

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

конструювання та дизайну

Зіновій РУЖИЛО

“ 18 ” травня 2023 р.



«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри будівництва

Протокол № 10 від 17.05.2023 р.

Завідувач кафедри

Євгеній БАКУЛІН

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Євген ДМИТРЕНКО

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Металеві конструкції»

Освітня програма - «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Факультет конструювання та дизайну

Розробник: канд.техн.наук, доцент - Наталія КОСТИРА

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Металеві конструкції" є однією з головних дисциплін, що формують фахівця в галузі будівництва. На базі знань та вмінь, здобутих студентами при вивченні дисципліни, майбутнім фахівцем в разі роботи в проектних організаціях буде розроблятися частина проектів, яка пов'язана з проектуванням несучих металевих конструкцій. При роботі в експлуатаційних підрозділах знання з дисципліни необхідні для визначення складу металевих конструкцій будівель і споруд.

Розглянуто питання щодо матеріалів металевих конструкцій (сталі, алюмінієві сплави), розрахункових моделей металевих конструкцій, які зводяться до умов їх дійсної роботи, метали як однорідні, ізотропні і суцільні матеріали, що дозволяє досить точно теоретично описати їх роботу в пружній області і поза межами пружності, а також використання металевих конструкцій в будівлях та інженерних спорудах.

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	192 «Будівництво та цивільна інженерія»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	1	
Форма контролю	Залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3	3
Семестр	5,6	5,6
Лекційні заняття	15/30 год.	2/6 год.
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	15/30 год.	2/6 год.
Самостійна робота	15/45 год.	52/82 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	2/4 год.	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає в забезпеченні рівня знань студентів в галузі проектування металевих конструкцій з урахуванням вимог технологічності, транспортування, монтажу та технічної експлуатації.

Наблизити навчальний процес до реальної діяльності проектних організації і надати студентам необхідні відомості для самостійної розробки проектної документації при виконанні курсових та дипломних проектів. Отже, метою вивчення дисципліни є отримання теоретичних знань та надбання практичних навиків, вибір раціонального рішення металевих конструкцій для проектування будівель та інженерних споруд. Вміння користуватися Державними будівельними нормами України, Державними стандартами України, каталогами типових рішень.

Дана дисципліна орієнтована на одержання студентом знань з правил проектування металевих конструкцій у відповідності до чинних норм.

Завдання дисципліни: набуття навичок з конструювання та розрахунку конструкцій; оволодіння методами розрахунку та правилами конструювання несучих елементів та різних

типів з'єднань відокремлених елементів в конструкції; оволодіння правилами конструювання та розрахунку вузлів з'єднання конструкцій в споруді з урахуванням умов виробництва, монтажу та технічної експлуатації будівель та споруд.

Набуття компетентностей:

- інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії у процесі навчання, що передбачає застосування комплексу теорій та методів визначення міцності, стійкості, деформативності, моделювання, посилення будівельних конструкцій; подальшої безпечної експлуатації, реконструкції, зведення та монтажу будівель та інженерних споруд; застосування систем автоматизованого проєктування у галузі будівництва

загальні компетентності (ЗК):

ЗК2 – Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК4 – Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7 – Навички міжособистісної взаємодії

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК1 – Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії

СК3 – Здатність проєктувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі (відповідно до спеціалізації), з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

СК4 – Здатність обирати і використовувати відповідні обладнання, матеріали, інструменти та методи для проєктування та реалізації технологічних процесів будівельного виробництва.

СК7 – Спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у сфері архітектури та будівництва у непередбачуваних робочих контекстах.

СК11 – Володіти методами проєктування, моделювання та конструювання з використанням систем автоматизованого проєктування та розрахунку будівельних конструкцій будівель та інженерних споруд об'єктів промислового, агропромислового, транспортного та цивільного призначення.

