаторів, шириною не менше 2 м.

Крім інкубаційної і вивідної зали, в інкубаторії входять такі приміщення:

- для прийому і розпакування яєць, площею 10–20 м²;

- для зберігання несорттованих яєць, площа якого визначається з розрахунку $3,5\text{--}5\text{ м}^2$ на кожні 10 тис. куриних яєць, 7,5 тис. індичих або качиних і 4 тис. гусячих яєць. Такі приміщення передбачають у будівлях інкубаторів інкубаційно-птахівницьких станцій;
- для сортування яєць, розміри якого визначають із розрахунку 10 м^2 на кожні 10 тис. курячих, 7,5 тис. індичих або качиних і 4 тис. гусиних яєць;
- склад для короткочасного (до 4-х днів) зберігання інкубаційних яєць, площа приймається залежно від технології зберігання яєць;
- камера для дезінфекції яєць перед інкубацією (герметизації за газової дезінфекції) площею $8\text{--}15\text{ м}^2$;
- лабораторія (для аналізу яєць і ембріонів) площею $10\text{--}12\text{ м}^2$;
- мийна для миття і дезінфекції інвентарю інкубаторія;
- для сортування і обробки (кільцювання і припалювання клювів) молодняку, площа приймається за розрахунком;
- де зберігають тару для добового молодняку, площа приймається за розрахунком;
- для прийому і видачі добового молодняку;
- інвентарна, площею $10\text{--}20\text{ м}^2$;
- компресорна – за габаритами обладнання;
- кімната механіка – $10\text{--}15\text{ м}^2$;
- службові приміщення для обслуговуючого персоналу і завідуючого цехом, площею до 20 м^2 .

Крім того, в складі приміщень інкубаторія передбачають побутові приміщення, венткамери.

Внутрішню висоту інкубаційної і вивідної зали приймають залежно від розмірів інкубаторів. Зазвичай, вона складає $3,1\text{--}3,25\text{ м}$, а решта приміщень не менше $2,4\text{ м}$.

Конструктивна схема будівлі інкубаторія аналогічна конструктивним схемам інших виробничих будівель для утримання птиці (рис. 1.7) [2].

Стіни в інкубаційній і вивідній залах, в мийній камері для дезінфекції яєць облицховують або фарбують на висоту 1,8 м від рівня підлоги вологостійкими матеріалами, що дозволяють легке очищення, дезінфекцію і вологе прибирання.

Підлоги в цих приміщеннях краще робити бетонні, цементно-піщані або із керамічних плиток [2].

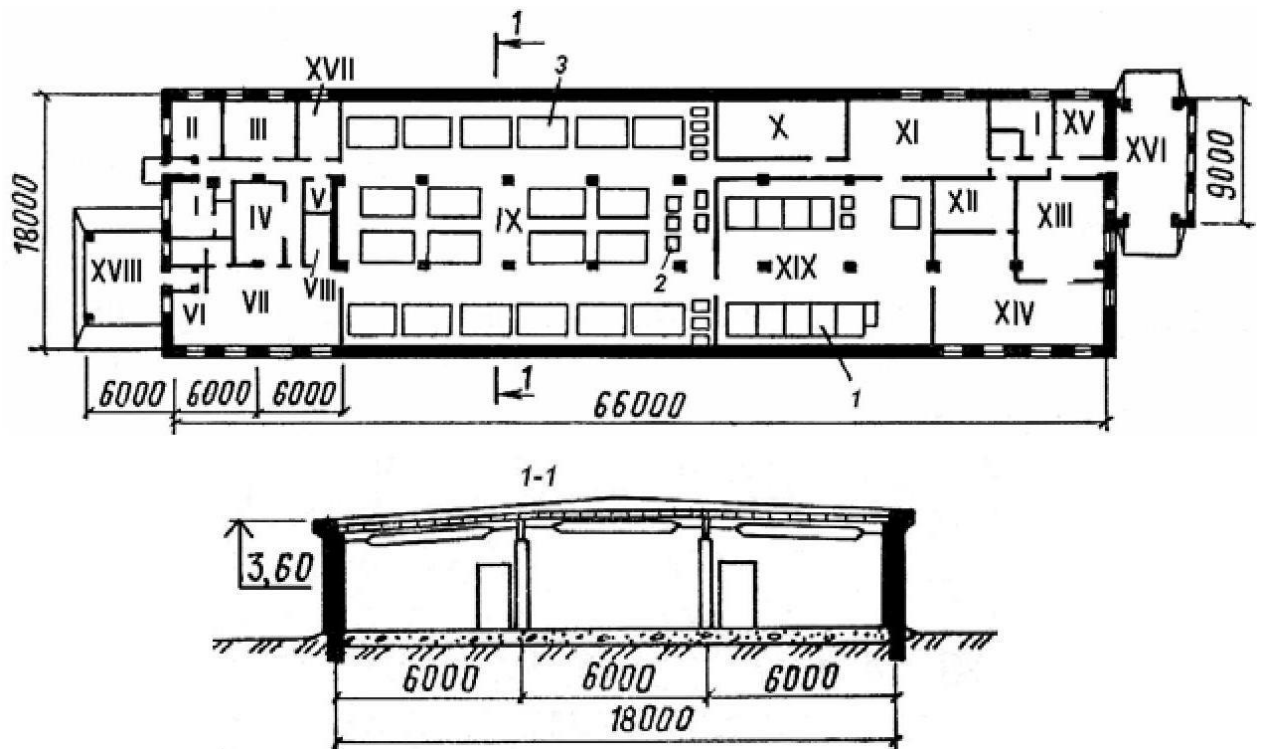


Рис. 1.7. Інкубатор [2]: I – побутове приміщення; II – кімната механіка; III – лабораторія; IV – склад яєць; V – витяжна вентиляційна камера; VI – компресорна; VII – приміщення сортування яєць; VIII – камера газациї яєць; IX – інкубаційна зала; X – припливна вентиляційна камера; XI – мийна; XII – склад тари; XIII – приміщення видачі пташенят; XIV – приміщення сортування пташенят; XV – кімната завідуючого; XVI – приміщення для прийому пташенят; XVII – кімната персоналу; XVIII – навіс; XIX – вивідний зал;
1 – вивідні камери; 2 – візок етажерка; 3 – інкубаційні камери

Щоб забезпечити оптимальні умови інкубації, в інкубаційній і вивідній залах підтримують вологість приміщення в межах 60–70%, дво-, чотирикратний обмін повітря, рівну температуру 20–22°C, бо при різких

коливаннях температури в цих залах важко підтримувати необхідну температуру в самому інкубаторі. У приміщеннях для зберігання яєць необхідно підтримувати температуру 8–12°C. Часто інкубаторії обладнують кондиціонерами.

Природне освітлення в інкубаційній і вивідній залах не нормуються, і вікна в цих приміщеннях можна не робити.

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок та конструювання центрально стиснутих колон

Центрально стиснуті колони застосовують для підтримки міжповерхових перекриттів, площадок, шляхопроводів, естакад і т. д. [21, 27] Складається колона із трьох основних елементів: оголовка, який сприймає навантаження і передає його на стержень, стержня, який несе навантаження і бази колони, яка передає стиснення колони на фундамент. За конструктивним рішенням стержня колони поділяються на суцільні і наскрізні (рис. 2.1).

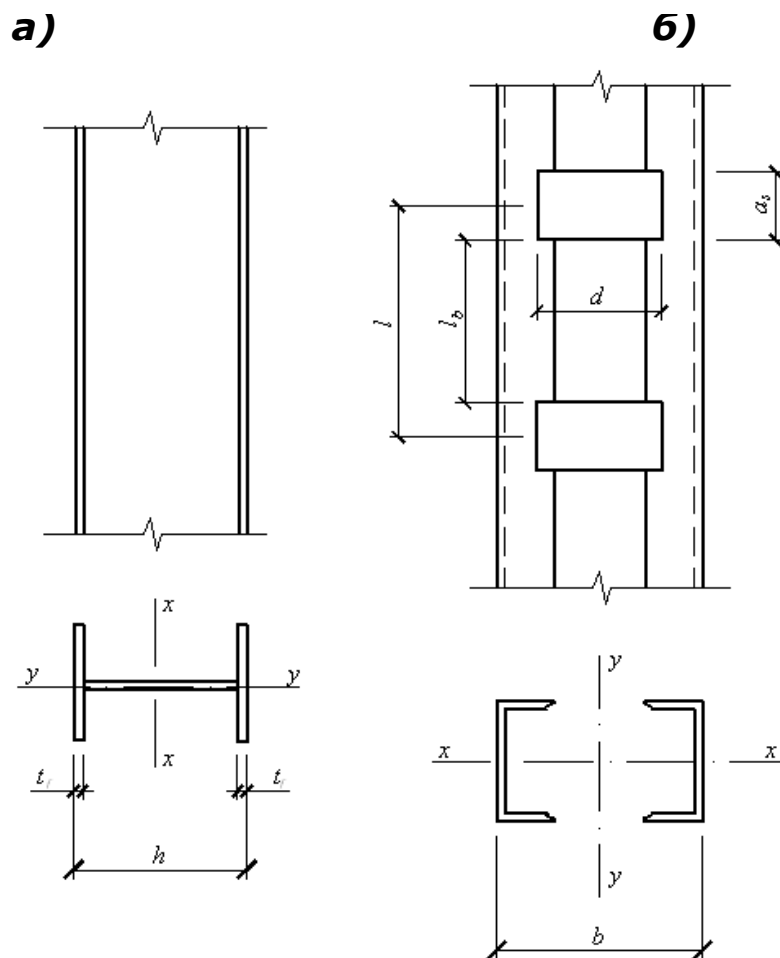


Рис. 2.1. Стержні колон: а) суцільної; б) наскрізної

Як правило у практиці проєктування приймають шарнірне кріплення кінців колони. При великій довжині і малих навантаженнях можливе жорстке кріплення нижнього кінця колони. Нерухомість верхніх кінців колон слід забезпечувати системою вертикальних в'язей між колонами (3). Розрахункову

довжину колони визначають з урахуванням заглиблення нижче нульової відмітки на 0,6...1 м.

2.2. Стержень суцільної сталеві колони

Переріз суцільної колони виконують в вигляді зварного двотавра з урахуванням можливостей використання автоматичного зварювання.

Послідовність виконання розрахунку

1. Визначають навантаження, яке діє на колону (за таке навантаження можна прийняти подвійну реакцію головних балок з коефіцієнтом 1,01 який враховує власну вагу колони).

2. Визначають умови кріплення верхнього та нижнього кінців колони (шарнірне або жорстке), відповідно прийнятому раніше конструктивному рішенню балочної клітки.

3. Знаходять необхідну площу перерізу:

$$A_{cal} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} \quad (2.1)$$

де N – навантаження на колону;

ϕ – коефіцієнт повздовжнього згину, який приймається по табл. 11 [42] в залежності від λ і розрахункового опору сталі. Попереднє значення ϕ приймають в межах 0,7...0,9.

4. Обчислюють розрахункові довжини в двох площинах, з урахуванням прийнятих умов кріплення [27, 42]:

$$l_{ef,x} = \mu_x l; \quad l_{ef,y} = \mu_y l \quad (2.2)$$

де μ – коефіцієнт розрахункової довжини, який приймається по табл. 12 [42],

l – геометрична довжина колони від низу опорної плити бази до низу балок.

5. Знаходять необхідні радіуси інерції перерізу:

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{\lambda_o}; \quad i_y = \frac{l_{ef,y}}{\lambda_o} \quad (2.3)$$

де λ_o – гнучкість, яка відповідає прийнятому значенню φ .

6. Використовуючи приблизну залежність радіусу інерції від конфігурації перерізу, визначають необхідні висоту і ширину перерізу:

$$h = \frac{i_x}{\alpha_x} ; \quad b = \frac{i_y}{\alpha_{yx}} \quad (2.4)$$

де α_x, α_y - коефіцієнти, які приймаються по табл. 13 [42].

При визначенні розмірів h і b слід враховувати, що коефіцієнт α_x вдвоє більший за α_y , а тому слід спочатку визначити розмір b а розмір h прийняти виходячи з конструктивних або виробничих міркувань.

7. Призначають розміри перерізу з урахуванням наступних вимог по забезпеченню місцевої стійкості:

$$\rightarrow \text{для стінки } \lambda \leq 2 \quad \frac{h_{ef}}{t_w} \leq (1,3 + 0,15\lambda) \sqrt{\frac{E}{R_y}} ;$$

$$\lambda > 2 \quad \frac{h_{ef}}{t_w} \leq (1,20 + 0,36\lambda) \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \text{ але не більше ніж } 2,3 \sqrt{\frac{E}{R_y}} ;$$

$$\text{для поясу } \frac{b_{ef}}{t_f} \leq (0,36 + 0,1\lambda) \sqrt{\frac{E}{R_y}} .$$

При $\frac{h_{ef}}{t_w} \geq 2,3 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ стінку слід укріплювати поперечними ребрами жорсткості

з кроком не більш ніж $(2,5 \dots 3)h_{ef}$ і не менш ніж по два ребра на один відправний елемент. Розміри ребер жорсткості приймають такими як і для балок.

Якщо необхідно прийняти товщину стінки меншою від її мінімального значення слід користуватися вказівками [42].

8. Для закомпанованого перерізу обчислюють необхідні геометричні характеристики:

$$I_1 = \frac{t_u h_u^3}{12} + 2b_{f1}t_f \left[\frac{h - t_f}{2} \right]^2 ; \quad I_y = 2 \frac{t_f b_f^3}{12} ; \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} ; \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} ;$$

$$A = 2b_f t_f + h_w t_w; \quad \lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x}; \quad \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y}.$$

9. Перевіряють закомпанований переріз на стійкість по більшому значенню гнучкості

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c \quad (2.5)$$

Якщо фактичне значення φ істотно відрізняється від попереднього в (2.1), то виконують перерахунок і корегують переріз по коефіцієнту, який дорівнює половині суми їх значень. Таким чином здійснюється друге наближення і так до тих пір, поки не буде задоволена умова (2.1) з урахуванням вимог [21] по недонапрузі для складених елементів.

Приклад 2.1.

Необхідно підібрати переріз центрально стиснутої колони з шарнірним кріпленням обох кінців. Розрахункове зусилля на стержень прийняте рівним сумі двох реакцій головних балок, які на неї спираються:
 $N = 1,01 \cdot 2 \cdot Q_{cal} = 1,01 \cdot 2 \cdot 1013,8 = 2046 \text{ кН}$

Геометрична довжина колони $l = 8,5 \text{ м}$.

Розв'язок:

Приймаємо для колони сталь С245 (група конструкцій – 3), для якої $R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$ при товщині листів від 2 до 20 мм. Проектуємо колону у вигляді зварного двотавра (рис. 2.1). Розрахункова довжина стержня:
 $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 1 \cdot 850 = 850 \text{ см}$.

Необхідна площа перерізу при попередньому значенні $\varphi = 0,686$ ($\lambda = 80$):

$$A_{cal} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{2048}{0,686 \cdot 24 \cdot 1,0} = 124,4 \text{ см}^2.$$

Необхідні радіуси інерції перерізу:

$$i_x = \frac{l_{ef,x}}{\lambda_o} = \frac{850}{80} = 10,63 \text{ см}; \quad i_x = i_y = 10,63 \text{ см}.$$

Ширина перерізу $b = \frac{i_y}{\alpha_{yx}} = \frac{10,63}{0,24} = 44,3 \text{ см}.$

Висоту перерізу призначаємо виходячи з можливості використання автоматичного зварювання трактором ТС-17 (мінімально можливий розмір $h_{w,\min} = 380 \text{ мм}$).

Виходячи з орієнтованих габаритів перерізу призначаємо його розміри: стінка $380 \times 8 \text{ мм}$, пояс $380 \times 14 \text{ мм}$.

Перевіряємо місцеву стійкість стінки:

→ фактична площа перерізу $A = 38 \cdot 0,8 + 2 \cdot 38 \cdot 1,4 = 136,8 \text{ см}^2.$

$$\lambda_w = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,73 > 2;$$

$$\frac{h_{ef}}{t_w} = \frac{38}{0,8} = 47,5 \leq (1,20 + 0,36\lambda) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = (1,2 + 0,36 \cdot 2,73) \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{24}} = 64,$$

і не більше $2,3 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 2,3 \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{24}} = 67.$

Стійкість стінки забезпечена. Місцева стійкість поясу:

$$\frac{b_f}{t_f} = \frac{38 - 0,8}{2 \cdot 1,4} = 13,3 \leq (0,36 + 0,1\lambda) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = (0,36 + 0,1 \cdot 2,73) \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{24}} = 18,6$$

Місцева стійкість поясу забезпечена. Геометричні характеристики прийнятого перерізу:

$$I_x = \frac{t_u h_u^3}{12} + 2b_f t_f \left[\frac{h - t_f}{2} \right]^2 = \frac{0,8 \cdot 38^3}{12} + 2 \cdot 38 \cdot 1,4 \left[\frac{40,8 - 1,4}{2} \right]^2 = 44951 \text{ см}^4;$$

$$I_y = 2 \frac{t_f b_f^3}{12} = 2 \frac{1,4 \cdot 38^3}{12} = 12803 \text{ см}^4; i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{44951}{136,8}} = 18,1 \text{ см};$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{12803}{136,8}} = 9,7 \text{ см};$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{850}{18,1} = 47; \quad \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{850}{9,7} = 88.$$

Стійкість колони перевіряємо по більшій величині гнучкості:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{2048}{0,626 \cdot 136,8} = 23,9 \text{ кН/см}^2 \leq R_y \gamma_c = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Загальна стійкість колони забезпечена. В уточненні співвідношень по місцевій стійкості стінки та поясу немає потреби, так як фактична гнучкість більша за попередньо прийняту ($88 > 80$).

2.3. Особливості конструювання стержня наскрізної колони

У відповідності до [21] рекомендується виконувати з двох двотаврів або швелерів, з'єднаних планками.

Розрахунок стержня наскрізної колони відносно матеріальної осі $x-x$ виконують по аналогії з стержнем суцільної колони. При розрахунку відносно вільної осі $y-y$ коефіцієнт поздовжнього згину φ знаходять не як функцію гнучкості $\lambda_y = \frac{\ell_{ef,y}}{i_y}$, а в залежності від приведеної гнучкості, величину якої

визначають наступним чином:

$$\text{при } \frac{I_s l}{I_1 b_0} < 5, \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82 \cdot \lambda_1 \cdot (1 + n)} \quad (2.6)$$

$$\text{при } \frac{I_s l}{I_1 b_0} \geq 5, \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_i^2} \quad (2.7)$$

де $I_s = \frac{t_s \cdot a^3}{12}$ - момент інерції планки відносно власної осі,

I - момент інерції гілки відносно осі 1-1,

$\lambda_1 = \frac{\ell_g}{i_1}$ - гнучкість окремої гілки при згині її в площині, перпендикулярній до осі

1-1, приймається ≤ 40 ;

$n = \frac{I_1 \cdot b_0}{I_s \cdot \ell}$ - відношення погонних жорсткостей гілки і планки.

Розрахунок планок наскрізної колони виконують на умовну поперечну силу Q_{fic} , яка приймається постійною по всій довжині стержня

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \cdot \frac{N}{\varphi} \quad (2.8)$$

де N - поздовжнє навантаження на складений стержень;

φ - коефіцієнт поздовжнього згину, який приймається для складного стержня в площині з'єднувальних елементів.

Умовну поперечну силу можна прийняти і на підставі наступних співвідношень:

$$Q_{fic} = 0,20A \text{ при } R_y = 21 \text{ кН/см}^2;$$

$$Q_{fic} = 0,30A \text{ при } R_y = 26 \text{ кН/см}^2;$$

$$Q_{fic} = 0,40A \text{ при } R_y = 29 \text{ кН/см}^2;$$

$$Q_{fic} = 0,50A \text{ при } R_y = 38 \text{ кН/см}^2.$$

де A – площа перерізу стержня. Для проміжних значень R_y значення Q_{fic} слід інтерполювати.

При наявності декількох площин планок поперечна сила розподіляється між ними порівну, при цьому планки працюють як елементи безрозкісних ферм.

Порядок виконання розрахунку.

1. Виконують пункти 1..А так як і для суцільної колони.
2. По сортаменту підбирають два швелери або два двотавра так, щоб $A \geq A_{cal}$ і виписують необхідні геометричні характеристики A, i_x, i_1, z_0, I_y .
3. Перевіряють стійкість стержня відносно матеріальної осі при $\lambda_x = \frac{\ell_{ef,x}}{i_x}$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c$$

4. Із умови рівності стійкості визначають необхідну гнучкість і радіус інерції перерізу відносно осі, при цьому прийнявши гнучкість гілки $\lambda_1 \leq 40$, а приведену гнучкість приймають $\lambda_{ef} = \lambda_x$

$$\lambda_{y,cal} = \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_1^2}, \quad i_{y,cal} = \frac{l_{ef,y}}{\lambda_{y,cal}}$$

5. Визначають ширину перерізу використовуючи табл. 13 [42], а також конструктивні обмеження при яких проміжок між полицями не повинен бути меншим за 100...150 мм.

6. Визначають переріз планки і необхідні параметри для перевірки перерізу на стійкість відносно вільної осі:

$$a = (0,5...0,75)b; \quad t_s = 6...12; \quad I_s = \frac{t_s \cdot a^3}{12};$$

$$b_0; \quad I_y = 2 \cdot [I_y^{[1]} + A^{[1]} \cdot \left(\frac{b_0}{2}\right)^2]; \quad i_y = \frac{I_s l}{I_1 b_0}; \quad \lambda_{ef};$$

7. Перевіряють стійкість стержня відносно вільної осі при $\lambda = \lambda_{ef}$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c$$

8. Обчислюють умовну поперечну силу за формулою (2.8). Розраховують поперечну силу на одну планку і розрахункові зусилля в місці кріплення планки до голівок колони:

$$Q_s = \frac{Q_{fic}}{2}; \quad M_s = \frac{Q_s l}{2}; \quad F_s = \frac{Q_s l}{b_0}$$

7. Призначивши величину катету шва кріплення планки до гілки колони, перевіряють його міцність на спільну дію сили зсуву і згину

$$\sqrt{\left(\frac{M_s}{M_{f(z)}}\right)^2 + \left(\frac{F_s}{A_{f(z)}}\right)^2} \leq R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c \quad (2.9)$$

де $W_{f(z)} = \frac{\beta_{f(z)} k_f l_w^2}{6}$ - момент опору перерізу шва (по металу шва або по металу межі сплавлення)

$A_{f(z)} = \beta_{f(z)} k_f l_w$ - розрахункова площа шва.

Приклад 2.2

Умова: за даними прикладу 2.1 підібрати переріз наскрізної колони, гілки якої з'єднані планками.

Розв'язок:

Визначаємо необхідно площу перерізу при попередньому значенні $\varphi = 0,805 (\lambda = 60)$.

$$A = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{2048}{0,805 \cdot 24 \cdot 1,0} = 106 \text{ см}^2$$

Приймаємо по сортаменту два швелери №36 з геометричними характеристиками:

$$A = 2 \cdot 53,4 = 106,8 \text{ см}^2, \quad i_y = i_1 = 3,1 \text{ см}, \quad z_0 = 2,66 \text{ см} \quad I_1 = I_y = 513 \text{ см}^4, \quad i_x = 14,2 \text{ см}$$

Гнучкість стержня колони відносно матеріальної осі:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{2048}{0,805 \cdot 106,8} = 23,8 \text{ кН / см}^2 < 24 \text{ кН / см}^2$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{860}{14,2} = 59,8 \approx 60$$

Приймаємо гнучкість гілки колони $\lambda_1 = 40, \lambda_{ef} = \lambda_x$ визначимо необхідну

гнучкість відносно вільної осі: $\lambda_{y,cal} = \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_1^2} = \sqrt{60^2 - 40^2} = 45$

Необхідний радіус інерції перерізу:

$$i_{y,cal} = \frac{l_{ef,y}}{\lambda_{y,cal}} = \frac{850}{45} = 18,9 \text{ см}$$

$$\text{Ширина перерізу } b = \frac{i_{y,cal}}{\alpha_y} = \frac{18,9}{0,44} = 43 \text{ см}$$

Одержаний розмір повинен бути не меншим ніж подвійна ширина полиць швелерів плюс проміжок, необхідний для фарбування внутрішньої поверхні стержня колони. В даному випадку $b_{cal} = 2 \cdot 11 + 10 = 32 < 43 \text{ см}$

Приймаємо переріз планки $a_s = 0,6 \cdot b = 0,6 \cdot 43 = 25,8 \approx 26 \quad t_s = 8 \text{ мм}$

$$\text{Момент інерції перерізу планки } I_s = \frac{t_s a_s^3}{12} = \frac{0,8 \cdot 26^3}{12} = 1172 \text{ см}^4$$

Відстань між осями гілок колони:

$$b_0 = b - 2 \cdot z_0 = 43 - 2 \cdot 2,68 = 37,7 \text{ см}$$

Момент інерції перерізу відносно вільної осі:

$$I_y = 2 \cdot [I_y^c + A^c \cdot \left(\frac{b_0}{2}\right)^2] = 2 \cdot [513 + 53,4 \cdot \left(\frac{37,7}{2}\right)^2] = 38,97 \text{ см}^4$$

$$\text{Радіус інерції } i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{38974}{106,8}} = 19,1 \text{ см}$$

$$\text{Гнучкість } l_b = \lambda_{ef,y} \cdot i_y = 850/19,1 = 44,5$$

$$\text{Максимальне значення просвіту між пластинами: } l_b = \lambda_1 \cdot i_1 = 40 \cdot 3,1 = 124 \text{ см}$$

$$\text{Відстань між осями планок } l = 124 + 26 = 150 \text{ см}$$

Співвідношення погонних жорсткостей планки і гілки колони:

$$\frac{I_{sl}}{I_1 b_o} = \frac{1172 \cdot 150}{513 \cdot 37,7} = 9,1 > 5$$

таким чином приведену гнучкість визначаємо за формулою:

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 - \lambda_1^2} = \sqrt{44,5^2 - 40^2} = 60$$

Так як $\lambda_{ef} = \lambda_x$, то напруги можна не перевіряти, стійкість колони забезпечена в обох площинах. Умовна поперечна сила, яка припадає на систему планок

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y}\right) \cdot \frac{N}{\varphi} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{2,06 \cdot 10^4}{24}\right) \cdot \frac{2048}{0,805} = 26,8 \text{ кН}$$

Поперечна сила, яка припадає на одну планку і згинаючий момент в місці кріплення планки:

$$Q_s = \frac{Q_{fic}}{2} = \frac{26,7}{2} = 13,4 \text{ кН};$$

$$M_s = \frac{Q_s l}{2} = \frac{13,4 \cdot 150}{2} = 1005 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

$$F_s = \frac{Q_s l}{b_o} = \frac{13,4 \cdot 150}{37,7} = 54,5 \text{ кН} - \text{поперечна сила.}$$

Кріплення планок до гілок колони здійснюємо зварюванням напівавтоматом. Приймаємо зварочний дріт СВ-0,8А і визначаємо випадок розрахунку:

$$\beta_f R_{wf} = 0,9 \cdot 19 = 16,2 \text{ кН} / \text{см}^2 < \beta_z R_{wz} = 1,05 \cdot 0,45 \cdot 37 = 17,48 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Таким чином розрахунок ведемо по металу шва. Момент опору шва при прийнятому катету: $k_f = 7 \text{ мм}$, $W_{f(z)} = \frac{\beta_{f(z)} k_f l_w^2}{6} = \frac{0,9 \cdot 0,7 (26-1)^2}{6} = 62,6 \text{ см}^3$

Перевіримо міцність шва на спільну дію і зрізу і згину

$$\sqrt{\left(\frac{M_s}{M_{f(z)}}\right)^2 + \left(\frac{F_s}{A_{f(z)}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1005}{65,6}\right)^2 + \left(\frac{54,5}{15,75}\right)^2} = 15,7 \text{ кН} / \text{см}^2 < 18 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Міцність шва забезпечена.

2.4. Алгоритм розрахунку і конструювання оголовку сталевій колоні

З огляду на те, що існує багато варіантів спирання головних балок на колони, нижче розглянуто два конструктивних рішення, які рекомендуються для використання в курсовій роботі (рис. 2.2).

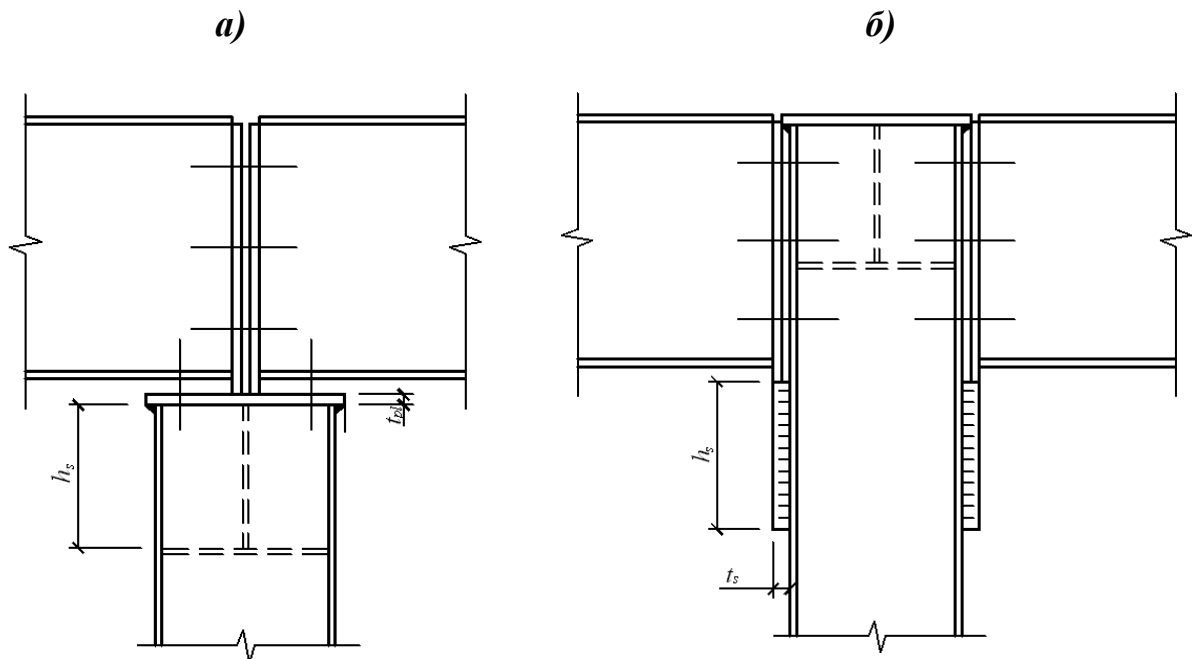


Рис. 2.2. Оголовки колон: а) при спиранні зверху; б) при спиранні збоку

Порядок розрахунку (спирання балок зверху)

1. Призначають товщину опорної плити в межах $t_{pl} = 20...25\text{мм}$ і визначають конструктивні розміри плити в плані.

2. Приймають сумарну ширину опорних ребер за умови забезпечення необхідної довжини зім'яття $B_s = B_{rs} + 2t_{pl}$ і визначають товщину ребер:

$$t_s \geq \frac{N}{b_s R_p} \quad (2.10)$$

де b_{rs} - ширина опорного ребра головної балки;

R_p - розрахунковий опір зім'яттю торцевої поверхні [21].

3. Розраховують шви, якими ребра оголовка прикріплюють до плити.

$$k_f \geq \frac{N}{\beta_{f(z)} \sum l_w R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c} \quad (2.11)$$

Якщо торець колони приструганий до плити, то шви приймаються з конструктивних міркувань.

4. Обчислюють довжину ребра за умови передачі навантаження з оголовку на стержень через зварні шви кріплення ребра до стінки (довжина швів не повинна перевищувати $85\beta_f k_j$) і перевіряють стінку на зріз в місці кріплення до неї ребер

$$h_s = \frac{N}{4\beta_{f(z)} k_f R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c} + 1\text{см} \leq 85\beta_f k_j \quad (2.12)$$

$$\tau = \frac{N}{2h_s t_w} \leq R_s \gamma_c \quad (2.13)$$

При необхідності в верхній частині стінки влаштовують потовщену вставку для забезпечення вимоги (2.13).

5. Для додання опорним ребрам жорсткості і для зміцнення стінки від втрати стійкості нижній торець ребра облямовують горизонтальним ребром.

Приклад 2.3

Запроектувати оголовок колони, розрахованої в прикладі 2.1 рис. 2.2, а)

Розв'язок:

Призначаємо товщину опорної плити $t_{pl} = 20\text{мм}$. По габариту стержня, з деяким запасом для накладання зварних швів і забезпечення умов спирання головних балок, визначаємо розміри опорної плити (для даного прикладу $450 \times 400\text{мм}$). Необхідна товщина ребер оголовка за умови зім'яття при ширині опорного ребра головної балки

$$b_{rs} = 20\text{см}, \quad t_s = \frac{N}{b_s R_p} = \frac{2 \cdot 1013,8}{(20 + 2 \cdot 2) \cdot 33,6} = 2,5\text{см}$$

Прийнято ребра товщиною $t_s = 25\text{мм}$. Торець ребра пристругаємо до опорної плити, а тому зварні шви, якими плита прикріплюється до стержня приймаємо конструктивно з катетом $k_f = 7\text{мм}$.

Розрахунок ведемо по металу шва (приклад 2.2), зварювання напівавтоматичне, $\beta_f = 0,9$, $R_{wf} = 18\text{кН/см}^2$.

Визначаємо довжину ребра при $k_f = 9\text{мм}$:

$$h_s = \frac{N}{4\beta_{f(z)}k_f R_{wf(z)}\gamma_{wf(z)}\gamma_c} + 1\text{см} =$$

$$\frac{2 \cdot 1013,8}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 35,8\text{см} \leq 85\beta_f k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 1 = 76,5\text{см}.$$

Прийнята довжина ребер з урахуванням сортаменту $h_s = 36\text{см}$

Перевіримо стінку на зріз в місцях кріплення до неї ребер:

$$\tau = \frac{N}{2h_s t_w} = \frac{2 \cdot 1013,8}{2 \cdot 35 \cdot 1} = 29\text{кН/см}^2 > R_s \gamma_c = 0,58 \cdot 24 = 13,92\text{кН/см}^2$$

Міцність стінки на зріз не забезпечена. Замінюємо стінку на ділянці

$$h_s + 5 \dots 10\text{см} \text{ потовщеною вставкою за умови } \tau = R_s, \quad t = \frac{2 \cdot 1013,8}{2 \cdot 40 \cdot 13,92} = 1,82\text{см}.$$

Прийнята товщина вставки $t = 20\text{мм}$. Торці ребер для надання жорсткості облямовуємо горизонтальним ребром.

Спирання балок збоку.

1. Приймають товщину опорного стільчика на 20...40 мм більшим за товщину опорного ребра головної балки. Торець опорного ребра балки і верхня окрайка стільчика стругають.

2. Визначають необхідну довжину зварних швів, якими стільчик прикріплюють до колони (зварювання доцільно виконувати з трьох сторін).

$$\sum l_u = \frac{1,3N}{\beta_{f(z)} k_f R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c} \quad (2.14)$$

де N - реакція головної балки.

3. Призначають розміри опорного стільчика виходячи із таких міркувань: ширина опорного стільчика повинна бути більшою за ширину опорного ребра головної балки на 20...30 мм, висота стільчика визначається за умови можливості розміщення зварних швів.

$$h_s = \frac{\sum l_u - b_s}{2} + 1 \text{ см} \quad (2.15)$$

Приклад 2.4

Запроектувати оголовок колони, розрахованої в прикладі 2.2. (рис. 2.2, б).

Розв'язок:

Приймаємо товщину опорного стільчика 40 мм. Сумарна довжина зварних швів, якими прикріплюють стільчик до стінки швелера №36 при

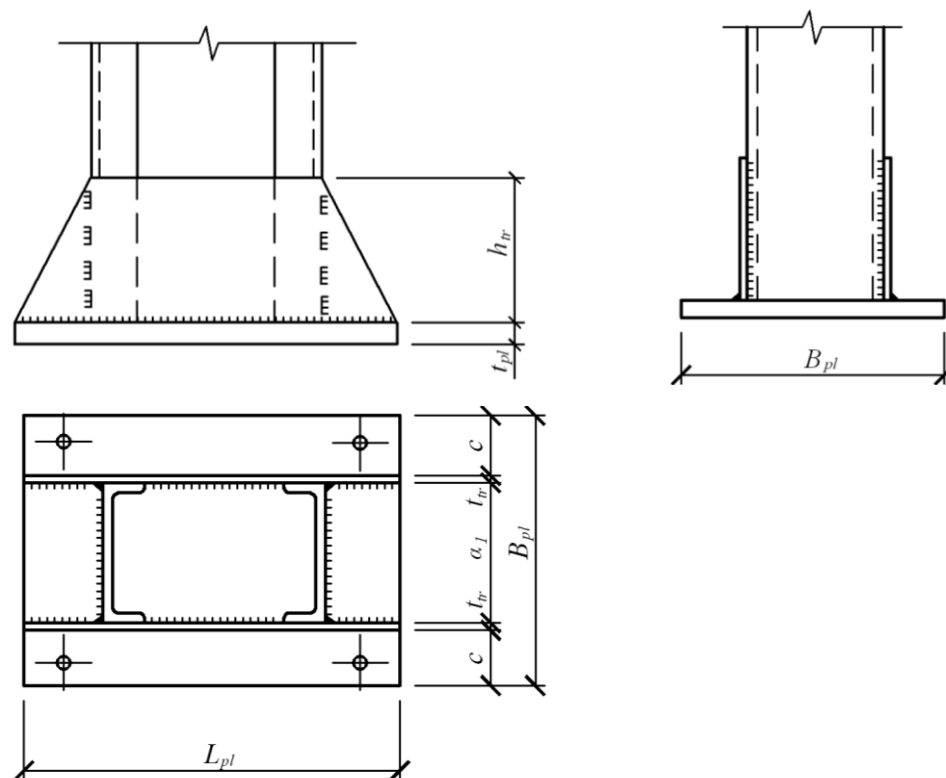
$$k_f = 7 \text{ мм}, \quad \sum l_w = \frac{1,3N}{\beta_{f(z)} k_f R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c} = \frac{1,3 \cdot 1013,8}{0,9 \cdot 0,7 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 1} = 116,2 \text{ см}.$$

Прийнявши товщину опорного стільчика $b_s = 20 + 4 = 24 \text{ см}$, визначимо його висоту $h_s = \frac{\sum l_u - b_s}{2} + 1 \text{ см} = \frac{116,2 - 24}{2} + 1 = 46,1 \text{ см}$. Прийнято висоту стільчика з урахуванням сортаменту $h_s = 480 \text{ мм}$.

2.5. Алгоритм розрахунку і конструювання баз сталевих колон

Враховуючи [21] та джерела [27, 39, 40, 42] рекомендується проектувати шарнірні бази з траверсами (рис. 2.3), особливістю яких є кріплення до фундаменту двома (інколи 4) анкерними болтами безпосередньо за плиту.

а)



б)

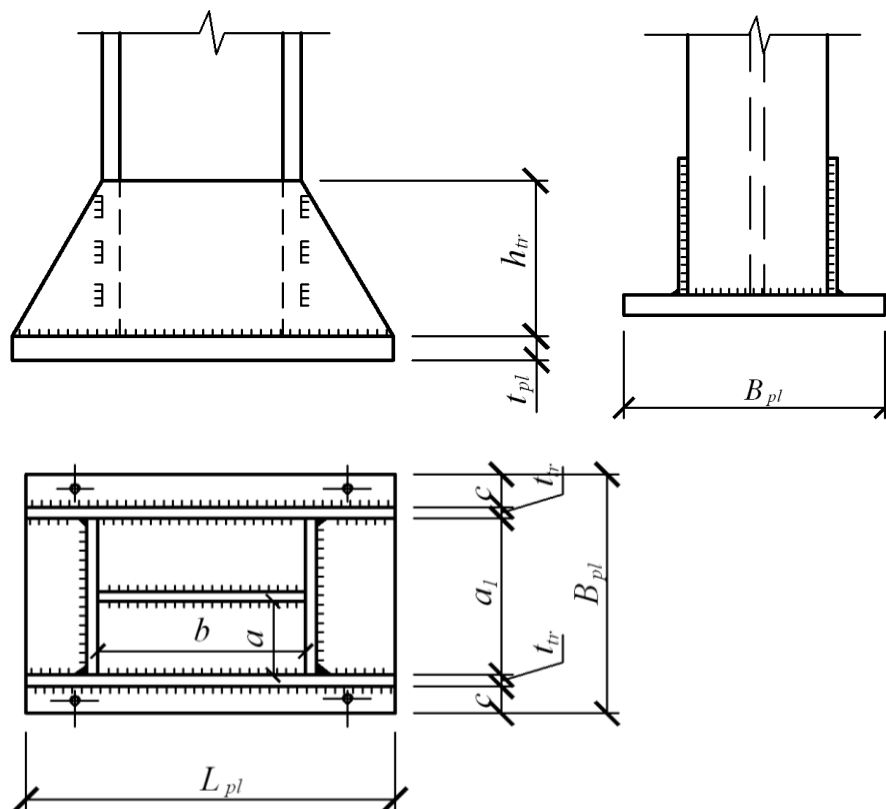


Рис. 2.3. Базы колон: а) наскрізної; б) суцільної

Жорсткі бази мають не менше чотирьох анкерних болтів, які прикріплюються до траверс. Після їх затягування виключається поворот колони на опорі, що забезпечує передачу згинального моменту. Діаметр анкерних болтів для шарнірної бази приймають в межах 20...30 мм, а для жорсткої 24...36 мм. Принципово розрахунки обох баз не відрізняється.

Порядок розрахунку.