СК12 – Здатність здійснювати та організовувати технічну експлуатацію, обстеження, реконструкцію будівель та інженерних споруд, забезпечувати довговічність роботи, надійну та подальшу безпечну експлуатацію об'єктів та інженерних мереж агропромислової та інших галузей господарства

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН02 – Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

ПРН05 – Використовувати та розробляти технічну документацію на усіх стадіях життєвого циклу будівельної продукції

ПРН07 – Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ПРН08 – Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення.

ПРН09 – Проєктувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці

ПРН14 – Забезпечувати безпечну та надійну експлуатацію будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж та за необхідності здійснювати їхнє посилення

(повну або часткову заміну) із використанням економічно-обґрунтованих та доцільних методів реконструкції

ПРН17 – Оволодіння навичками ефективної самостійної роботи (курсове та дипломне проектування) або у групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їхньому виконанні); результативність роботи в умовах обмеженого часу з акцентом на професійну сумлінність і академічну доброчесність.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	в тому числі					усього	в тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовний модуль №1 «Елементи металевих конструкцій та їх зварювання»														
Тема 1. Вимоги до властивостей металів для будівельних металевих конструкцій. Визначення зварюваності сталі.	2	12	4	-	4	-	4	10	1					9
Тема 2. Складання варіантних схем робочої площадки. Техніко-економічні показники. Порівняння варіантів.	3	12	4	-	4	-	4	10	1		-			9
Всього за змістовним модулем 1.	5	24	8	-	8	-	8	20	2	-	-	-	-	18
Змістовний модуль №2 «Металеві конструкції будівель і споруд»														
Тема 3. Розрахунок прокатних балок різних та нерозрізних. Визначення навантажень та вибір сталі	4	12	4	-	4	-	4	16			1			15
Тема 4. Розрахунок головної балки з застосуванням оптимальних рішень.	6	9	3	-	3	-	3	20			1			19
Всього за змістовним модулем 2.	10	21	7	-	7	-	7	36	-	-	2	-	-	34
Всього за 5 семестр	15	45	15	-	15	-	15	56	2	-	2	-	-	52

Змістовний модуль №3 «Конструктивні форми металевих конструкцій»													
Тема 5. Розрахунок опорної частини балки, поясних швів, місцевої стійкості стінки. Розрахунок монтажних стиків.	2	11	4	-	4	-	3	8	1		1		6
Тема 6. Проектування колон. Визначення навантаження. Розрахункова схема. Підбір перерізу наскрізних і суцільних колон.	4	11	4	-	4	-	3	8	1		1		6
Тема 7. Вибір типу бази колони. Розрахунок розмірів опорної плити в плані та її товщини. Схеми зв'язків, типи перерізів елементів зв'язків, підбір перерізу за граничною	6	11	4	-	4	-	3	8	1		1		6
Всього за змістовним модулем 3.	8	33	12	-	12	-	9	24	3	-	3	-	18
Змістовний модуль №4 «Металеві каркаси одноповерхових промислових будівель»													
Тема 8. Компонування поперечної рами цеху	10	10	4	-	4	-	2	14	1		1		12
Тема 9. Визначення навантажень на поперечну раму одноповерхової промислової будівлі.	12	18	8	-	8	-	2	14	1		1		12
Тема 10. Розрахунок та конструювання наскрізної колони каркасу ОПБ.	14	14	6	-	6	-	2	12	1		1		10
Всього за змістовним модулем 4.	15	42	18	-	18	-	6	40	3	-	3	-	34
Всього за 6 семестр	15	75	30	-	30		15	64	6	-	6		52
Всього за КП		30	-	-	-	-	30	30	-	-	-	-	30
Усього годин		150	45	-	45		60	150	8	-	8		134