1. Визначають необхідну площу плити за умови міцності бетону при місцевому стиску:

$$A_{pl} = \frac{N}{R_{b,loc}} \quad (2.16)$$

де $R_{b,loc} = \gamma R_b$; $\gamma = \sqrt[3]{\frac{A}{A_{pl}}}$ (орієнтовно можна приймати $\gamma = 1,2 \dots 1,5$), A - площа фундаменту по верхньому обрізу, R_b - призмova міцність бетону, $R_{b,loc}$ - розрахунковий опір бетону при місцевому стиску.

2. Конструктивно визначають один із розмірів плити (наприклад ширину $B_{pl} = a_1 + 2t_{tr} + 2c$) і знаходять другий $L_{pl} = \frac{A_{pl}}{B_{pl}}$. Товщину траверс призначають 10...16 мм, а величину зв'язу c не більше 80...90 мм при анкерних болтах М24...М30.

3. Знаходять фактичне значення напруг під плитою бази:

$$\sigma_{loc} = \frac{N}{L_{pl} B_{pl}} \quad (2.17)$$

4. Обчислюють згинаючий момент на різних ділянках плити:

→ на ділянці 1, обпертої на 4 канта

$$M_1 = \alpha \sigma_{loc} a^2 \quad (2.18)$$

→ на ділянці 2, обпертої на 3 або 2 канта

$$M_2 = \beta \sigma_{loc} a_1^2 \quad (2.19)$$

→ на ділянці 3 (консольній)

$$M_3 = \sigma_{loc} \frac{c^2}{2} \quad (2.20)$$

де α - коефіцієнт, який залежить від відношення закріпленої сторони пластинки b_1 до a_1 , і приймається по табл. 15 [42].

При відношенні $\frac{b}{a} > 2$ розрахунковий згинаючий момент визначають так як і для одно прольотної балочної плити:

$$M = \sigma_{loc} \frac{a^2}{8} \quad (2.21)$$

При відношенні $\frac{a_1}{b_1} > 2$ плиту розраховують як консоль.

5. По максимальному з обчислених згинаючих моментів, для різних ділянок плити, визначають товщину плити:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R_y \gamma_c}} \quad (2.22)$$

При різних відмінностях по величині згинаючих моментів на різних ділянках плити слід внести зміни в схему спирання плити (постановка ребер, діафрагм) для вирівнювання перших. Зменшуючи розміри пластинок (ділянок) тим самим зменшують і величину згинаючого моменту.

6. Знаходять величину траверси за умови розміщення зварних швів:

$$h_w = \frac{N}{n \beta_{f(z)} k_f R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c} + 1 \text{ см} \quad (2.23)$$

де n – кількість швів, через які навантаження передається з стержня колон на траверси.

7. Розраховують зварні шви кріплення траверси до плити, якщо кінець колони не фрезерований:

$$k_f \geq \frac{N}{\beta_{f(z)} \sum l_w R_{wf(z)} \gamma_{wf(z)} \gamma_c} \quad (2.24)$$

Приклад 2.5

Необхідно запроектувати базу суцільної колони, яка розглянута в прикладі 2.1. Матеріал бази – сталь С235 [21], бетон класу С 8/10 [7].

Розв'язок:

Необхідна площа плити бази $A_{pl} = \frac{N}{R_{b,loc}} = \frac{2046}{1,2 \cdot 0,45} = 3788 \text{ см}^2$

Конструктивно приймаємо товщину плити $t_{tr} = 12 \text{ мм}$, і формуємо один із розмірів плити $B_{pl} = a_1 + 2t_{tr} + 2c = 38 + 2 \cdot 1,2 + 2 \cdot 9 = 58,4 \text{ см}$. Довжина плити

$L_{pl} = \frac{A_{pl}}{B_{pl}} = \frac{3788}{58,4} = 64,3 \text{ см}$. Приймаємо довжину плити $L_{pl} = 65 \text{ см}$. Фактичне

значення напруг під плитою $\sigma_{loc} = \frac{N}{L_{pl} B_{pl}} = \frac{2046}{58,4 \cdot 65} = 0,539 \text{ кН/см}^2$.

Визначаємо характерні ділянки плити бази і розраховуємо величини згинаючих моментів на них.

Ділянка 1. (пластинка обперта на 4 канта) – розміри пластинки: $b = 38 \text{ см}$;
 $a = \frac{38 - 0,8}{2} = 18,6 \text{ см}$, відношення $\frac{b}{a} = \frac{38}{18,6} = 2,04 > 2$, звідки $\alpha = 0,125$.

Згинаючий момент $M_1 = \alpha \sigma_{loc} a^2 = 0,125 \cdot 0,539 \cdot 18,6^2 = 23,3 \text{ кНсм}$.

Ділянка 2. (пластинка обперта на 3 канта) – розміри пластинки: $a = 38 \text{ см}$;
 $b = \frac{65 - 40,8}{2} = 12,1 \text{ см}$, відношення $\frac{b_1}{a_1} = \frac{12,1}{38} = 0,3 < 2$.

З огляду на велику різницю в моментах на ділянках зменшимо величину моменту на ділянці 2 шляхом установки ребер жорсткості товщиною 10 мм, розбивши пластинку на дві рівні частини. Для цих пластинок:

$\frac{b_1}{a_1} = \frac{12,1}{18,5} = 0,65 < 2$; $M_2 = \beta \sigma_{loc} a_1^2 = 0,081 \cdot 0,539 \cdot 18,5^2 = 15 \text{ кНсм}$.

Ділянка 3. (консольна пластинка) – виліт консолі $c = 9 \text{ см}$. Згинаючий момент на консольній ділянці $M_3 = \sigma_{loc} \frac{c^2}{2} = 0,539 \frac{9^2}{2} = 21,8 \text{ кНсм}$. Необхідна

товщина плити по більшому з моментів (M_1): $t_{pl} = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 23,3}{22}} = 2,52 \text{ см}$.

Приймаємо товщину плити 28 мм.

Висота траверси за умови розміщення зварних швів (4 шва, зварювання напівавтоматом зварочним дротом СВ 08Г2С, катет швів $k_f = 10 \text{ мм}$) при розрахункових характеристиках шва:

$$R_{wf} = 21,5 \text{ кН} / \text{см}^2; \quad R_{wz} = 0,45 \cdot 36 = 16,2 \text{ кН} / \text{см}^2; \quad \beta_f = 0,8; \\ \beta_z = 1;$$

$$\beta_f R_{wf} = 0,8 \cdot 21,5 = 17,2 \text{ кН} / \text{см}^2 > \beta_z R_{wz} = 1 \cdot 16,2 = 16,2 \text{ кН} / \text{см}^2;$$

$$h_w = \frac{N}{4\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{2046}{4 \cdot 1 \cdot 16,2 \cdot 1 \cdot 1} = 32,6 \text{ см} < 85\beta_f k_f = 85 \cdot 0,8 \cdot 1 = 68 \text{ см}.$$

Прийнято траверсу висотою $h_w = 350 \text{ мм}$. Кріплення траверси до плити приймаємо кутовими швами $k_f = 8 \text{ мм}$. Міцність зварних швів

$$\sigma = \frac{2046}{2(63 + 2 \cdot 10,1 + 36) \cdot 0,8} = 10,6 < 16,2 \text{ кН} / \text{см}^2.$$

При визначенні сумарної довжини швів з кожної сторони шва не враховано по 1 см на не провар. Торець колони прикріплюємо конструктивним швом $k_f = 8 \text{ мм}$.

Отже, представлені алгоритми розрахунку надають змогу виконати оптимальне конструювання центрально стиснутих елементів найбільш навантажених конструкцій сталевих колон птахофабрики, розрахунок яких приведений у четвертому розділі.

3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

Запроектована будівля птахофабрики на околицях міста Біла Церква, яка має габарити у плані $76,4 \times 34$ м в крайніх вісях.

3.1. Проектування генерального плану

Площадка будівництва спланована, відмітки коливаються від 71,0м до 73,0 м.

Глибина сезонного промерзання ґрунтів становить 1,2 м.

Особливих умов проектування (карстових явищ, пливунів, сейсмічності і т.д.) на площадці не відзначено.

Відповідно до санітарної класифікації виробництв птахофабрика відноситься до 1 класу, розмір санітарно-захисної зони складає 1 км і не виходить за межі границі раніше встановленої санітарно-захисної зони підприємства.

Технологічний зв'язок – між спорудами здійснюється по існуючій і невеликій ділянці проекрованої естакади.

Після закінчення будівництва передбачається планування території і відвід поверхневих вод від будинку на дороги з твердим покриттям з подальшим випуском у мережу зливової каналізації. Вільні від забудови ділянки озеленюються посівом трав.

У проекті передбачені підземні інженерні мережі, необхідні для функціонування проектованого виробництва, електрокабель і кабель зв'язку прокладається по існуючих естакадах.

Для обслуговування проектованого виробництва передбачаються автопід'їзди наступної конструкції:

- двошаровий асфальтобетон $h = 0,07$ м;
- щебінь, оброблений бітумом $h = 0,08$ м;
- щебінь $h = 0,15$ м;
- піщаний підстилюючий прошарок $h = 0,20$ м.

Проектом передбачено:

- потокова система виробництва;
- максимально-раціональне блокування виробничих та підсобних приміщень;
- забезпечення під'їзду до всіх пунктів, вимагаючих виконання вантажно-розвантажувальних операцій на автотранспорті;
- раціональне використання території.

В основу рішення генерального плану прийнято дотримання вимог ДБН Б.2.2-12:2019 [4], а також санітарних та протипожежних норм [15].

Генеральний план забудови представляє собою план ділянки, на якому показано розташування птахофабрики. Генплан розробляється з детальним зображенням всіх будівель, проїздів, доріжок, озеленення та благоустрою з урахуванням функціонального або технологічного зв'язку проектуємої будівлі з іншими будівлями чи спорудами, їх орієнтацією по сторонах світу.

Вертикальне планування ділянки вирішено в відповідності з рельєфом та природними умовами сусідніх районів в ув'язці з існуючими будівлями та дорогами з твердим покриттям.

Вертикальне планування вирішено способом проектних горизонталей. При будівництві враховані будівельні та технологічні вимоги. Вертикальне планування створює сприятливі умови для безпечного під'їзду та підходу до будівлі, а також безперешкодного відводу поверхневих вод. Відвід поверхневої та талої води з ділянки будівництва прийнятий поверхневий, розсереджуваний за рахунок запроектованих поздовжніх та поперечних уклонів доріг, майданчиків та газонів.

Рельєф ділянки пересічний, район будівництва відноситься до другого будівельно-кліматичного району [5].

Планування зелених насаджень пов'язане з розміщенням інженерних комунікацій і є складовою частиною об'ємно-планувального рішення забудови ділянки. Для озеленення прийнято стандартний посадковий матеріал у відповідності з асортиментом місцевих плодорозсадників. Будівля обсаджена

кущами рядової посадки. Також передбачено улаштування трав'яних газонів парникового типу з посівом трьох видів трав: спориш – 60%, лисохвіст кущовий – 30% та конюшина біла – 10%.

3.2. Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальні рішення передбачають зведення одноповерхової будівлі з розмірами в осях 76,4×34 м і висотою до низу несучих конструкцій покриття 6,4м.

Для евакуації й обслуговування працюючих запроектовані зовнішні відкриті металеві сходи, які служать для виходу на дах.

3.3. Архітектурно-конструктивне рішення птахоферми

Конструктивні рішення будівлі прийняті виходячи з об'ємно-планувальних рішень, компонування технологічного устаткування, техніко-економічної доцільності застосування конструкцій з урахуванням можливостей будівельної виробничої бази.

Несучі і огорожуючі конструкції запроектованої будівлі прийняті на підставі уніфікованих габаритних схем одноповерхових будинків [3] з максимальним застосуванням металевих конструкцій [9].

Колони будівлі запроектовані металеві, по серії КЕ-01-49. Ферми покриття металеві, по сортаменту безшпренгельних ферм прольотом 24м з поясами із низьколігированої сталі та решіткою зі сталі марки «Сталь-3». Крок ферм становить 6м [3, 27]. Покриття – профнастил, по серії 14-99, вип. I стінові панелі – типа «Сендвіч», вікна і двері – дерев'яні, по серії ПК-01-93нр, покрівля – рулонна.

Фундаменти під прийняті стаканного типу [11]. Ростверки виконані з монолітного залізобетону, зворотнє засипання пазух котлованів і траншей під фундаменти виконують місцевим ґрунтом.

3.4. Основні елементи будівлі

Фундаменти. Основою для фундаментів служать непросадочна супісь. Ґрунтові води знаходяться на глибині 14 м від поверхні ґрунту. За хімічним складом ґрунтові води являються неагресивними. Фундаменти під колони запроектовані окремо розташовані стаканного типу залізобетонні із бетону класу C16/20 [7]. Під цегляні ділянки стін та внутрішні стіни передбачені стрічкові монолітні фундаменти із бетону класу C16/20 [7].

Стіни. Зовнішні стіни в будівлі запроектовані із тришарових стінових панелей типу «Сендвіч» товщиною 250 мм. Панелі кріпляться за допомогою зварки закладних деталей до колон. Ділянки цегляних стін виконуються з глиняної звичайної цегли марки 75 на розчині марки 25 товщиною 380 мм. Для підвищення теплозахисних характеристик цегляних ділянок кладка стін виконана колодязною з заповненням теплоізоляційними матеріалами прошарків (див теплотехнічний розрахунок). Перегородки запроектовані із звичайної глиняної цегли марки 75 на цементно-піщаному розчині марки 25.

Каркас. Будівля запроектована в конструкціях зв'язкового каркасу з сіткою колон 6×24 м. Просторова жорсткість та стійкість каркасу будівлі забезпечена за рахунок жорсткого защемлення колон в стакани фундаментів та установки металевих хрестових зв'язків [27]. Колони прийняті металеві двотаврові 34 з сортаменту [27]. Ферми покриття прийняті індивідуального виготовлення, металеві, довжиною 24 м. Для покриття будівлі використовуються профнастил.

Гідроізоляція передбачена горизонтальна по верхньому обрізу фундаментних балок із цементно-піщаного розчину складу 1:2.

Дах. Для покрівлі в будівлі прийнята рулонна покрівля з трьох шарів руберойду на бітумній мастиці з бронюванням шаром гравію. В якості пароізоляції передбачається використання одного шару поліетиленової плівки [32]. Утеплювач прийнятий згідно теплотехнічного розрахунку [22].

Пароізоляція, утеплювач та перший шар руберойду влаштовується при виготовленні плит покриття в заводських умовах.

Підлога, передбачена в даній будівлі бетонна з використанням технології вакуумування [22].

Таблиця 3.1

Експлікація підлог

№ п/п	Конструкція підлоги	Конструкція шару	Площа
1		1 – Стяжка – цементно-пісчаний розчин М 150 – 20 мм	1410
		2 – Підстілачий шар – бетон класу В 22,5 – 100 мм	
		3 – Щебінь пролитий бітумом	
		4 – Ущільнений ґрунт	

Вікна та двері, будівлі стрічкові по серії ПР-05-50/73 марки ДО-120 та ДО-180. Засклення подвійне, підвіска верхня та нижня. Відкривання вікон зовнішнє та внутрішнє. За допомогою дистанційного управління. Скло кріпиться до віконної рами за допомогою клямерів. Між клямером та склом прокладається морозостійка гума. віконні панелі становляться одна на одну і кріпляться в 4 точках за допомогою гвинтів до закладних деталей колони та між собою.

Ворота металеві роздвижні без хвіртки по шифру 259-75 марки ВР 5,7х4,2.

Ворота однопольні. Полотно воріт кріпиться до направляючої за допомогою роликів. Полотно воріт має решітчатий каркас. Відкривання здійснюється за допомогою дистанційного керування.

Двері в побутові приміщення дерев'яні марки Д63.

Дверні коробки – металеві рами. Для кріплення рам при влаштуванні дверного отвору передбачається закладка в бокові відкоси отвору металевих анкерів

Оздоблення. Внутрішня поверхня стін оштукатурена простою штукатуркою з подальшим вапняним побілінням та олійним пофарбуванням

окремих ділянок стін (кімнату персоналу тощо). Санвузли оздоблюються керамічною плиткою. Ззовні поверхня стін пофарбована полімерно-цементною фарбою.

3.5. Теплотехнічні розрахунки

Вихідні дані:

Район будівництва – околиця м. Біла Церква (перша зона кліматичного районування та друга зона вологості – «нормальна») [22].

Нормативний опір теплопередачі:

- для панельних стін $R_{TP}^0 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$,
- для віконного заповнення $R_0^{TP} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$,

Температура внутрішнього повітря – $+16^\circ\text{C}$.

Вологість внутрішнього повітря – 65%.

Вологосний режим приміщень – вологий.

Умови експлуатації конструкцій – Б.

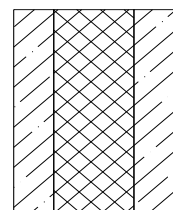
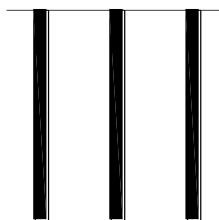
Панельні стіни.

Метал $\delta_1 = 5 \text{ мм}$; $\gamma_1 = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$

Утеплювач $\delta_2 = 200 \text{ мм}$; $\lambda_2 = ?$ $\gamma_2 = ?$

Метал $\delta_3 = 5 \text{ мм}$; $\gamma_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda_3 = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$

1 2 3



якостей огорожую-
виконуватися умова

Для забезпечення теплозахисних
чих конструкцій повинна

$$R_0 \geq R_0^{TP}.$$

Для тришарової стінової конструкції маємо:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H};$$

Для стінової огорожі $\alpha_B = 8.7$, $\alpha_H = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Таким чином:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{0,2}{\lambda_2} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} \geq R_{TP}^0 = 2,2.$$

Звідки визначається λ_2 (коефіцієнт теплопровідності утеплювача стінової панелі).

$$\lambda_2 \leq 0,100 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}.$$

В якості утеплювача прийняті плити мінераловатні напівжорсткі

$$\gamma = 300 \text{ кг/м}^3, \lambda = 0,09 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$$

Перевірка опору теплопередачі огорожі:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{0,21}{0,09} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} = 2,21.$$

Отже $R_0 = 2,21 > R_0^{TP} = 2,2$. Теплозахисні якості стінової панелі забезпечені.

Віконне заповнення.

$$1,3,5. - \text{Скло віконне } \delta = 3 \text{ мм}; \gamma = 2500 \text{ кг/м}^3; \lambda = 0,76 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$$

$$2,4. - \text{Повітряний прошарок } R_B = 0,14 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$$

1 2 3 4 5

Для забезпечення теплозахисних якостей огорожуючих конструкцій повинна виконуватися умова $R_0 \geq R_0^{TP}$.

Для віконного заповнення маємо:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_B + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_B + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_H};$$

Для віконного заповнення $\alpha_B = 8.7$, $\alpha_H = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Таким чином:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,003}{0,76} + 0,17 + \frac{0,003}{0,76} + 0,17 + \frac{0,003}{0,76} + \frac{1}{23} = 0,51.$$

Отже $R_0 = 0,51 > R_0^{TP} = 0,5$. Тришарове оскленіння задовольняє вимогам по опору теплопередачі [22].

3.6. Інженерне та санітарно-технічне забезпечення Опалення та вентиляція

Вихідні дані:

Розрахункові параметри зовнішнього повітря:

Температура для опалення, $^{\circ}\text{C}$ -24

Температура для вентиляції:

У холодний період, $^{\circ}\text{C}$ -24

У теплий період, $^{\circ}\text{C}$ 23,6

Швидкість вітру:

У холодний період, м/с 5,9

У теплий період, м/с 1

Середня температура найбільше

холодної доби, $^{\circ}\text{C}$ -28

барометричний тиск,

Па / мм рт.ст. 990 (745)

Зона вологості нормальна.

Розрахункова температура повітря в робочій зоні виробничих приміщень прийнята в границях припустимих норм для робіт середньої категорії ваги.

Розрахункова температура повітря і кратності повітрообміну в побутових приміщеннях прийнята [22].

Технологічний процес відділення відстоювання в цеху двоокису титана №2 характеризується наступними даними:

Категорія приміщення по вибуховопожежній небезпеці Д [15];

Виробничі шкідливості:

Тепло- і вологовиділення від устаткування;
 Наявність постійних робочих місць;
 Режим роботи 3 зміни.

Прийняті проектні рішення

Опалення водне проектується в приміщенні СТOSCIB, у кімнаті персоналу, у санвузлі і сходовій клітці. Система опалення двухтрубна, опалювальні прилади радіатори MC140-98 і конвектори «Акорд».

У відділенні відстоювання в робочий час опалення за рахунок теплопостачань від устаткування. Чергове опалення проектується повітряне, основними приточним установками, за рахунок повної рециркуляції повітря.

Вентиляція проектується приточно-витяжна загальнообмінна з механічним (у холодний період) і природним спонуканням (у теплий період року).

Механічна витяжна вентиляція передбачається у відділенні відстоювання на відм. 7,200 за допомогою дахових вентиляторів.

Приток зовнішнього повітря здійснюється вентсистемами в робочу зону через повітророзподільники НРВ.

У теплий період року передбачається природна приточно-витяжна вентиляція для асиміляції теплоизалишків. Приток – через фрамуги вікон, що відкриваються, на відм. 0,000 і 7,200, витяжка – через аераційний ліхтар.

Вентиляція побутових і адміністративних приміщень проектується відповідно до вимог [1, 3].

У приміщенні СТOSCIB передбачається підпір повітря. У приміщенні електропункта природна витяжка дефлектором.

Приточні вентиляційні установки прийняті з уніфікованих конструкцій по серії 5.903-7 з очищенням повітря від пилу в осередкових фільтрах і нагріванням у калориферах.

Повітроводи систем приточної вентиляції виконуються з листової оцинкованої сталі, з уніфікованих деталей без захисного покриття.

Рішення по зменшенню шуму і вібрації [6, 38]:

- розміщення вентустановок в ізольованому приміщенні (венткамера) і зовні будинки, гнучкі вставки у вентиляторів.

Забір повітря приточної вентиляції виробляється на висоті на менш 2м від рівня землі.

Контроль і автоматизація систем ОВ:

1. місцевий контроль параметрів теплоносія (тиск, температура) у вузлі керування й у приточних венткамерах.

2. автоматичний захист калориферів від заморожування.

Улаштування повітряно-теплових завіс не потрібно.

Заходи щодо вибухо- та пожежобезпеки:

У виробничих приміщеннях відділення відстоювання в залежності від технологічних процесів визначені категорії по вибуховопожеженої і пожежної небезпеки «Д». У зв'язку з цим ніякі спеціальні заходи в проекті не передбачалися.

Водопостачання та каналізація

Перелік запроектованих систем ВК, розрахункові витрати води і стоків приведені в таблиці 3.2. основних показників.

Найменування систем	Потрібний напір, м	Розрахункові розходи			Примітка
		м³/добу	м³/година	л/з	
Водопровід господарчий	15	0,15	0,05	0,2	
Каналізація побутова		0,15	0,05	1,9	
Водопровід оборотної води, що падає	20	152,8	56,2	15,56	
Водопровід оборотний води, зворотний		100,8	4,2	1,16	
Каналізація дощова				12,96	

Система господарчо-питного водопроводу і побутова каналізація запроектовані для забезпечення функціонування шести аварійних душів з раковинами самопомоги і санвузла на один унітаз з умивальником.

Оборотна вода з водопроводу, що подає, використовується на технологічні промивання безповоротно в обсязі 52,0 м³/сут і для створення

водяного кільця вакуум-насосів в обсязі 100,8 м³/сут з поверненням у зворотну мережу водооберту.

Усю розводящу мережу системи, що подає, водооборота усередині будинку виконано в технологічній частині за винятком введення і водомірних вузлів на введенні, запроектованих у частині ВК. Самопливна мережа оборотної води з випуском від вакуум-насосів також увійшла в розділ ВК.

Дощова каналізація запроектована для відводу дощових стоків з покрівлі будинку через 4 лійки зі стоянками і випусками в зовнішню мережу.

Матеріал внутрішніх систем ВК:

Водопровід хозпитної (У₁) – труби водогазопровідні оцинковані &15-22 мм за ДСТ 3262-75;

Водопровід оборотної води, що подає (ділянки відводу до водомірних кутів) – труби сталеві & 114x4 за ДСТ 10704-91 і & 32 за ДСТ 3262-75;

Системи побутової каналізації, дощової каналізації і самопливна мережа оборотної води – труби ЧК 50; ЧК 100 за ДСТ 10704-91 і &32 за ДСТ 3262-75.

Сталеві труби покриваються фарбою БТ177 у два шари по ґрунтовці з лаку БТ577.

У комплекті робочих креслень зовнішніх мереж виконане підключення водопроводу і каналізації заводу і винос існуючих мереж, що потрапили в зону будівництва відділення відстоювання.

Матеріали труб напірних мереж – ЧНР65-150 за ДСТ9583-75.

Каналізація і самопливна мережа водообороту запроектована з труб керамічних &150, &200 за ДСТ 286-82 і ЧНР900 за ДСТ 9385-75.

Колодязі прийняті:

- на напірних мережах & 1500 мм по ТП901-09-11.84;
- на самопливних мережах &1000, 1500, 2000 мм по ТП902-09-22.84.

Рішення по освітленості робочих місць

Освітленість робочих місць у виробничих приміщень запроектована з урахуванням характеристики зорової роботи у відповідності зі СНиП-4-79

«Естественное и искусственное освещение», а також у залежності від кліматичного району.

Освітлення прийняте комбіноване – природне та штучне.

З огляду на характеристики зорової роботи основних виробничих приміщень, природне освітлення запроектоване бічне і верхнє через ліхтар.

Сонцезахист в проектованому об'єкті не потрібно.

Захист будівельних конструкцій від корозії

Повітряне середовище майданчика проектованого виробництва відповідно до технологічного завдання (гази групи В) є середньо-агресивним стосовно сталевих і слабоагресивної стосовно залізобетонних конструкцій.

Ступінь агресивного впливу ґрунтів і ґрунтових вод на залізобетонні конструкції за даними інженерно-геологічних вишукувань – слабоагресивна.

Захист будівельних конструкцій від корозії вирішений відповідно до вказівок «Захист будівельних конструкцій від корозії, серії 1.400-17 «Рекомендації з застосування типових несучих конструкцій, що огорожують, в умовах впливу агресивних середовищ на промислових підприємствах», а також «Підлоги».

Для захисту металевих конструкцій від дії загазованого середовища застосовані лакофарбові матеріали III групи. Для підземних залізобетонних конструкцій прийнятий клас бетону по водонепроникності W6, для над-земних – W4. Сталеві заставні і сполучні вироби захищаються лакофарбовим покриттям III групи по алюмінієвому металозахистному підшарі.

Палі виконуються з бетону марки по водонепроникності W8 на сульфатостійкому цементі і заповнювачах з вивержених порід.

На відм. 0,000 у місцях протоки агресивних рідин улаштовується піддон з кислотостійким покриттям.

4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Компанування поперечної рами будівлі птахоферми

Визначення навантажень на раму

Постійні навантаження

Таблиця 4.1

Навантаження від ваги покриття [5]

Елементи покриття	Нормативне навантаження, Па	Коефіцієнт надійності по навантаження	Розрахункове навантаження, Па
Шар гравію	100	1,3	130
4 шару руберойду	630	1,3	819
Цементно-піщана стяжка ($\gamma_f = 18 \text{ кН/м}^3$, $\delta = 35 \text{ мм}$)	360	1,2	432
Жорсткі мінераловатні плити	50	1,3	65
Профнастил	2050	1,1	2235
РАЗОМ (g):	3190		3700

Розрахунковий опорний тиск ферми:

– від покриття:

$$G_n = g \cdot B \cdot \frac{L}{2} = 3,7 \cdot 12 \cdot \frac{24}{2} = 532,8 \text{ кН};$$

– від ферми:

$$G_\phi = \left(\frac{149}{2} \right) \cdot 1,1 = 82,0 \text{ кН}.$$

де 1,1 – коефіцієнт надійності по навантаженню; 149 – вага ферми в кН.

Розрахункове навантаження на крайню колону від ваги покриття з урахуванням коефіцієнта надійності по призначенню будинку $\gamma_n = 0,95$:

$$G_1 = (532,8 + 82,0) \cdot 0,95 = 584,1 \text{ кН},$$

на середню:

$$G_2 = 2 \cdot G_1 = 1168,2 \text{ кН}.$$

Розрахункове навантаження від ваги стінових панелей і оскленіння на ділянці між відмітками 4,2 і 11,8 м:

$$G_{\omega 1} = (g_1 \cdot h_{\omega 1} + g_2 \cdot h_{\omega 2}) \cdot B \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n,$$

де g_1 і g_2 – питомі ваги панелей і оскленіння; $h_{\omega 1}$ і $h_{\omega 2}$ – висота панелей і оскленіння.

$$G_{\omega 1} = (2,5 \cdot 2,4 + 0,4 \cdot 4,6) \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 98,3 \text{ кН.}$$

Аналогічно знаходимо навантаження від ваги стінових панелей на ділянці між оцінками 11,8 і 14,2 м:

$$G_{\omega 2} = 2,5 \cdot 2,4 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 75,2 \text{ кН.}$$

Розрахункове навантаження від ваги колон:

– надкранова частина:

$$G_{c,t} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 5,55 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 43,5 \text{ кН;}$$

– підкранова частина:

$$G_{c,b} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 6,6 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 82,8 \text{ кН.}$$

Тимчасові навантаження

Снігове навантаження

Район будівництва – м. Біла Церква, що відноситься до II району по вазі снігового покриву [5], для якого нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м² горизонтальній поверхні землі $s_0 = 1,0 \text{ кН/м}^2$.

Розрахункове снігове навантаження:

– на крайні колони:

$$P_{sn,1} = s_0 \cdot \mu \cdot B \cdot \frac{L}{2} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n,$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття, приймаємо $\mu = 1$; L – проліт рами.

$$P_{sn,1} = 1,0 \cdot 1 \cdot 12 \cdot \frac{24}{2} \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 191,5 \text{ кН.}$$

– на середні колони:

$$P_{sn,2} = 2 \cdot P_{sn,1} = 2 \cdot 191,5 = 383,0 \text{ кН.}$$

Вітрове навантаження

Район будівництва – м. Біла Церква, розташоване у II районі по вітровому тиску [5], для якого нормативне значення вітрового тиску $w_0 = 0,3 \text{ кН/м}^2$. Для місцевості типу В коефіцієнт k , що враховує зміна вітрового тиску по висоті будинку z , буде таким, як у таблиці 2.2.

Таблиця 4.2

Значення коефіцієнта k

Висота z , м	k	w_m , Н/м ²
5	0,5	150
10	0,65	195
20	0,85	255

Перемінний по висоті вітровий тиск замінимо рівномірно розподіленим, еквівалентним по моменті в закладенні консольній стійки довжиною 12,35 м:

$$w_e = 2 \frac{M_{act}}{H^2} = 2 \cdot \left[150 \cdot 5 \cdot \frac{5}{2} + 150 \cdot 5 \cdot \left(5 + \frac{5}{2} \right) + \frac{1}{2} \cdot (195 - 150) \cdot 5 \cdot \left(5 + 5 \cdot \frac{2}{3} \right) + \right. \\ \left. + 195 \cdot 2,0 \cdot \left(10 + \frac{2,0}{2} \right) + \frac{1}{2} \cdot (209,1 - 195) \cdot 2,0 \cdot \left(10 + 2,0 \cdot \frac{2}{3} \right) \right] / 12,15^2 = 123,8 \text{ Н/м}^2.$$

За умови

$$\frac{H_L}{2L} = \frac{16,21}{2 \cdot 24} = 0,34 < 0,5 \text{ и } \frac{L_b}{2L} = \frac{156}{2 \cdot 24} = 3,25 > 2$$

значення аеродинамічного коефіцієнта для зовнішніх стін прийнято з навітряної сторони $c_e = 0,8$, з підветренної $c_{e3} = -0,5$.

Розрахункова рівномірно розподілене вітрове навантаження на колони до відмітки 12.00 м при коефіцієнті надійності по навантаженню $\gamma_f = 1,4$:

– с навітряної сторони

$$q_1 = w_e \cdot B \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot c_e = 180,3 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 23021 \text{ Н/м};$$

– з подвітряної сторони

$$q_2 = w_e \cdot B \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot c_{e3} = 180,3 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 0,95 \cdot 0,5 = 1435,8 \text{ Н/м}.$$

Розрахункове зосереджене вітрове навантаження вище відмітки 12,00

м:

4.2. Проектування центрально-стиснутої колони наскрізного перерізу сталевій колони

Розрахункова довжина колони і збір навантаження [5, 27, 42]:

$$HГБ = OBH - h_{cnp} HГБ = 12,782 - 1,782 = 11,000 \text{ м.}$$

$$\text{Заглиблення фундаменту } h_{\phi} = 0,7 \text{ м}$$

Геометрична довжина колони

$$L = HГБ + h_{\phi} = 8 \text{ м.}$$

При тому, що спирається балок на колону згори, колона розглядається як шарнірно закріплена у верхньому кінці. З'єднання з фундаментом легких колон в розрахунку також приймається шарнірним. Тому довжина колони визначається при $\mu = 1$:

$$L_{ef} = \mu \cdot L = 1 \cdot 8 = 8 \text{ м.}$$

$$\text{Вантажна площа } A_{zp} = LГ \cdot LB = 16 \cdot 5 = 80 \text{ м}^2.$$

Таблиця 4.3

Збір навантаження на колону

	Найменування навантаження	Нормативне навантаження, кН	γ_f	Розрахункове навантаження, кН
	Тимчасове навантаження $P = p \cdot A_{zp} = 26 \cdot 80$	2080	1,2	2496
	Власна вага настилу і балок $G = mngA_{zp} = 180,66 \times 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot 80$	141,78	1,05	148,87
	Разом $G + P$	2221,78		2644,87

Підбір перерізу колони

Виконаємо розрахунок відносно осі Y , перерізаючої полиці. Гнучкість колони $\lambda_y = 89,3$. Знаходимо $\lambda_y = 0,50$.

$$\text{Необхідна площа перерізу колони } A_{mp} = 115,2 \text{ см}^2.$$

Потрібні радіус інерції і ширина полиці

$$i_Y = \frac{L_{ef}}{\lambda_Y} = 8,2 \text{ см.}$$

Ширина полиці знаходиться із співвідношення $i_Y \approx 0,24b_f$.

$b_f = 36 \text{ см}$ – приймаємо ширину полиці, відповідно до сортаменту прокатної сталі.

Висоту стінки h_W призначаємо так, щоб задовольнялася умова $h \geq b_f$, $h_W = 360 \text{ мм}$. Призначивши товщину $t_W = 1,2 \text{ см}$, отримаємо площу перерізу стінки: $A_W = 43,2 \text{ см}^2$. Свіс полиці

$$b_{ef} = 0,5(b_f - t_W) = 0,5(360 - 12) = 17,4 \text{ см}$$

Граничне значення $b_{ef} = 17,5 \text{ см}$ – знаходиться з умови можливості застосування автоматичного або напівавтоматичного зварювання. Так як величина свіса полиці менша за граничну, умова технологічності зварювання виконується.

Геометричні характеристики перерізу

Площа перерізу:

$$A = 0,5 (A_{mp} - A_W) = 115,2 \text{ см}^2.$$

Момент інерції:

$$J_Y = 2 \frac{t_f b_f^3}{12} + \frac{h_W t_W^3}{12} = 2 \frac{1,0 \cdot 36^3}{12} + \frac{36 \cdot 1,2^3}{12} = 7781 \text{ см}^4$$

Радіус інерції:

$$i_Y = \sqrt{\frac{J_Y}{A}} = \sqrt{\frac{7781}{115,2}} = 8,2 \text{ см.}$$

$$\text{Гнучкість: } \lambda_Y = \frac{L_{ef}}{i_Y} = \frac{732,6}{8,2} = 89,3.$$

$$\text{Приведена гнучкість: } \bar{\lambda} = \lambda_Y \sqrt{\frac{R_Y}{E}} = 89,3 \sqrt{\frac{345}{2,05 \cdot 10^5}} = 3,65.$$

Коефіцієнт подовжнього вигину:

$$\begin{aligned}\varphi_Y &= 1,47 - 13 \frac{R_Y}{E} (0,371 - 27,3 \frac{R_Y}{E}) \bar{\lambda}_Y + (0,0275 - 5,53 \frac{R_Y}{E}) \bar{\lambda}_Y^2 = \\ &= 1,47 - 13 \frac{345}{2,05 \cdot 10^5} (0,371 - 27,3 \frac{345}{2,05 \cdot 10^5}) 3,65 + \\ &+ (0,0275 - 5,53 \frac{345}{2,05 \cdot 10^5}) 3,65^2 = 0,50\end{aligned}$$

Включаємо в навантаження вагу колони :

$$G_k = \gamma A L \psi \gamma_f = 77 \cdot 115,2 \cdot 10^{-4} \cdot 7,326 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 7,5 \text{ кН.}$$

Повне розрахункове навантаження $G_p = 2652,37 \text{ кН}$

Перевірка колони на стійкість.

$$\sigma = \frac{(P + G) + G_k}{\varphi_Y A} = \frac{2652,37}{0,5 \cdot 115,2 \cdot 10^{-4}} = 357 \text{ МПа.}$$

Недонапруження складає 1,2%.

Перевірка граничної гнучкості

$$\lambda U = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,987 = 120,78.$$

$$\text{де } \alpha = \frac{(P + G) + G_k}{\varphi_Y A R_Y \gamma_C} = \frac{2652,37}{0,5 \cdot 115,2 \cdot 10^{-4} \cdot 345 \cdot 1} = 1,33.$$

Так як $\lambda Y = 89,3 < \lambda U = 120,78$, перевірка гнучкості проходить.

Перевірка стійкості полиці і стінки колони

Відношення звису полиці до її товщини [27]:

$$\frac{b_{ef}}{t_f} = \frac{174}{10} = 17,4.$$

Найбільше відношення $\left(\frac{b_{ef}}{t_f} \right)_{\max}$ за умови виконання стійкості полиці

дорівнює 17,72. Так як $\left(\frac{b_{ef}}{t_f} \right)_{\max} = 17,72 > \left(\frac{b_{ef}}{t_f} \right) = 17,4$, стійкість полиць

забезпечується.

Перевіримо стійкість стінки по умові $\frac{h_W}{t_W} \leq \left(\frac{h_W}{t_W} \right)_{\max}$.

$$\frac{h_W}{t_W} = \frac{36}{1,2} = 30 \quad ; \quad \left(\frac{h_W}{t_W} \right)_{\max} = \bar{\lambda}_{UW} \sqrt{\frac{E}{R_Y}} ;$$

$$\bar{\lambda}_{UW} = 1,2 + 0,35 \cdot \bar{\lambda} = 1,2 + 0,35 \cdot 3,65 = 2,5$$

Приймаємо 2,3.

$$\left(\frac{h_W}{t_W} \right)_{\max} = 2,3 \sqrt{\frac{2,05 \cdot 10^5}{345}} = 56,2.$$

$30 < 56,2$ – стійкість стінки колони забезпечена.

Т. до. $\frac{h_W}{t_W} = 30 < 2,3 \sqrt{\frac{E}{R}} = 56,2$, те поперечні ребра жорсткості за

розрахунком встановлювати не вимагається.

З конструктивних міркувань приймаємо на відправному елементі два парні ребра. Призначимо розміри парних ребер:

ширина $b_P = h_W / 30 + 40$ мм = $36/30 + 40 = 41,2$. Приймаємо $b_P = 50$ мм.

Товщина t_P ($b_P/12 = 50/12 = 4,2$ мм. Приймаємо $t_P = 6$ мм.

У центрально-стислих колонах суцільного перерізу зрушуючі зусилля між стінкою і полицею незначні. Тому зварні шви, що сполучають полиці із стінкою, призначаємо конструктивно завтовшки катета $k_f = 6$ мм.

Розрахунок бази колони

База колони, що складається з опорної плити і траверс, кріпиться до фундаменту анкерними болтами [27].

Розміри плити бази.

Ширину плити призначаємо з конструктивних міркувань:

$$B_{nl} = b_f + 2t + 2c = 360 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 50 = 480 \text{ мм.}$$

Довжина плити мінімальна з конструктивних міркувань:

$$L_{nl \min} = h + 2c = 380 + 2 \cdot 50 = 480 \text{ мм.}$$

Враховуючи стандартні розміри листів, призначаємо $L_{nl} = 480$ мм.

Перевіримо достатність розмірів плити в плані розрахунком з умови того, що зім'яло бетону під плитою. Клас бетону фундаменту В12,5. Розрахунковий опір бетону тому, що зім'яло при коефіцієнті умови роботи $\varphi_s = 1,2$:

$$R_{g,loc} = \varphi_g R_g \gamma_g = 1,2 \cdot 7,5 \cdot 0,9 = 8,1 \text{ МПа.}$$

Необхідна довжина плити за розрахунком:

$$L_{mp} = \frac{(P + G) + G_k}{R_{g,loc} B} = \frac{2652,37}{8,1 \cdot 0,46 \cdot 10^3} = 0,711 \text{ м.}$$

Приймаємо по сортаменту універсальної сталі $L_{nl} = 720 \text{ мм}$.

Отримуємо розміри плити бази в плані

$$L_{nl} \cdot B_{nl} = 720 \cdot 480 \text{ мм з площею } A_{nl} = 0,35 \text{ м}^2.$$

Призначаємо розміри верхнього обріза фундаменту [27]

$$B_\phi = B_{nl} + 20 \text{ см} = 48 + 20 = 68 \text{ см.}$$

$$L_\phi = L_{nl} + 20 \text{ см} = 72 + 20 = 92 \text{ см.}$$

Площа $A_\phi = 0,63 \text{ м}^2$.

$$\text{Уточнимо коефіцієнт } \varphi_g = \sqrt[3]{\frac{A_\phi}{A_{nl}}} = \sqrt[3]{\frac{0,63}{0,35}} = 1,8.$$

Уточнимо опір бетону тому, що зім'яло

$$R_{g,loc} = 1,8 \cdot 7,5 \cdot 0,9 = 12,15 \text{ МПа.}$$

Перевіримо бетон на те, що зім'яло під плитою бази:

$$\sigma_p = \frac{2652,37}{0,35 \cdot 10^3} = 7,58 \text{ МПа} < R_{g,loc} = 12,15 \text{ МПа} - \text{перевірка задовольняється.}$$

Розрахунок товщини плити бази

Виділимо три ділянки плити з характерними схемами закріплення [27].

Моменти, що вигинають, в плиті на ділянках:

→ на I ділянці

$$M_1 = \alpha \cdot \sigma_p \cdot b_2$$

$$b = 50 \text{ мм; } \alpha = 0,5; \sigma_p = 7,85 \text{ МПа.}$$

$$M_1 = 0,5 \cdot 7,85 \cdot 103 \cdot 0,052 = 9,81 \text{ кН·м.}$$

→ на II ділянці

$$\text{Відношення сторін } a / b = 0,075 / 0,36 = 0,208.$$

Так як відношення сторін менше 0,5, виконуємо розрахунок як для консолю

$$M_2 = 0,5 \cdot 7,85 \cdot 103 \cdot 0,0752 = 22,08 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

→ на III ділянці

Відношення сторін 2,07, звідси $\alpha = 0,125$

$$M_3 = 0,125 \cdot 7,85 \cdot 103 \cdot 0,1742 = 2,971 \text{ кН}.$$

По найбільшому моменту на ділянці $M_{\max} = 29,71 \text{ кН}.$

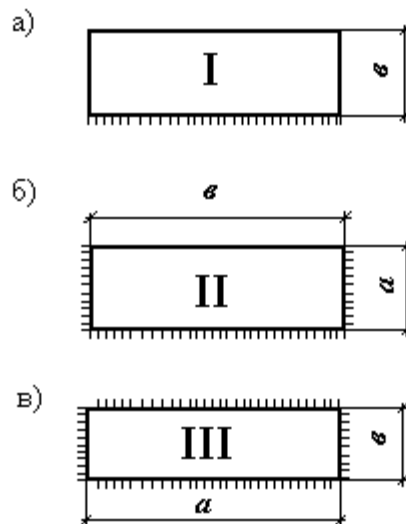


Рис. 4.2. Типи ділянок плити: а – консольна ділянка I;

б – ділянка II з обпиранням на три боки; в – ділянка III з обпиранням на чотири боки

Визначимо необхідну товщину плити:

$$t_{nl} \geq \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R_Y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 29,71}{345 \cdot 10^3 \cdot 1,0}} = 0,023 \text{ м (23 мм)},$$

де $\gamma_c = 1,0$.

За сортаментом приймаємо плиту завтовшки 25 мм.

Розрахунок траверси

Навантаження із стержня колони передається на траверси через зварні шви, довжина яких і визначає висоту траверси. При чотирьох швах з висотою катета $k_f = 10 \text{ мм}$

$$h_{mp} \geq l_W = \frac{(P + G) + G_k}{4k_f(\beta\gamma_W R_W)_{\min} \gamma_c} + 0,01 \text{ м}.$$

Міцність по металу шва $\beta_f \gamma_{wf} R_{wf} = 0,7 \cdot 1 \cdot 240 = 168$ МПа (СНиП, табл. 51).

$$h_{mp} \geq l_w = \frac{2652,37}{4 \cdot 0,01 \cdot 168 \cdot 10^3 \cdot 1} + 0,01 = 0,40 \text{ м.}$$

Відповідно до вимог ДБН [21], розрахункова довжина флангового шва має бути не більше $85 \beta_f k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,01 = 0,6$ м, в розрахунку $l_w = 0,30$ м. По сортаменту універсальної сталі приймаємо $h_{mp} = 400$ мм.

Розрахунок катета зварного шва кріплення траверси до плити

При обчисленні сумарної довжини швів враховується непроварення по 1 см на кожен шов.

$$\Sigma l_w = 2(2L_{nl} - h) - 2 \cdot 3 = 2(2 \cdot 56 - 38) - 6 = 142 \text{ см.}$$

Потрібний за розрахунком катет:

$$k_f \geq \frac{(P + G) + G_k}{(\beta R_w \cdot \gamma_w)_{\min} \Sigma L_w} = \frac{2652,37}{168 \cdot 10^3 \cdot 1,42} = 0,011 \text{ мм.}$$

Відповідно до [21] при товщині плити 25 мм мінімальний катет шва рівний $k_{f \min} = 7$ мм.

Приварювання торця стержня колони до опорної плити бази виконуємо конструктивними швами $k_f = 9$ мм.

Кріплення бази до фундаменту

При шарнірному сполученні колони з фундаментом потрібні анкерні болти для фіксації проектного положення колони і закріплення її в процесі монтажу. Приймаємо два анкерні болти діаметром $d = 20$ мм. Болти встановлюються в площині головних балок з кріпленням до плити бази, що забезпечує за рахунок гнучкості плити шарнірне сполучення колони з фундаментом.

Розрахунок оголовка колони

Оголовок колони складається з опорної плити і підкріплюючих ребер. Опорна плита передає тиск від двох головних балок на ребра оголовка і фіксує проектне положення балок за допомогою монтажних болтів. Визначаємо розміри ребер, задавшись завтовшки плити: $t_{nl} = 20$ мм. Необхідна товщина парних ребер з умови роботи на те, що зім'яло:

$$t_z = \frac{N}{R_P \gamma_C (b_{on} + 2t_{nl})} = \frac{2 \cdot 817,58}{478 \cdot 10^3 (0,20 + 2 \cdot 0,02)} = 0,0143 \text{ м},$$

де N – подвійна опорна реакція головної балки;

$R_P = R_{UN}/\gamma_m = 490/1,025 = 478$ МПа – розрахунковий опір тому, що зім'яло торцевої поверхні.

$B_{on} = 0,20$ м – ширина опорного ребра балки.

Приймаємо товщину ребра $t_z = 16$ мм.

Ширина ребра має бути не менше $b_h \geq 0,5 b_{on} + t_{nl} - 0,5t_w = 0,5 \cdot 0,2 + 20 - 0,5 \cdot 12 = 114$ мм. Приймаємо ширину парних ребер $b_h = 160$ мм вгорі і 130 мм внизу.

Висота вертикальних ребер визначається з умови розміщення флангових швів завдовжки не менше:

$$h_r = l_w + 0,01 \text{ м} = \frac{N}{4k_f (\beta \gamma_w R_w)_{\min} \gamma_C} + 0,01 \text{ м} = \frac{2 \cdot 817,58}{4 \cdot 0,9 \cdot 10^{-2} \cdot 168 \cdot 10^3 \cdot 1} + 0,01 = 0,28 \text{ м}.$$

Тут катет шва не може бути більше $k_f \leq 1,2t_w = 1,2 \cdot 12 = 14,4$ мм..

Довжина зварного шва не має бути більше

$$l_{w \max} = 85 \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 10^{-2} = 0,54 \text{ м}.$$

Приймаємо $k_f = 0,9$ см і висота ребра 0,5 м.

Так як стінка колони тонше примикаючих ребер ($t_w = 12$ мм $<$ $t_r = 16$ мм), стінку перевіряємо на зріз:

$$\tau = \frac{N}{2t_w h_r} = \frac{1635,16 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,50} = 136,3 \text{ МПа} < R_s \gamma_C = 0,58 \cdot 345 \cdot 1 = 200,1 \text{ МПа}.$$

Висновок: стінка колони завтовшки 12 мм на зріз проходить. Торець колони фрезерується, і тому товщина швів, що сполучають опорну плиту із стержнем колони і ребрами, призначається конструктивно, рівною $k_f = 8$ мм. З метою зміцнення стінки колони і вертикальних ребер від можливої втрати стійкості знизу вертикальні ребра обрамляються горизонтальними ребрами завтовшки $t_P = 8$ мм.

З ціллю укріплення стінки колони та вертикальних ребер від можливої втрати стійкості знизу вертикальні ребра обрамляють горизонтальними ребрами товщиною $t_P = 8$ мм.

4.3. Розрахунок крокв'яної ферми покриття

Вихідні дані.

Матеріал стрижнів ферм – сталь 3245, $R = 240$ МПа = 24 кН/см²
 $t = 2-20$ мм).

Пояса з таврів з рівнобіжними гранями полиць.

Збір навантажень на ферму

Постійне навантаження.

Навантаження від покриття:

$$g'_{кр} = (g_{кр} - n \cdot g_{фон}) \cdot \gamma_n = (0,86 - 1,05 \cdot 0,15) \cdot 0,95 = 0,667 \text{ кН/м}^2.$$

Вага каркаса ліхтаря на одиницю площі горизонтальної проекції ліхтаря
 $g'_{фон} = 0,1 \text{ кН/м}^2.$

Вага бортової стінки й оскління на одиницю довжини стінки
 $g_{б.ст} = 2 \text{ кН/м}.$

Вузлові сили:

$$F_1 = F_2 = F_8 = F_9 = g'_{кр} \cdot B \cdot d = 0,667 \cdot 12 \cdot 3 = 24 \text{ кН}.$$

$$F_3 = 0,667 \cdot 12 \cdot 3 + (0,1 \cdot 12 \cdot 0,5 \cdot 3 + 2 \cdot 12) \cdot 0,95 = 48,5 \text{ кН}.$$

$$F_4 = F_6 = g'_{кр} \cdot B \cdot (d + d/2) + (g'_{фон} \cdot B \cdot (d + d/2)) \cdot \gamma_n = \\ = 0,667 \cdot 12 \cdot 4,5 + (0,1 \cdot 12 \cdot 4,5) \cdot 0,95 = 41 \text{ кН}.$$

$$\text{Опорні реакції } FAG = F_1 \cdot 2 + F_3 + F_4 = 2 \cdot 24 + 48,5 + 41 = 137,5 \text{ кН}.$$

Снігове навантаження

Розрахункове навантаження:

$$p = p_0 \cdot \gamma_n \cdot n \cdot c = 1 \cdot 0,95 \cdot 1,45 \cdot c = 1,38 \cdot c.$$

Вузлові сили:

1-й варіант снігового навантаження

$$F_{1p} = F_{2p} = F_{8p} = F_{9p} = p \cdot c_2 \cdot B \cdot d = 1,38 \cdot 1,13 \cdot 12 \cdot 3 = 56 \text{ кН}.$$

$$F_{3p} = F_{7p} = p \cdot B \cdot d \cdot (c_1 + c_2)/2 = 1,38 \cdot 12 \cdot 3 \cdot (0,8 + 1,13)/2 = 48 \text{ кН.}$$

$$F_{4p} = F_{6p} = p \cdot B \cdot (d + d/2) \cdot c_1 = 1,38 \cdot 12 \cdot 4,5 \cdot 0,8 = 60 \text{ кН.}$$

$$F_{Ap} = F_{1p} \cdot 2 + F_{3p} + F_{4p} = 2 \cdot 56 + 48 + 60 = 220 \text{ кН.}$$

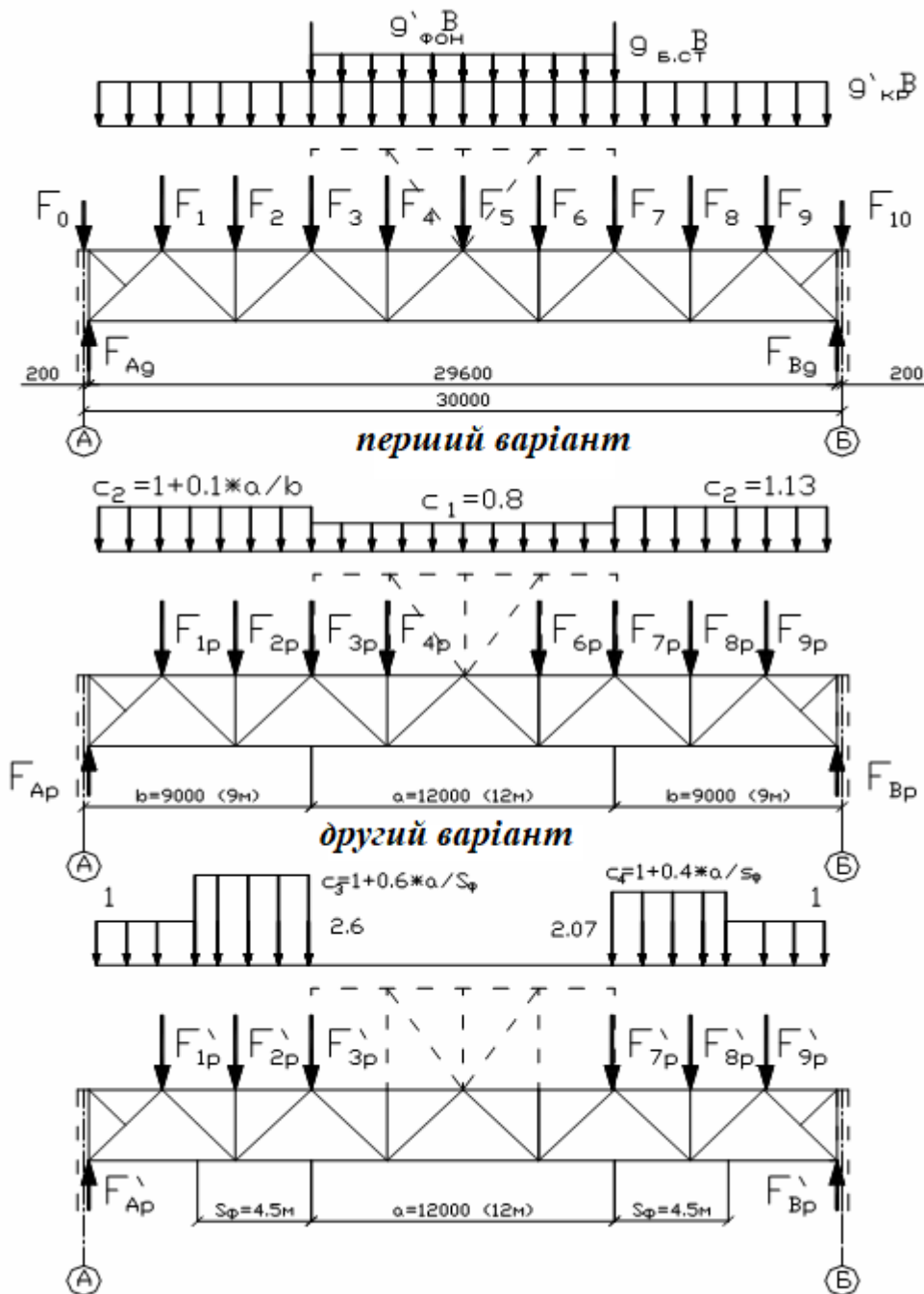


Рис. 4.3. Розрахункова схема ферми покриття

Сили F_0 і F_{10} прикладені до колон і в розрахунку ферми не враховуються.

2-й варіант снігового навантаження

$$F_{1p} = F_{9p} = p \cdot B \cdot d = 1,38 \cdot 12 \cdot 3 = 50 \text{ кН.}$$

$$F_{2p} = p \cdot c_3 \cdot B \cdot d = 1,38 \cdot 2,6 \cdot 12 \cdot 3 = 129 \text{ кН.}$$

$$F_{3p} = p \cdot B \cdot d/2 \cdot c_3 = 1,38 \cdot 12 \cdot 3 / 2 \cdot 2,6 = 65 \text{ кН.}$$

$$F_{4p} = F_{5p} = F_{6p} = 0 \text{ кН.}$$

$$F_{7p} = p \cdot c_4 \cdot B \cdot d/2 = 1,38 \cdot 2,07 \cdot 12 \cdot 3/2 = 51 \text{ кН.}$$

$$F_{8p} = p \cdot B \cdot d \cdot c_4 = 1,38 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 2,07 = 103 \text{ кН.}$$

$$F_{Ap} = (50 \cdot 26,5 + 129 \cdot 23,5 + 65 \cdot 20,5 + 51 \cdot 8,5 + 103 \cdot 5,5 + 50 \cdot 2,5) / 29 = 235 \text{ кН.}$$

$$F_{Bp} = 50 + 129 + 65 + 51 + 103 + 50 - 235 = 213 \text{ кН.}$$

Навантаження від рамних моментів.

1-я комбінація:

$$M_{1\max} = -681 \text{ кН}\cdot\text{м} ; M_{2\text{сoom}} = -285,1 \text{ кН}\cdot\text{м} \text{ (сполучення 1,2,3*,4*,5*)}.$$

2-я комбінація :

$$M_1 = -681 - (-199) = -482 \text{ кН}\cdot\text{м} ; M_{2\text{сoom}} = -285,1 - (-199) = -86,1 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Навантаження від розпору.

1-я комбінація :

$$H_1 = -12,3 + (-21 - 94 - 31 + 29) \cdot 0,9 = -117,6 \text{ кН/м.}$$

$$H_2 = -12,3 + (-21 + 43 - 5,6 + 22) \cdot 0,9 = 22,3 \text{ кН/м.}$$

2-я комбінація:

$$H_1 = -117,6 + 0,9 \cdot 21 = -98,7 \text{ кН/м.}$$

$$H_2 = 28,6 + 0,9 \cdot 21 = 41,2 \text{ кН/м.}$$

3) Визначення зусиль у стержнях ферми.

При кресленні схеми ферми за розрахункову висоту приймається відстань між осями поясів. Ухилом ферми $i = 0,015$ зневажаю.

4) Розрахунок зварених швів прикріплення розкосів і стійок до фасонкам і поясів ферми [21].

Для зварювання вузлів ферми застосовуємо напіваавтоматичне зварювання дротом Св-08М2С $d = 1,4 \dots 2 \text{ мм}$; $R_{свуш} \cdot \beta = 21,5 \cdot 0,9 = 19,3 \text{ кН/см}^2$; $R_{свус} = 0,45 \cdot 370 \cdot 1,05 = 17,5 \text{ кН/см}^2$; $l_{ш} = N/2 \cdot k_{ш} \cdot (\gamma_{сву} \cdot R_{сву} \cdot \beta)_{\min} + 1$. Розрахунок швів приведений у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Розрахунок швів ферми покриття

№ стрижня	Переріз	[N] кН	Шов по обушку			Шов по перу		
			$N_{об}$	$k_{ш}$	$l_{ш}$	$N_{об}$	$k_{ш}$	$l_{ш}$
2-3	80×6	216	162	0,4	13	54	0,4	5
3-5,5-6	140×10	615	461	0,6	23	154	0,6	8
6-8,8-9	140×10	867	650	0,8	24	217	0,8	9
1-4	110×7	331	248	0,4	19	83	0,4	7
4-7	160×100×9	771	578	0,8	22	193	0,8	8
7-10	160×100×9	867	650	0,8	24	217	0,8	9
1-3	100×10	485	364	0,8	14	121	0,8	5
3-4	80×6	405	304	0,8	12	101	0,8	5
4-6	100×8	277	208	0,5	13	69	0,5	5
6-7	50×5	150	113	0,4	9	38	0,4	4
7-9	75×6	32	24	0,4	3	8	0,4	2
4-5	75×6	153	115	0,4	9	38	0,4	4
8-7	63×6	101	76	0,4	6	25	0,4	3

Розрахунок вузлів ферми

Проміжний вузол ферми з парних куточків [21].

Куточки і фасонка виконані зі сталі С245 кріплення роблять напівавтоматичним зварюванням електродами Е42.

Перевірка міцності стику.

Стик пояса зміщений у панель з меншим зусиллям, при цьому величина зсуву така, що зусилля в розкосах не впливають на роботу стику.

Горизонтальні полки куточків пояса (γ - 110х7) перекриваються в стику двома накладками, вертикальні – фасонкою.

Розміри накладок зі сталі С245 підбираємо з умови їхньої рівномірності з горизонтальними полками ($A_H = 11 \cdot 0,7 = 7,7 \text{ см}^2$); приймаємо $b = 16 + 3 - - 4 = 15 \text{ см}$, при $t = 0,6 \text{ см}$ одержуємо $A_{H_{факт}} = 15 \cdot 0,6 = 9 \text{ см}^2$.

Переріз, що включається в розрахунок, умови визначаємо з умови його рівномірності з вертикальними полками $A_\phi = 2 \cdot A_{г.н.} = 2 \cdot 11 \cdot 0,7 = 15,4 \text{ см}^2$; відповідна висота перерізу, що включається в розрахунок, фасонки

$$h_\phi = \frac{A_\phi}{t_\phi} = \frac{15,4}{1,4} = 11 \text{ см.}$$

Міцність стику перевіряється в припущенні центрального його навантаження силою $1,2 \cdot N_1$ (коефіцієнт 1,2 враховує умовність розрахункової схеми стику):

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot N}{2 \cdot A_H + A_\phi} = \frac{1,2 \cdot 331}{2 \cdot 9 + 15,4} = 11,89 \text{ кН/см}^2 < R = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Прикріплення пояса до накладок

Шви «А» прикріплення горизонтальної полиці пояса до накладки розраховуємо по граничному зусиллю, сприйманому накладкою

$$[NH] = A_H \cdot R = 7,7 \cdot 24 = 185 \text{ кН}.$$

Приймаємо $\kappa_{ш} = 0,4$ см; $\beta_{ш} = 0,9$ (см. вище), тоді

$$l_{ш}^{проб} = \frac{[N_\phi]}{2 \cdot \beta_{ш} \cdot k_{ш} \cdot R_{yш}^{св}} + 1 \text{ см} = \frac{185}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 18} + 1 = 16 \text{ см}.$$

Прикріплення пояса до фасонки ліворуч від стику

Шви «Б» прикріплення вертикальних полиць пояса до фасонки розраховуємо по граничному зусиллю, сприйманому розрахунковим перерізом фасонки $[N_\phi] = A_\phi \cdot R = 15,4 \cdot 24 = 370$ кН. Приймаємо $\kappa_{ш} = 0,4$ см; $\beta_{ш} = 0,9$; тоді

$$l_{ш}^{проб} = \frac{[N_\phi]}{4 \cdot \beta_{ш} \cdot k_{ш} \cdot R_{yш}^{св}} + 1 \text{ см} = \frac{370}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 18} + 1 = 17 \text{ см}.$$

Прикріплення пояса до фасонки праворуч від стику

Зусилля, що зрушує, на 2 шви «У»:

$$N_{об} = (1 - \alpha) \cdot N_2 - 2 \cdot \frac{N_1 \cdot A_H}{2 \cdot A_H + A_\phi} =$$

$$(1 - 0,3) \cdot 771 - 2 \cdot 331 \cdot \frac{7,7}{2 \cdot 7,7 + 15,4} = 374 \text{ кН}.$$

Зусилля, що зрушує, на 2 шви «Г»: $N_n = \alpha \cdot N_2 = 0,3 \cdot 771 = 231$ кН.

При $k_{ш} = 0,6$ і $\beta_{ш} = 0,9$ включаємо в розрахунок $l_{ш} = 85 \cdot \beta_{ш} \cdot k_{ш} = 46$ см,

$$\text{тоді для більш навантажених швів «У»}: \tau_{ш} = \frac{374}{2 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 46} = 7,53 < R_{yш}^{св}.$$

Укрупнений зварний стик верхнього поясу ферми з парних куточків.

Укрупнений зварний стик нижнього пояса проектується аналогічно.

Перевірка міцності стику.

Розміри горизонтальних накладок і фасонки підбираємо з умови їхньої рівномірності з перекрива горизонтальними і вертикальними полками пояса (Г - 140x10):

Розміри накладок зі сталі 3245 ($AH = 14 \cdot 1,0 = 14 \text{ см}^2$); приймаємо $b = 14 + 3 = 17 \text{ см}$, при $t = 1,0 \text{ см}$ одержуємо $AH_{\text{факт}} = 17 \cdot 1,0 = 17 \text{ см}^2$.

Переріз, що включається в розрахунок, фасонки $A_{\phi} = 2 \cdot A_{\text{г.н.}} = 2 \cdot 14 \cdot 1,0 = 28 \text{ см}^2$; відповідна висота перерізу, що включається в розрахунок, фасонки

$$h_{\phi} = \frac{A_{\phi}}{t_{\phi}} = \frac{28}{1,4} = 20 \text{ см.}$$

Міцність із площею перерізу ($2 \cdot AH + A_{\phi}$) перевіряємо в припущенні центрального навантаження силою $N_{\text{см}} = 1,2 \cdot (N + N_p \cdot \cos \alpha)$, але не менш $1,2 \cdot N$, якщо знаки зусиль різні: $N_{\text{см}} = 1,2 \cdot (867 + 32 \cdot \cos 46^{\circ}) = 1067 \text{ кН}$.

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A_H + A_{\phi}} = \frac{1067}{2 \cdot 17 + 28} = 17,2 \text{ кН/см}^2 < R = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Прикріплення пояса до накладок

Шви «А» прикріплення горизонтальної полиці пояса до накладки розраховуємо по граничному зусиллю, сприйманому накладкою $[NH] = AH \cdot R = 17 \cdot 24 = 408 \text{ кН}$. Приймаємо $\kappa_{\text{ш}} = 0,6 \text{ см}$; $\beta_{\text{ш}} = 0,9$; тоді

$$l_{\text{ш}}^{\text{проб}} = \frac{[N_{\phi}]}{\beta_{\text{ш}} \cdot \kappa_{\text{ш}} \cdot R_{\text{ш}}^{\text{сб}}} + 2 \text{ см} = \frac{408}{0,9 \cdot 0,6 \cdot 18} + 2 = 44 \text{ см.}$$

Приймаємо довжину швів: уздовж накладки – 30 см, по скосі накладки – 14 см.

Прикріплення пояса до фасонки ліворуч від стику

Шви «Б» прикріплення вертикальних полиць пояса до фасонки розраховуємо по граничному зусиллю, сприйманому розрахунковим перерізом фасонки $[N_{\phi}] = A_{\phi} \cdot R = 28 \cdot 24 = 672 \text{ кН}$. Приймаємо $\kappa_{\text{ш}} = 0,6 \text{ см}$; $\beta_{\text{ш}} = 0,9$; тоді

$$l_{\text{ш}}^{\text{преб}} = \frac{[N_{\phi}]}{4 \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot R_{\text{ш}}^{\text{св}}} + 1 \text{ см} = \frac{672}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 19 \text{ см}.$$

Стик фасонки

Висоту вертикальних накладок стику приймаємо $h_H = 29 \text{ см} > h_{\phi} = 20 \text{ см}$.

Площа перерізу двох накладок повинна бути не менш АФ, відкіля

$$t_n^{\text{преб}} = \frac{A_{\phi}}{2 \cdot h_n} = \frac{28}{2 \cdot 29} = 0,48 \text{ см, але не менш } t_{\phi} / 2 = 0,7 \text{ см; приймаємо}$$

$t_n = 1,0 \text{ см}$ як і для горизонтальних накладок. З умови міцності швів «Б» і

фасонки (у розрахунку на 1 см довжини шва) $4 \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot R_{\text{ш}}^{\text{св}} = t_{\phi} \cdot 1 \cdot R$

визначаємо:

$$(\beta_{\text{ш}} \cdot k_{\text{ш}})^{\text{преб}} = \frac{t_{\phi} \cdot R}{2 \cdot R_{\text{ш}}^{\text{св}}} = \frac{1,4 \cdot 24}{2 \cdot 18} = 0,93 \text{ см, що забезпечується при}$$

$k_{\text{ш}} = 1,2 \text{ см; } \beta_{\text{ш}} = 0,8$. З урахуванням $k_{\text{ш}} = 1,2 \text{ см}$ остаточно приймаємо товщину всіх накладок у стику $t = 1,2 \text{ см}$ [21].

Висновок: результати розрахунку дозволяють використовувати прийняті елементи конструкцій у запроєктованій будівлі птахоферми.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1. Проектування будівельного генерального плану

Розрахунок тимчасових санітарно-побутових приміщень

Розміщення побутових та адміністративних приміщень запроєктоване виходячи з умов техніки безпеки, пожежної безпеки, умов зручності користування.

Відстань між побутовими приміщеннями 3 м. Підходи до побутових приміщень відкриті.

До кожного побутового приміщення прокладено тротуар шириною 1 м.

Розрахунок кількості людей проводиться в табличній формі по формулам:

$$F = (N_p / n) \cdot f \text{ (м}^2\text{)},$$

де $N_p = K \cdot (N_1 + N_2)$,

де n – кількість чоловік, які приходяться на 1 сантехнічний пристрій;

S – площа в м² на 1 сантехнічне влаштування;

N_p – розрахункова кількість чоловік;

N_1 – максимальна кількість чоловік по календарному плану;

K – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання суспільних обов'язків;

f – норма площі на одного розрахункового робітника.

Таблиця 5.1

Визначення розрахункової кількості чоловік (N_p)

№ п/п	Найменування приміщення	Кількість чоловік в % від числа робочих в найбільш багаточисельній зміні					K	N_1 чол.	N_p чол.
		Робочі I зм.	Робочі II зм.	ІТР	МОП	інші			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Контора прораба	-	-	8	-	-	0,08	40	3
2	Бригадний будинок	100	100	-	4	6	1,1	40	44
3	Столова	100	-	8	4	6	1,18	40	47
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Гардеробна	70	70	-	4	6	0,7	40	28
5	Душова	70	-	4	2	4	0,8	40	32
6	Сушилка	100	-	2	2	3	1,07	40	43

7	Туалетна	100	-	8	4	6	1,18	40	47
8	Приміщення для відпочинку, обігрівання, атмосфер. явищ.	50	-	4	2	4	0,7	40	28

Таблиця 5.2.

Визначення площ приміщень та вибір видів і типів тимчасових будівель

№ п/п	Назва приміщення	N_p чол.	n чол.	f м ² /чол.	F_p м ²	F_n м ²	Прийнято: вид, тип тимчасової будівлі
1.	Контора прораба	3	-	3,5	10,5	18,4	Контейнер типу С 1660
2.	Бригадний будинок	44	-	1,1	48,4	3x18,4	3 контейнери типу С 1660
3.	Столова	47	3	1,1	17,2	19,9	Пересувні на шасі на 28 посад місць
4.	Гардеробна	28	1	0,82	22,96	22,5	Пересувні типу ВС-50А
5.	Душова	32	10	3,5	11,2	22,5	Пересувні типу ВД-4 на 4 душа
6.	Сушилка	43	-	0,2	8,6	22,5	Пересувні типу ВС-50А
7.	Туалетна	47	15	3,5	10,97	19,9	Непересувні на 3 чол, 3 жін відділи
8.	Приміщення для відпочинку, обігрівання, атмосферних явищ	28	1	0,7	19,6	24,3	Пересувний вагон

Таблиця 5.3

№ п/п	Назва приміщення	Тип тимчасової будівлі	Розміри	Прийнята площа
1.	Кімната відпочинку	Вагончик пересувний	2,5 x 7,96	19,9
2.	Інструментальна	Контейнер № 3848	2,5 x 3,49	8,7
3.	Майстерня сантехніків	Контейнер № 3848	2,5 x 3,48	8,7
4.	Майстерня електриків	Контейнер № 3848	2,5 x 3,48	8,7
5.	Приміщення для відкритого складу	Контейнер № 3848	2,5 x 3,49	8,7
6.	Прохідна	3 інв. щитів	2 x 3	6

Забезпечення будівельного майданчика водою

Вода на будівельному майданчику витрачається на виробничі, технологічні, санітарно - побутові потреби і пожежогасіння.

Загальна потреба у воді складає:

$$B_{\text{общ}} = 0,5 (B_{\text{пр}} + B_{\text{хоз}} + B_{\text{душ}}) + B_{\text{пож.}}$$

Секундні витрати води на виробничі потреби:

$$B_{\text{пр}} = \Sigma B_{1\text{max}} K_1 / t_1 \cdot 3600$$

де $B_{1\text{max}}$ – максимальні витрати води; K_1 – коефіцієнт нерівномірності споживання води, $K_1 = 1,5$; t_1 – кількість годин роботи, до якої віднесені витрати води.

$$B_{\text{пр}} = (15700 \times 1,5) / (8 \times 3600) = 0,8 \text{ л/с.}$$

Секундні витрати води на господарчо-побутові потреби:

$$B_{\text{хоз}} = \Sigma B_{2\text{max}} K_2 / t_2 \cdot 3600$$

де $B_{2\text{max}}$ – максимальні витрати води в зміну на господарчо-питні потреби; K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання води; t_2 – кількість годин роботи в зміну

$$B_{\text{хоз}} = (40 \cdot 25 \cdot 2) / (8 \cdot 3600) = 0,1 \text{ л/с.}$$

Секундні витрати води на душові установки:

$$B_{\text{душ}} = \Sigma B_{3\text{max}} K_3 / t_3 \cdot 3600 = (40 \cdot 25 \cdot 1) / (0,75 \times 3600) = 0,5 \text{ л/с.}$$

де $B_{3\text{max}}$ – максимальні витрати води на душові установки; K_3 – коефіцієнт нерівномірності споживання води; t_3 – тривалість роботи душової установки.

На пожежогасіння приймаємо 10 л/с, тоді:

$$B_{\text{общ}} = 0,5 \times (0,8 + 0,1 + 0,5) + 10 = 10,7 \text{ л/с} \approx 11 \text{ л/с}$$

Діаметр трубопроводу для тимчасового водогону:

$$D = 35,69 \sqrt{B_{\text{общ}} / V} = 35,69 \sqrt{11 / 1,5} = 96 \text{ см.}$$

Згідно [35] приймаємо діаметр труби 100 мм.

Забезпечення будівництва електроенергією.

Електроенергія на будівельному майданчику витрачається на живлення механізмів, для зовнішнього та внутрішнього освітлення.

Загальна потужність електроспоживачів:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{нр}} + W_{\text{н о}} + W_{\text{в о}}.$$

Визначаємо потужність силових установок для виробничих потреб:

$$W_{\text{нр}} = \Sigma P_{\text{нр}} K_c / \cos \varphi = 40 \cdot 0,3/0,5 + 4 \cdot 0,4/0,5 + 1,8 \cdot 0,1/0,5 + \\ + 108 \cdot 0,35/0,4 + 17,10,7/0,8 = 140,3 \text{ кВт}$$

де K_c – коефіцієнт попиту; $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності; $\Sigma P_{\text{нр}}$ – сума потужностей механізмів і установок.

Потужність мережі зовнішнього освітлення:

$$W_{\text{н о}} = K_c \Sigma P_{\text{н о}} = 1 \cdot 8,1 = 8,1 \text{ кВт.}$$

Кількість електроенергії для внутрішнього освітлення:

$$W_{\text{в о}} = K_c \Sigma P_{\text{в о}} = 0,8 \cdot 2,4 = 2 \text{ кВт.}$$

Загальна потужність електроспоживачів:

$$W_{\text{общ}} = 140,3 + 8,1 + 2 = 150,4 \text{ кВт.}$$

За таблицею підбираємо трансформатор ТМ 180/6 масою 1250 кг.

Визначення техніко - економічних показників будгеплану

Доцільність вибраного варіанту будгеплану визначається його техніко-економічними показниками:

1. Загальна площа будгеплану: $S_1 = A \cdot B$,

де A – ширина будгеплану; B – довжина будгеплану

$$S_1 = A \cdot B = 155 \cdot 361 = 55955 \text{ (м}^2\text{)}$$

2. Площа об'єкту, що будується:

$$S_2 = a \cdot b,$$

де a – ширина об'єкту; b – довжина об'єкту

$$S_2 = 240 \cdot 90 = 21600 \text{ (м}^2\text{)}$$

3. Площа побутових приміщень:

$$S_3 = \Sigma F_{\text{нр}} ; \quad S_3 = 671,9 \text{ (м}^2\text{)}$$

4. Коефіцієнт забудови будгеплану:

$$K_1 = S_2/S_1; \quad K_1 = 21600/55955 = 0,38$$

5. Коефіцієнт забудови будгеплану побутовими приміщеннями:

$$K_2 = S_3/S_1; \quad K_2 = 671,9/55955 = 0,012.$$

5.2. Розробка календарного плану будівництва

Згідно [13] та з урахуванням [1, 3] будівля птахоферми має стандартну форму. Календарний план розділяємо на дві частини:

Ліва 1-13 графа, права 14 графа.

Першим етапом є заповнення лівої частини плану, використовуючи при цьому відомість об'ємів робіт, машиномісткість та трудомісткість, тривалість робіт, методи їх виконання.

Перша частина плану відображає хід робіт у часі. Тривалість робіт на графіку наноситься вектором. Над вектором показується кількість робочих. Тривалість робіт для механізованих процесів визначається кількістю машино-змін, для інших, з розрахунку кількості робочих в бригаді чи у ланці, виконуючих даний процес. Число робочих визначається у відповідності прийнятою трудомісткістю (не допускається більше чім на 2 %, так як графік руху робочих буде з великим перепадом).

При побудові календарного плану потрібно дотримуватись постійної чисельності робочих та об'єктів [13]. Графік складений таким чином, щоб після закінчення однієї роботи, робочі переходили на іншу. Графи 1-5 календарного плану заповнені на основі відомості об'ємів робіт та машино-змін. Прийнято трудомісткість (графа 6) визначається шляхом перемноження прийнятої кількості робочих (графа 12) на тривалість робіт в днях (графа 10) та на кількість змін (графа 11) [19, 35].

Будівельні машини, графи 7,8 заповнюються у відповідності у раніше вибраними методами робіт. Графа 9 визначається по прийнятій кількості машино-змін, отриманих шляхом перемноження тривалості робіт в днях (графа 10) на кількість змін роботи (графа 11). Кількість змін роботи для всіх основних машин приймається менше двох.

Число робочих в зміну визначається відношенням прийнятої трудомісткості (графа 6) до тривалості виконання даного процесу (графа 10). У графу 13 записуємо склад бригади [31].

Графи 5,6,8,9 підсумовуємо окремо загально-будівельними та спеціалізованими роботами, що необхідні для визначення техніко-економічних показників календарного плану.

Для рівномірного використання робочих, по мірі побудови календарного плану, під ним показуємо графік руху робочих. За кожний день підсумовуванням кількості робочих та у відповідності масштабу відкладаємо по вертикалі, а потім з'єднуємо ці величини по горизонталі.

Основа:

1. Відомість об'єму робіт
2. Таблиця вибору машин та механізмів [13]
3. ДБН Д.1.1-1-2000

Таблиця 5.4

Таблиця комплектації бригад

№ п/п	Шифр норм	Найменування робіт	Об'єм		Розрахунок (K_2) $K_2 = T_n / T_c$, (чол.)			Склад бригади
			Од. вим.	Кіль- кість	T_n , л.-дн.	T_c , дн.	K_2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Е-2	Розробка ґрунта бульдозером з переміщенням ґрунта до 10 м	1000 м ³	1,56	5,73	2	2	Машиніст 5р-1
2	Е-2	Те ж, при переміщенні ґрунта більше 10 м	1000 м ³	46,8	14,0	7	2	Машиніст 5р-1
3	Е-2	Зрізання рослинного шару з плануванням поверхні	1000 м ²	26,0	1	1	1	Машиніст 5р-1
4	Е-2	Розробка ґрунта в траншеях у відвал	1000 м ³	4,25	8,2	4	2	Машиніст 5р-1
5	Е-2	Розробка ґрунта в траншеях вручну	100 м ³	3,0	51,4	6	4	землекоп
6	Е-4	Влаштування бет підготовки	м ³	230	38,4	6	6	бетонщик
7	Е-4	Влаштування з/б фундаментів об'ємом до 5 м ³	м ³	520	227,0	18	12	бетонщик
8	Е-4	Влаштування з/б фундаментів об'ємом до 10 м ³	м ³	500	315,2	26	12	бетонщик
9	Е-4	Влаштування балок	шт	110	56,3	8	7	Машиніст 5р-1 Бетонщик

								4р-2, 3р-2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Е-4	Влаштування гідроізоляції на фонд балках	м ²	198	15,2	6	2	Бетонщик 2р-2
11	Е-2	Зворотня засипка пазах фундаментів	1000 м ³	3,17	43,0	7	6	Машиніст 5р-1
12	Е-2	Ущільнення ґрунту пневмо-трамбовками	100 м ³	31,7	45,8	7	6	Машиніст 6р-1
13	Е-5	Монтаж колон	т	360	414	34	12	Монт. 5р-1, 4р-2, 3р-2 Машиніст 5р-1
14	Е-5	Монтаж підкранових балок	т	480	648,6	54	12	Монтажн.
15	Е-5	Монтаж металевих ферм	т	348	538,12	44	12	Монтажн. 5р-1, 4р-2, 2р-1
16	Е-5	Монтаж вертикальних зв'язків	т	150	448,2	37	12	Маш. 5р-1
17	Е-4	Влаштування плит покриття	шт	600	312,4	26	12	Монтажн.
18	Е-4	Монтаж стінових панелей	шт	660	599,6	50	12	Монтажн.
19	Е-5	Монтаж віконних панелей	т	14,3	128,9	10	12	Монтажн.
20	Е-5	Монтаж сходів	т	3,6	12,7	2	6	Монтажн.
21	Е-5	Монтаж воріт	т	4,45	44,5	7	6	Монтажн.
22	Е-3	Цегляна кладка стін товщ 250 мм	м ³	56,25	31,1	5	6	Муляр 4р-2, 3р-2, 2р-2
23	Е-3	Цегляна кладка перегородок в ¼ цегли	м ²	875	140,9	11	12	Муляр 4р-2, 3р-2, 2р-2
24	Е-7	Влаштування пароізоляції	м ²	21600	395,12	14	12	Покрівельник 6р-2, 5р-2, 4р-2, 3р-2, 2р-1
25	Е-7	Влаштування утеплювача	м ³	1296	366,7	28	6	Покрівельник 4р-2, 3р-2, 2р-2
26	Е-7	Влаштування цементної стяжки	м ²	21600	579,5	44	12	Покрівельники
27	Е-7	Влаштування рубероїдного килиму	м ²	21600	842,9	30	6	Покрівельники
28	Е-8	Скленіння вікон	100 м ²	6,9	79,8	9	8	Стікольщ 4р-4, 3р-2, 2р-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	Е-6	Заповнення дверних прорізів	м ²	22	2,6	1	2	Тесляр 4р- 2, 2р-1
30	Е-19	Влаштування підстиляючого шару з щебня	м ³	54	37,4	6	6	бетонщики
31	Е-19	Влаштування асфальто- бетонних підлог	м ²	540	34,9	5	6	Бетонщик 4р-2, 3р-2, 2р-2
32	Е-19	Влаштування бет підготовки	м ³	2160	964	40	24	бетонщики
33	Е-19	Влаштування цементних підлог	м ²	203	7,9	1	6	бетонщики
34	Е-19	Влаштування підлог з керамічної плитки	м ²	60	5,7	2	3	Облиц. 4р- 2, 2р-1
35	Е-19	Влаштування брущатих підлог	м ²	120	14,6	2	6	Облиц 4р- 2, 3р-2, 2р- 2
36	Е-8	Штукатурні роботи	100 м ²	7,8	65,9	16	4	Штукатури 4р-2, 3р-2
37	Е-8	Водне фарбу- вання стін і стель	100 м ²	238	207,8	48	4	Муляри 4р- 2, 2р-2
38	Е-8	Фарбування суриком металевих поверхонь	100 м ²	150	203	42	4	Муляри
39	Е-8	Фарбування суриком мет труб і вікон	100 м ²	12	16,2	6	2	Муляри
40	Е-8	Масляне фарбування воріт і дверей	100 м ²	3,2	12,7	6	2	Муляри
41	Е-4	Влаштування асфальто- бетонного вимощення	100 м ²	6,6	4,5	2	2	Бетонщики 4р-2, 3р-2, 2р-2
42	Е-4	Влаштування підготовки під вимощення	100 м ³	66	26	4	6	Бетонщики
43	Е-9	Електромонтажні роботи	100 м ³	3369,6	123,27	24	5	електрики
44	Е-9	Опалення і вентиляція	100 м ³	3369,6	164,37	20	8	сантехніки
45	Е-9	Водопровід і каналізація	100 м ³	3369,6	123,27	15	8	сантехніки
46	Е-9	Слаботочні роботи	100 м ³	3369,6	41,1	8	5	електрик
47		Інші роботи			748,5	149	5	різнороби

6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Технологія і організація будівництва повинні розроблятися з урахуванням нових досягнень в будівельному виробництві і засновується на принципах індустріалізації будівництва, вдосконалення методів і форм його організації, важливими з яких є [13, 19, 29, 31]:

- збільшення збірності конструкцій і деталей заводського виготовлення;
- перехід на вузловий монтаж конструкцій і технологічного обладнання;
- комплексна механізація і автоматизація будівельно-монтажних робіт;
- застосування рекомендацій щодо використання результатів наукових досліджень в області вдосконалення організації будівництва і технології виробництва БМР [35 та ін.].

6.1. Умови забезпечення будівництва

Будівельний майданчик знаходиться в околиці міста Біла Церква. До будмайданчика веде автомобільний шлях. Доставка матеріалів відбувається з приоб'єктного складу [13]. Тимчасова електролінія підключена до постійної електролінії через трансформатор з пунктом обліку електроенергії. Тимчасові інженерні комунікації запроектовані від існуючих комунікацій. Підключення до постійних мереж виконується з влаштуванням колодязя, а при влаштуванні водогону ставиться водомір.

6.2. Обґрунтування тривалості будівництва

Нормативну тривалість будівництва визначаємо згідно ДБН А.3.1–5:2016 [13], вона дорівнює 13 місяців.

Розрахункова тривалість будівництва становить 11,5 місяців.

По графіку та залежності нормативної тривалості від об'єму БМР маємо:

$$T_H = \frac{T_{\text{табл}} \cdot C_1}{C_{\text{табл}}}$$

де: T_H – нормативна тривалість будівництва;

$T_{\text{табл}}$ – таблична тривалість будівництва для табличного об'єму БМР;

$C_{\text{табл}}$ – нормативний об'єм БМР;

$$\text{Тоді: } T_H = \frac{12 \cdot 0,4407}{0,7} = 7,55 \text{ міс}$$

Приймаємо тривалість будівництва 10 місяців (кв.), в тому числі підготовчий період 15-25% ,5 місяця.

6.3. Визначення номенклатури та підрахунок об'ємів робіт та ресурсів

В якості нормативних джерел приймаємо [13] та навчальну лутературу [29, 31, 35].Приймаючи за основу методи виконання робіт, їхні види, технологічну послідовність і особливості, усі запроєктовані машини і механізми скомплектовані в табличній формі, табл. 6.1.

Таблиця 6.1

	Найменування	Марка	Кількість
1.	Екскаватор ємністю ковша 0,5 м ³ 0,3 м ³	ЄО-3322А Є-303	1 1
2.	Бульдозер	ДЗ-27	1
3.	Автомобільний кран	КС-4561 АК-75 МКА-16	1 1 1
4.	Гусеничний кран	МКТ-25	1
5.	Автомобіль бортовий	ЗИЛ-130	1
6.	Автомобіль самоскид	МАЗ-205	1
7.	Зварювальний агрегат	ТДМ-165	1
8.	Компресор	ЗИФ-55	1
9.	Причеп автомобільний		1
10.	Автобетоновоз «Міксер»	СБ 92-1	1
11.	Атомобілі-тягачі	КРАЗ-221Б	1
12.	Палєбійний агрегат		1

Відомість підрахунку об'ємів робіт наведена у табл. 6.2.

Таблиця 6.2

№ строки	Найменування робіт	Од. виміру	Разом по будівництву
1	2	3	4
1.	Земляні роботи	м ³	
	Виймка,	м ³	4926
	Зворотня засипка	м ³	4099
2.	Цегляна кладка	м ³	140
3.	Улаштування монолітних конструкцій:		
	Залізобетонних	м ³	247
	бетонних	м ³	85
4.	Монтаж збірних конструкцій:		
	Залізобетонних	м ³	1224
	Бетонних	м ³	26
1	2	3	4
5.	Монтаж сталевих конструкцій	м ²	397
6.	Заповнення проїомів	м ²	292
7.	Влаштування підлог та покриттів	м ²	2888
8.	Покрівельні роботи	м ²	1488
9.	Оздоблювальні роботи	м ²	26468
10.	Внутрішні сантехнічні роботи	тис.грн	21,12
11.	Електромонтажні роботи	тис.грн	66,11
12.	Монтаж технологічного обладнання	тис.грн	670,41
13.	Укладка трубопроводів	м	574
14.	Влаштування автодоріг, тротуарів, відмосток та майданчиків	м ²	1740

6.4. Вибір методів виконання робіт

Всі роботи повинні виконуватись у відповідності з правилами виконання БМР та проектом виконання робіт у відповідності до [13]. До початку загального будівництва повинні бути виконані роботи підготовчого періоду, що включають в себе загально-площадкові заходи по розчищенню території від сміття, кущів, пеньків, знесення зайвих будов; інженерні роботи по плануванню території, влаштуванню тимчасових побутових і складських приміщень, прокладанні тимчасових мереж водо- і енергопостачання, електроосвітлення,

огороження території, влаштування зв'язку – тимчасового телефонного. Для виконання вказаних робіт застосовуються: бульдозер Д-272, трактор «Беларусь» МТЗ-5 з навісним відвалом бульдозерним шириною 2 м і екскаваторним ковшем ємкістю 0,15 м³, зворотня лопата. Всі роботи виконуються в одну зміну. До початку будівельних робіт необхідно встановити геодезичний репер, виконати розбивку координатної сітки на майданчику, розбивку осей будівлі.

Зрізання рослинного шару виконується бульдозером Д-272 траншейно-смуговим способом. Ґрунт у котлованах і траншеях розробляється екскаватором Е-652 зворотня лопата у дві зміни; зачистка дна виїмок виконується бульдозером (75%) і вручну (25%). Зворотня засипка ґрунту виконується бульдозером, ущільнення ґрунту виконується пошарово на 0,3 м пневмотрамбовкою.

Для влаштування монолітних фундаментів прийняті слідуючі машини і обладнання: кран МКГ-25, бетоноукладчик ЛБУ-20, вібратори, комплект щитової опалубки «Моноліт». Бетонна суміш готується централізовано на заводі і завозиться на об'єкт автосамоскидами ЗІЛ-ММЗ-555.

До місця укладання в конструкцію бетон подається бетоноукладчиком ЛБУ-20. Арматурні каркаси і щити опалубки завозяться бортовим автомобілем ЗІЛ-130 і подаються до робочого місця краном. Робота виконується ланцюгами опалубщиків, арматурщиків і бетонщиків потоково-роздільним методом.

Монтаж металевих конструкцій і збірних залізобетонних надземної частини виконується двома монтажними кранами: МКГ-25 і СКГ-63.

Роботи проводяться у 2 зміни сумісним потоково – захватним методом бригадою монтажників чисельністю 12 чол. Монтаж колон ведеться з транспортних засобів, а всіх інших конструкцій каркасу з попереднім складуванням у зоні дії крану.

Цегляна кладка перегородок виконується спеціалізованою ланкою з шости чоловік ярусно-захватним методом в 1 зміну.

Покрівельні роботи ведуться бригадою покрівельників з 12 чоловік потоково-роздільним методом в 1 зміну.

Комплекс покрівельних робіт розділено на 4 спеціалізовані процеси:

- підготовка основи і влаштування пароізоляції;
- укладання утеплювача;
- влаштування цементної стяжки;
- наклеювання рулонного килиму.

Машини: установка БПУ, підіймач ТП-5, установка для нанесення мастики СО-122.

Штукатурні роботи виконуються потоково-роздільним методом з використанням штукатурної станції «Салют-2». Штукатурний розчин готується централізовано на бетонно-розчинному вузлі і доставляється на об'єкт автосамоскидом ЗІЛ-ММЗ-555.

Бетонна підготовка під підлоги виконується після монтажу конструкцій покриття і прокладання підземних комунікацій. Роботи ведуться бригадою чисельністю 6 чоловік з використанням бетоноукладальної машини в 1 зміну.

Малярні роботи виконуються спеціалізованою бригадою потоково-роздільним методом з використанням малярної станції «МС-2» в одну зміну. Водне і олійне фарбування виконують окремими спеціалізованими потоками по захватках. До виконання водних фарбувань повинні бути виконані роботи по встановленню сантехприладів і запірної арматури, монтажу електроапаратури. До початку фарбування олійними сумішами повинні бути виконані роботи по повторному скління вікон.

6.5. Вибір комплекту будівельних машин та обладнання

Для монтажу конструкцій одноповерхової промислової будівлі доцільно застосовувати самохідні стрілові крани.

Вибір виконується із порівняння варіантів кранів.

Таблиця 6.3

Відомість змонтованих елементів

Назва конструкції	Кі- ль- кість, шт	Ва- га 1- го еле- мен- та	Заг. вага	Влаштування для стропування конструкцій			
				Назва, марки, ескіз	Вага амон- та, т	Вага строп, т	$H_{стр.}$ М
Колони кр. Ряду	48	3,95	208	амон балансуєча траверса (Промстальконстр укція № 3030 м)	3,95	0,5	3
Колони сер. Ряду	30	5,3	152		5,3		
Колони фахверкові	76	2,8	212,8		2,8		
Кров'яні ферми	60	5,29	348	Траверса (Промсталь- конструкція № 496р)	5,29	2,2	7,7
Плити покриття	600	7,0	4200	Траверса (Промсталь- конструкція № 4960 р)	7,0	1,06	2,1

Визначення робочих параметрів кранів.

При монтажі колон:

Потрібна висота: $H_k = h_0 + h_{m\phi} + h_e + h_{cm} = 0 + 0,5 + 16,2 + 3 = 19,4$ м

Потрібна вага: $Q_k = Q_{ek} + g_{cm} = 3,95 + 0,5 = 4,45$ т

При монтажі крокв'яних ферм:

Потрібна висота:

$$H_{\phi} = h_{ek} + h_{m\phi} + h_{ef} + h_{cm} = 16,2 + 0,5 + 5,4 + 7,7 = 29,8 \text{ м.}$$

Потрібна вага: $Q_k = Q_{ef} + g_{cm} = 5,29 + 2,2 = 7,49$ т.

При монтажі плит покриття:

Потрібна висота:

$$H_{nl} = h_{ek} + h_{m\phi} + h_{enl} + h_{cm} + h_{cp} = 16,2 + 0,5 + 0,45 + 2,1 + 5,4 = 24,65 \text{ м.}$$

Потрібна вага: $Q_{nl} = Q_{enl} + g_{cm} = 7,0 + 1,06 = 8,06$ т.

Таблиця 6.4

Назва елемента	Потрібні параметри										Технічно-придатні крани	Робочі параметри		
	Q_e _т	$g_{ст}$ _т	Q_{max} _т	h_0 _м	$h_{mб}$ _м	h_e _м	$H_{стр}$ _м	H_{max} _м	Довжина стріли	Виліт стріли		Q _т	L _м	H _м
Колони крайнього ряду	3,95	0,463	4,45	0	0,5	16,2	3	19,4	20	min	МКГ-25 (Lст=20м) КС-5362 (Lст=22,5м) СКГ-63 (Lст=30м) з гуськом 10м КС-7361 (Lст=31м) з гуськом 10м	17	7	20,2
Колони середнього ряду	5,3	0,463	5,76	0	0,5	16,2	3	19,4	20	min				
Фахверкові колони	2,8	0,463	3,26	0	0,5	16,2	3	19,4	20	min		14,2	6	22
Крокв'яні ферми	5,29	2,2	7,49	16,2	0,5	5,4	7,7	29,8	30	14		12,8	14	36,3
Плити покриття	7,0	1,06	8,06	21,6	0,5	0,45	2,1	24,6	31	14		8,1	13,3	26

Висновок: Отже, для монтажу каркасу даної будівлі як більш технічно-доцільні приймаємо крани СКГ-63 та МКГ-25 [34].

6.6. Технологія виконання будівельних процесів

6.6.1. Технологічна карта на влаштування бетонних підлог

Область застосування

Технологічна карта розроблена на влаштування бетоної підлоги одноповерхового промислового будинку.

Впровадження даної карти в будівельне виробництво дозволить на 100 м² бетонної підлоги в порівнянні з влаштуванням ранньої технології скоротити витрати цементу на 0,29 т, підвищити культуру виробництва, полегшити працю бетонщиків, скоротити працевитрати на 2 л-год, а також значно зекономити кошти.

Підрахунок техніко-економічних показників [29]

Обсяг робіт:

$$V = V_n = V_n = 21798 \text{ м}^2.$$

2. Загальні працевитрати:

$$\text{по нормі: } Q_n = 1130,19 \text{ л.-дн.}$$

$$\text{прийнято: } Q_n = 1080 \text{ л.-дн.}$$

3. Питома працємiсткiсть:

$$\text{по нормі: } g_n = Q_n/V = 1130,19 / 21798 = 0,052 \text{ л.-дн/м}^2$$

$$\text{прийнято: } g_n = 1080 / 21798 = 0,05 \text{ л.-дн/м}^2$$

4. Виробіток робітника за зміну:

$$\text{по нормі: } B_n = V/Q_n = 21798 / 1130,19 = 19,11 \text{ м}^2/\text{л.-дн}$$

$$\text{прийнято: } B_n = V/Q_n = 21798 / 1080 = 20 \text{ м}^2/\text{л.-дн}$$

5. Продуктивність праці:

$$\text{по нормі: } P_n = 100 \%$$

$$\text{прийнято: } P_n = (Q_n/Q_n) \times 100 \% = (1130,19 / 1080) \times 100 \% = 104,6 \%$$

Зарплата:

$$З = \Sigma З \times K = 12218,25 \times 1,92 = 23459,04 \text{ грн.}$$

Зарплата на одиницю продукції:

$$З \text{ м}^2 = З / V = 23459,04 / 21798 = 1,07 \text{ грн./м}^2$$

8. Зарплата робітника за зміну:

$$\text{по нормі: } З_{\text{нл-дн.}} = З/Q_n = 23459,04 / 1130,19 = 21,70 \text{ грн./л.-дн.}$$

$$\text{прийнято: } З_{\text{нл-дн.}} = З/Q_n = 23459,04 / 1080 = 23,42 \text{ грн./л.-дн.}$$

6.6.2. Організація та технологія будівельного процесу

При улаштуванні бетонних підлог, є метод вакуумування. Він доцільний при улаштуванні підлог в окремих приміщеннях не менш 100 м², і де до підлоги пред'являються підвищені вимоги по опорі стиранню і пиленню товщиною шару від 100 до 300 мм. Вакуумування бетону дозволяє витягти з покладеного і вже ущільненого бетону близько 10-20 % надлишкової води затвору, завдяки чому істотно поліпшуються фізико-механічні властивості бетону. При цьому

міцність бетону підвищується на 20-25 % і зменшується пластична усадка, що дає можливість підвищити протикорозійну стійкість бетону, збільшити його водопроникність, морозостійкість і опір стираності.

Улаштування покриттів з вакуумованого бетону допускається робити при температурі повітря на рівні підлоги не менш 5°C. Ця температура повинна підтримуватися до придбання міцності 50 % від проектної. Рухливість суміші повинна бути при цьому повинна бути $8 \div 10$. Вакуумування бетону варто робити при розрядженні вакуум-насоса $0,02 \div 0,08$ МПа відразу після закінчення вібрування. Бетонні покриття не можна застосовувати для підлог, що випробують вплив кислот і їхніх розчинів. При оцінці довговічності підлог установлюють відповідність між параметрами впливу і якості. Для рішення цієї задачі виходять з наступних спрощень: визначеність внутрішніх зовнішніх впливів; лінійність математичного опису реакцій системи на вплив і ідеальність реакції. Технологічна підлога повинна протистояти фізичним і механічним впливам, бути гладкою але не слизькою. Стійкість до ударних впливів – найбільш розповсюджені впливи на підлоги. Ознаками впливу є: вибоїни у верхній частині покриття підлоги відшарування покриття; прошарку, стяжки від низ лежачих елементів; наскрізні тріщини в покритті на всю товщину.

6.6.3. Техніка безпеки

Підготовлені до вкладання бетоном поли і поверхні робочих швів повинні відповідати наступним вимогам:

- природні та штучні основи повинні зберігати фізико-механічні якості, передбачені проектом;
- основи та поверхні повинні бути очищені від пилу, бруду, води;
- перед вкладанням бетонних покриттів повинні бути перевірені і прийняти всі конструкції;
- бетонування смуг роблять через одну смугами 3-4 м;
- після за тверднення бетону в суміжних смугах, вкладених між маячними рейками, виконують бетонування проміжних смуг.

→ рухливість бетонної суміші повинна бути не більше 8 см;

Потім ідуть роботи в такій послідовності:

→ ущільнення бетонної суміші віброрейкою, вирівнювання суміші;

→ вкладання фільтруючих рушників;

→ вакуумування;

→ знімання, очищення, промивання рушників, рейок;

→ зглажування машинами.

Всіх робітників, зайнятих на влаштуванні підлог, навчають прийомам робіт та знайомлять з правилами техніки безпеки; їх інструктують про небезпеку матеріалів, що застосовуються та мірі пожежної безпеки при роботі з ними. Працюючи з вапном, цементом та іншими активними матеріалами, що пилять, потрібно захищати очі та дихальні шляхи від пилу, а шкіру від опіку їдким лугом. При ущільненні суміші електровібраторами переміщувати шланги не допускається, а при пориві потрібно негайно все відключити. При застосуванні переносних світильників напругення в них повинно бути 36В. Встановлювати поблизу аптечки з набором медикаментів та перев'язувальних засобів.

6.6.4. Вказівки щодо технічного приймання робіт

Якість робіт повинна відповідати ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 та рекомендацій, наведених у [31, 35].

. Контроль передбачає:

- відповідність проектних товщин, площин, оцінок, ухилів;
- якість вихідних матеріалів;
- ступінь ущільнення бетонної суміші;
- примикання підлоги до конструкцій будинку.

Відхилення товщини покриття підлог від проектних оцінок (2) допускається тільки в окремих місцях не більш 10% заданої товщини. Рівність поверхні перевіряють у всіх напрямках рівнем і контрольною рейкою довжиною 2 м, а при наявності ухилів – контрольною рейкою-шаблоном з

рівнем. Відхилення від заданого ухилу допускається не більш 0,2 % розміру приміщення. При ширині довжині приміщення 25 м і більш, ці відхилення не повинні перевищувати 500 мм (3).

Міцність бетону визначають випробуючи не менш 3 контрольних зразків на кожні 500 м² покриття підлоги. При прийманні покрить також перевіряють підготовку поверхні низлежачого шару. Тріщини, вибої і відкриті шви не допускаються.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

7.1. Система охорони праці на будівництві

Діюча система охорони праці (трудове законодавство, виробнича санітарія і техніка безпеки) забезпечує належні умови праці робітникам-будівельникам, підвищення культури виробництва, безпека робіт і їхнє полегшення, що сприяє підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних умов праці в будівництві тісно зв'язано з технологією й організацією виробництва.

У будівництві керуються [14] ДБН А.3.2-2-2009, що містить перелік заходів, які забезпечують безпечні методи проведення будівельно-монтажних робіт. Допуск до роботи прийнятих робітників здійснюється після проходження ними загального інструктажу з техніки безпеки, а також інструктажу безпосередньо на робочому місці. Крім цього, робітники навчаються безпечним методам робіт протягом трьох місяців із дня надходження, після чого одержують відповідні посвідчення. Перевірка знань робітників техніки безпеки проводиться щорічно.

Відповідальність за безпеку робіт покладена в законодавчому порядку на технічних керівників будівництв – головних інженерів і інженерів по охороні праці, виконавців робіт і будівельних майстрів. Керівники будівництва зобов'язані організувати планування заходів щодо охорони праці і протипожежній техніці і забезпечити проведення цих заходів у встановлений термін.

Усі заходи щодо охорони праці здійснюються під безпосереднім державним наглядом спеціальних інспекцій.

Поліпшення організації виробництва, створення на будівельному майданчику умов праці, що усувають виробничий травматизм, професійні захворювання й забезпечуючі нормальні санітарно-побутові умови – одна з

найважливіших задач, від успішного рішення якої залежить подальше підвищення продуктивності праці на будівництвах.

В обов'язки адміністрації будівельних організацій по охороні праці входять [14]:

- дотримання правил по охороні праці, здійснення заходів щодо техніки безпеки і виробничої санітарії,
- розробка перспективних планів і угод колективних договорів по поліпшенню й оздоровленню умов праці,
- забезпечення працюючих спецодягом, спец взуттям, засобами індивідуального захисту,
- проведення інструктажів і навчання робітників правилам техніки безпеки,
- організація пропаганди безпечних методів праці, забезпечення будівельних об'єктів плакатами, попереджувальними написами і т.п.,
- організація навчання і щорічної перевірки знань, правил і норм охорони праці інженерно-технічного персоналу,
- проведення медичних оглядів осіб, зайнятих на роботах з підвищеною небезпекою і шкідливими умовами,
- розслідування всіх нещасливих випадків і профзахворювань, що прийшли на виробництві, а також їхній облік і аналіз,
- ведення документації і перевірка встановленої звітності по охороні праці,
- видання наказів і розпоряджень з питань охорони праці.

Обов'язку відповідальних осіб адміністративно-технічного персоналу будівництв за стан техніки безпеки і виробничої санітарії визначені ДБН А.3.2-2-2009 [14].

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

Вступний (загальний) інструктаж з безпечних методів робіт проводиться з усіма робітниками та службовцями, що надходять у будівельну організацію (незалежно від професії, посади, загального стажу і характеру майбутньої роботи).

Ціль вступного інструктажу – ознайомити нових працівників із загальними правилами техніки безпеки, пожежній безпеці, виробничій санітарії, надання до лікарської допомоги і поведіння на території будівництва, з питаннями профілактики виробничого травматизму, а також зі специфічними особливостями роботи на будівельному майданчику.

Вступний інструктаж, як правило, проводиться інженером по техніці безпеки. Програма вступного інструктажу розробляється з урахуванням місцевих умов і специфіки роботи на будівництві і затверджується головним інженером будівельної організації.

Інструктаж на робочому місці проводять із усіма робітниками, прийнятими в будівельну організацію, а також переведеними з інших чи ділянок будівельних керувань, перед допуском до самостійній роботі з безпечних методів і прийомів робіт і пожежної безпеки безпосередньо на робочому місці.

Первинний інструктаж проводиться керівником робіт (майстром, виконавцем робіт, начальником ділянки), у підпорядкування якому спрямований робітник.

Ціль інструктажу – ознайомити робітника з виробничою обстановкою і вимогами безпеки при виконанні отриманої роботи.

7.2. Безпечні методи виробництва будівельно-монтажних робіт

7.2.1. Земляні роботи

До початку виконання земляних робіт в місцях розташування діючих підземних комунікацій повинні бути розроблені та узгоджені з організаціями, що експлуатують ці комунікації, заходи з безпечних умов праці, а

розташування підземних комунікацій на місцевості позначено відповідними знаками чи написами.

Котловани й траншеї, що розробляються на вулицях, проїздах, а також в місцях, де рухаються люди і транспорт, повинні бути огорожені захисним огородженням, на якому необхідно встановити попереджувальні написи й знаки, а в нічний час – сигнальне освітлення.

Місце проходження людей через траншеї повинні бути обладнані перехідними містками, що освітлюються в нічний час.

Грунт, що витягується із котлованів і траншей слід розміщати на відстані не менше 0.5 м від бровки виямки.

Розробляти ґрунт в котлованах і траншеях “підкопом” не дозволяється.

Валуни та каміння, а також відшарування ґрунта, виявлені на відкосах, повинні бути видалені.

Перед допуском робітників в котловани чи траншеї глибиною більше 1.3 м повинна бути перевірена стійкість відкосів чи кріплення стін. Завантаження ґрунта на автосамоскиди повинно виконуватись з боку заднього чи бокового борта.

Для забезпечення безпечних умов виробництва грабарств необхідно дотримувати наступні основні умови безпечного провадження робіт. Грабарства в зоні розташування діючих підземних комунікацій можуть провадитися тільки з письмового дозволу організацій, відповідальних за експлуатацію. Технічний стан землерийних машин повинний регулярно перевірятися зі своєчасним усуненням виявлених несправностей. Екскаватор під час роботи необхідно розташовувати на спланованому місці. Під час роботи екскаватора забороняється перебування людей у межах призми обвалення й у зоні розвороту стріли екскаватора, козирки, що утворюються у роботі, необхідно негайно зрізати.

Завантаження автомобілів екскаватором провадиться так, щоб ківш подавався з бічної чи задньої сторони кузова, а не через кабіну водія. Пересування екскаватора з завантаженим ковшем забороняється.

7.2.2. Бетонні та залізобетонні роботи

Опалубку, що застосовують для зведення монолітних залізобетонних конструкцій, необхідно виготовляти і застосовувати у відповідності з проектом виконання робіт, затвердженому в установленому порядку.

Розміщення на опалубці обладнання і матеріалів не передбачених проектом виконання робіт, а також перебування людей, безпосередньо не виконуючих робіт на настилі опалубки, не допускається.

Розбирання опалубки повинно виконуватись (після досягнення бетоном заданої міцності) з дозволу виконавця робіт, а особливо відповідальних конструкцій (по переліку, встановленому проектом) - з дозволу головного інженера.

Заготовка й обробка арматури повинна виконуватись в спеціально призначених для цього й відповідно обладнаних місцях.

Кожен день перед початком вкладання бетону в опалубку необхідно перевіряти стан тари, опалубки й засобів підмашування. Виявлені несправності слід відразу ж ліквідувати [2, 35].

При вкладанні бетону із бункерів відстань між нижньою кромкою бункера і раніше вкладеним бетоном чи поверхнею, на яку вкладається бетон, повинна бути не більше 1 м, якщо інші відстані не передбачені проектом виконання робіт.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщати вібратор за струмоведучі шланги не допускається, а при переривах в роботі і при переході з одного місця на інше електровібратори слід вимикати.

Після кожного переміщення електрообладнання, що застосовують при прогріванні бетону, на нове місце слід візуально перевіряти стан ізоляції проводів, засобів захисту огорожень і заземлення.

7.2.3. Монтажні роботи

До монтажу збірних конструкцій і проведенню допоміжних такелажних робіт допускаються робітники, що пройшли спеціальне навчання і досягли 18-

літній вік. Не рідше одного разу в рік повинна проводитися перевірка знань безпеки методів робіт у робочих і інженерно-технічних працівників адміністрацією будівництва. Основні рішення по охороні праці, передбачені в проекті організації робіт, повинні бути доведені до відома монтажників.

До монтажних робіт на висоті допускаються монтажники, що пройшли один раз у рік спеціальний медичний огляд. При роботі на висоті монтажники оснащуються запобіжними поясами. Під місцями виробництва монтажних робіт рух транспорту і людей забороняється.

На всій території монтажної площадки повинні бути встановлені вказівки робочих проходів і проїздів і визначені зони, небезпечні для проходу і проїзду.

При роботі в нічний час монтажна площадка освітлюється прожекторами.

До початку робіт повинна бути перевірена справність монтажного і піднімального устаткування, а також загарбних пристосувань. Вантажопідйомні механізми перед пуском їх в експлуатацію випробують відповідальними особами технічного персоналу будівництва зі складанням акту відповідно до правил інспекції. Такелажні і монтажні пристосування для підйому вантажів слід випробувати вантажем, що перевищує на 10% розрахунковий, і постачати бирками з указівкою їхньої вантажопідйомності. Усі загарбні пристосування систематично перевіряють у процесі їхнього використання з записом у журналі.

Залишати підняті елементи у висячому положенні на гаку крана на час обідніх і інших перерв категорично забороняється [14].

При проведенні електрозварювальних робіт слід строго дотримуватися діючих правил електробезпечності і виконувати вимоги по захисту людей від шкідливого впливу електричної дуги зварювання.

7.2.4. Безпечні методи виробництва мулярських робіт

Муляри крім вступного інструктажу й інструктажу на робочому місці повинні пройти навчання безпечним способам роботи з відповідного програмі.

Робочі місця мулярів обладнаються необхідними захисними і запобіжними пристроями і пристосуваннями, у тому числі огороженнями.

Відкриті прорізи в стінах і перекриттях відгороджуються на висоту не менш одного метра. Одночасне провадження робіт у двох і більш ярусах по одній вертикалі без відповідних захисних пристроїв неприпустимо. Кладка кожного ярусу стіни виконується з розрахунком, щоб рівень кладки після кожного переміщення був на один - два ряди вище робочого настилу. При кладці стін із внутрішнього риштування слід по всьому периметрі будинку встановлювати зовнішні захисні козирки. Перший ряд козирків установлюють не вище 6 метрів від рівня землі і не знімають до закінчення кладки всієї стіни. Другий ряд козирків установлюють на 6-7 метрів вище першого і переставляють через поверх, тобто через 6-7 метрів. Ширина захисного козирка повинна бути не менш 1,5 м. Площина козирка повинна складати з площиною стіни кут 70 градусів. Зберігати матеріали і ходити на козирках забороняється. Ліси і підмостки необхідно робити міцними і стійкими. Настили лісів і риштування, а також драбини обгороджують міцною поруч висотою не менш 1 метра і бортовою дошкою висотою не менш 15 див. Настили лісів і риштування треба регулярно очищати від будівельного сміття, а в зимовий час від снігу і льоду і посипати піском. Металеві ліси обладнаються грозозахисними пристроями, що складаються з блискавкоприймачем, токопровідників і заземлювачів.

7.2.5. Безпечні методи виробництва покрівельних робіт

При улаштуванні покрівлі з рулонних матеріалів і варінню мастики необхідно дотримувати особливу обережність щоб уникнути опіків гарячим в'язким розчином (бітум, мастика) [31]. Казани для варіння мастик варто встановлювати на особливо відведених для цього й обгороджених площадок, вилучених від найближчих спалених будинків не менш чим на 25 метрів. Запас сировини і палива повинний знаходитися на відстані не менш 5 метрів від казана. Усі проходи і драбини, по яких виробляється підношення мастик, а також робочі місця, устаткування, механізми, інструмент і т.д. впливає безпосередньо перед роботою оглянути й очистити від залишків мастики, бітуму, бетону, сміття і бруду, а узимку від снігу і полою і посипати доріжки піском. Робітники, зайняті підношенням мастики, повинні надягати щільні

рукавиці, брезентові костюми і шкіряне взуття. При ожеледі, густому тумані, вітрі понад 6 балів, зливовому чи дощі сильному снігопаді ведення покрівельних робіт не дозволяється.

7.2.6. Опоряджувальні роботи

Робота з оштукатурювання усередині приміщення проводиться як безпосередньо з підлоги, так і з інвентарного чи риштовання пересувних верстатів. Підмости повинні бути міцними і стійкими [1, 3].

Усі робітники, що мають справу зі штукатурними розчинами, забезпечуються спецодягом і захисними пристосуваннями (респіраторами, окулярами і т.д.). Місце растворонасосів і робоче місце оператора повинні бути зв'язані справно діючою сигналізацією. Растворонасоси, компресори і трубопроводи піддаються іспиту на полуторократний робочий тиск. Справність устаткування перевіряють щодня до початку робіт. Тимчасова переносна електропроводка для внутрішніх штукатурних робіт повинна бути зниженої напруги – не більш 36 вольт.

При проведенні малярських і шпалерних робіт необхідно виконувати наступні вимоги по охороні праці.

Фарбування методом пневматичного розпилення, а також швидкозасихаючими лакофарбовими матеріалами, що містять шкідливі летучі розчинники, виконується з застосуванням респіраторів і захисних окулярів.. Перебування робітників у приміщенні, свіжопофарбованому масляними і нітрофарбами, більш 4-х годин неприпустимо. Всі апарати і механізми, що працюють під тиском, повинні бути випробувані і мати справні манометри і запобіжні клапани.

7.3. Розробка заходів щодо забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека – це комплекс заходів, передбачених правилами пожежної безпеки при виконанні БМР [15]. До них відносяться: правильне

складування будівельних матеріалів, особливо легкозаймистих та горючих, утримування в справному стані засобів пожежегасіння [15].

До числа засобів тушіння загорань і пожеж, які можуть бути ефективно використані в початковій стадії пожежі, відносять внутрішні пожежні крани, вогнегасники, пісок, пожежгідранти. Найбільш поширеними в якості первинних засобів пожежегасіння є вогнегасники пінисті ОП-5.

Вони призначені для тушіння рідких речовин і матеріалів.

Для забора води на водопровідній мережі встановлюють пожежні гідранти.

Відстань між ними приймається не більше 150 м, а найбільша відстань від гідрантів до обслуговуваних будівель не перевищує 120 м – для водогонів високого тиску, і 150 м – для низького. Розташовані на відстані 5 м від стін будівлі і 2,5 м – від бровки дороги.

Протипожежні заходи на будівельному майданчику: при рішенні пожежної безпеки на будівельному генеральному плані були розроблені **наступні заходи** [15]:

- забезпечений під'їзд до будівлі, що будується, шляхом влаштування автомобільної дороги з двостороннім рухом;

- виконаний розрахунок тимчасового водопостачання, де враховані витрати води для пожежегасіння. На тимчасовому водогоні передбачені колодязі з гідрантами, при чому відстані між ними не перевищують 150 м. Водопровід розташований вздовж дороги на відстані не більше 2.5 м;

- при вирішенні протипожежної безпеки складів передбачений протипожежний розрив між будівлями. В районі складів передбачені знаки про заборону паління та розведення вогню. Біля складу опоряджувальних матеріалів влаштовується пожежний щит.

На майданчику забезпечено освітлення в нічний час прожекторами типу ПЗС 45.

ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці проєкту птахофабрики в околиці міста Біла Церква.

В аналітичному огляді МКР наведені загальні відомості про птахофабрики і птахоферми. Із урахуванням введеного у 2025 році ДБН В.2.2–1–2024 «Будинки і споруди для тваринництва. Основні положення» систематизовані спеціальні вимоги до окремих частин будівлі для птиці: їх конструкції та обладнання.

У науково-дослідній частині наведені алгоритми розрахунку та конструювання центрально стиснутих колон: оголовку сталевій колони та бази сталевих колон із відповідними чисельними прикладами. Аналітично запропоновані алгоритми застосовані у розрахунковій частині проєкту.

Розроблений генеральний план місцевості забудови, розроблений головний та задній фасади, план першого поверху із специфікаціями відповідних приміщень.

Виконане проєктування будівельного генерального плану, побудований календарний графік виконання робіт. Термін будівництва становить 12,5 місяців.

Розроблена технологічна карта на улаштування підлоги будівлі птахоферми. Наведені основні заходи щодо забезпечення охорони праці при виконанні основних видів робіт. Розроблені заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику.

Список використаних джерел складається зі 42 найменувань, з яких наведені 4 статті у наукометричній базі даних Scopus; містяться актуальні державні будівельні норми ДБН та ДСТУ, актуальні на 01 жовтня 2025 року.

Список використаних джерел

1. Будинки і споруди для тваринництва. Основні положення: ДБН В.2.2–1–2024. – [Чинний з 2025-04-01]. – К. : Мінінфраструктури, 2024. – 29 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Чепурна В.Б., Садова Н.С. Сільськогосподарські будівлі і споруди : навчальний посібник. К. : Аграрна освіта, 2011. 349 с.
3. Будівлі підприємств : параметри : ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Чинний з 2012-12-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).
4. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
5. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).
6. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
7. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
8. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).
9. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДПроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)

10. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1–1–2014. – [Введені в дію з 2014–03–24]. – К. : Держбуд України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).
11. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).
12. Основні вимоги до будівель та споруд. Захист від шуму : ДБН В.1.2–10–2008. – [Введені в дію з 2008-10-01]. – К. : Держбуд України, 2008. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).
13. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).
14. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012–04–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).
15. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).
16. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України.
17. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).
18. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).
19. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2–3–2014. – [Введені в дію з 2014–10–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

20. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022–09–01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.

21. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.

22. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.

23. Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.

24. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

25. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Конструкції з деревини та пластмас" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад. : М.В. Усенко. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.

26. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. К.: Толока, 2017. 627 с.

27. Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель: підручник для ВНЗ. / С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.

28. Гомон С.С. Конструкції із дерева та пластмас : навчальний посібник / С.С. Гомон. – Рівне: НУВГП, 2016. – 219 с.

29. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проєктування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипка. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.
30. Кінаш Р.І. Архітектурні конструкції виробничих будівель / Р.І. Кінаш. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 288 с.
31. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва : навчальний посібник / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 191 с.
32. Котеньова З.І. Архітектура будівель і споруд: навчальний посібник / З.І. Котеньова. – Харків : ХНУБА, 2007. – 170 с.
33. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : будівлі, споруди та їх частини: підручник. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2017. – 284 с.
34. Шаповал С. В. Будівельна техніка та виробнича база будівництва: конспект лекцій для студ. усіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спец. 192 – Будівництво та цивільна інженерія / С. В. Шаповал, О. М. Болотських. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 140 с.
35. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Бєлікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.
36. Yakovenko I., Dmytrenko Y., Bakulina V. Construction of Analytical Coupling Model in Reinforced Concrete Structures in the Presence of Discrete Cracks. In: Bieliatynskyi A., Breskich V. (eds) Safety in Aviation and Space Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME). Springer, Cham. – 2022. – P.107–120. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_10 **Scopus**
37. Dmytrenko Ye. A., Genzerskiy Yu. V., Yakovenko I.A., Bakulin Ye. A. Strength Calculation of Normal Cross-Sections of Reinforced Concrete Structures at Flat Bending by the Wood-Armer Method in SP "LIRA SAPR". In: Awrejcewicz J., Danishevskyy Vl., Markert B., Novomlynets O., Savytskyi M., Tereshchuk O., Unčík St. (eds) XIX International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture». AIP Conference

Proceedings. 2678, 020006. – 2023. – Issue 1. – 9 p.
<https://doi.org/10.1063/5.0118680> **Scopus**

38. Marienkov, M., Yakovenko, I., Bakulin, Y., Babik, K. (2025). Influence of Vibrations Analysis of the Agricultural Seed Conditioning Industrial Building Complex. In: Zabulonov, Y., Peer, I., Zheleznyak, M. (eds) Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context. LWRT 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 712. Springer, Cham., pp. 172–185. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95663-8_18 **Scopus**

39. Барабаш М.С. Оцінка стійкості захисної конструкції ангара при вибухових впливах / М.С. Барабаш, В.П. Максименко, **Н.О. Костира**, І. Бармін // Будівельні конструкції. Теорія і практика. – 2025. – №16. – С. 212–221. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.16.2025.212-221>

40. Ponomarov, P., & **Kostyra, N.** (2025). Resistance of steel-reinforced concrete structures of the elevator working tower floor structures under dynamic loads. In Proceedings of the International Conference on Urban Infrastructure Sustainable Development and Renovation (MistoBUD-2025), January 30 – February 1, 2025, Kharkiv, Ukraine (IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1499, Article 012027). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1499/1/012027>
Scopus

41. URL: <https://kormil.com.ua/teplovyy-stres-u-ptakhivnytstvi-optymalnim-umovy-dlia-broyleriv-povnyy-posibnyk/>

42. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з металевих конструкцій "Балочна клітка" для студентів спеціальності 7.092101 / укл: к.т.н. Паршин О. В., к.т.н. Сліпич О. О. – Кривий Ріг: КТУ, 2011.

43. Настанова з проектування підпірних стін : ДСТУ–Н Б В.2.1–31:2014. – [Введені в дію з 2015–10–01]. – К. : Мінрегіон України, 2015. – 86 с. – (Національний стандарт України).

44. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість : ДБН В.1.2-6:2021. – [Введені в дію з 2022-09-01]. – К. : Мін регіон України, 2022. – 31 с. – (Державні будівельні норми України).

45. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість» / Є.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.

46. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.
<https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

47. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Конструкції з деревини та пластмас" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад. : М.В. Усенко. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.

48. Зоценко М.П. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти. - Полтава, 2004. - 568с.

49. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів ВНЗ / [Суярко В.Г. , В. М. Величко, О. В. Гаврилюк та ін.]; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2019. – 278 с.

50. Кінаш Р.І. Архітектурні конструкції виробничих будівель / Р.І. Кінаш. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 288 с.

ДОДАТКИ