4. Теми лабораторних занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимоги до властивостей металів для будівельних металевих конструкцій. Структура сталей, хімічний склад і фізико-механічні властивості металів. Визначення зварюваності сталі	2
2	Електрична зварка, зварювальні з'єднання у будівництві, їх типи	2
3	Заводські та монтажні зварні шви і стики. Розрахунок зварних з'єднань	2
4	Складання варіантних схем робочої площадки. Техніко-економічні показники. Порівняння варіантів.	2
5	Розрахунок прокатних балок розрізних та нерозрізних. Визначення навантажень та вибір сталі	2
6	Розрахунок головної балки з застосуванням оптимальних рішень. Визначення розмірів перерізу, зміни перерізу за довжиною балки	2
7	Розрахунок опорної частини балки, поясних швів, місцевої стійкості стінки. Розрахунок монтажних стиків	3
	Всього за 5 семестр	15
8	Компонування поперечної рами цеху.	2
9	Горизонтальні та вертикальні зв'язки каркаса будівлі. Розрахунок зв'язків каркаса будівлі.	4
10	Навантаження на поперечні рами одноповерхової промислової будівлі.	4
11	Визначення снігового навантаження на поперечну раму одноповерхової промислової будівлі.	2
12	Визначення вертикального навантаження від мостових кранів. Визначення горизонтального навантаження від мостових кранів.	2
13	Визначення вітрового навантаження.	4
14	Статичний розрахунок поперечних рам.	4
15	Визначення розрахункових сполучень зусиль, які діють в перерізах наскрізної колони.	2
16	Розрахунок та конструювання наскрізної колони каркасу одноповерхової промислової будівлі.	2
17	Розрахунок і конструювання сполучення надкранової та підкранової частини колони	2
18	Розрахунок і конструювання бази колони	2
	Всього за 6 семестр	30
	Всього за дисципліною	45

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Матеріали для сталевих конструкцій і з'єднань. Розрахункові характеристики матеріалів і з'єднань	5
2	Розрахунок елементів сталевих конструкції при центральному розтягу. Розрахунок елементів суцільного перерізу	5
3	Розрахунок елементів сталевих конструкції при центральному розтягу. Розрахунок елементів наскрізного перерізу	5
4	Розрахунок елементів сталевих конструкції при згині. Класифікація згинальних елементів	5
5	Розрахунок елементів сталевих конструкції на дію поздовжньої сили та згинального моменту. Розрахунок загальної стійкості елементів суцільного перерізу	5

6	Розрахунок елементів сталевих конструкції на дію поздовжньої сили та згинального моменту. Розрахунок на загальну стійкість елементів наскрізного перерізу	5
7	КП	30
	Всього	60

6. Контрольні запитання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні питання до заліку:

1. Закомпонувати балкову клітку чарунки робочої площадки та підібрати переріз балки настилу з урахуванням пружно-пластичної роботи матеріалу при наступних умовах:
 - розмір компоновальної чарунки – 8x14 м;
 - граничне розрахункове навантаження – 22 кН/м²;
 - експлуатаційне розрахункове навантаження – 18 кН/м²;
 - сталь балок – С255;
 - матеріал настилу – листовая сталь.
2. Закомпонувати балкову клітку чарунки робочої площадки та підібрати переріз балки настилу з урахуванням пружно-пластичної роботи матеріалу при наступних умовах:
 - розмір компоновальної чарунки – 8x16 м;
 - граничне розрахункове навантаження – 25 кН/м²;
 - експлуатаційне розрахункове навантаження – 22 кН/м²;
 - сталь балок – С345;
 - матеріал настилу – плоскі залізобетонні плити.
3. Підібрати переріз складеної головної балки робочої площадки з урахуванням роботи в межах пружних деформацій при наступних даних:
 - проліт балки 16м, граничний прогин 6 см, тобто 1/267;
 - граничне розрахункове навантаження – 170 кН/м;
 - експлуатаційне розрахункове навантаження – 140 кН/м;
 - сталь балок – С245;
 - будівельна висота перекриття 220 см;
 - висота балок настилу 30 см;
 - сполучення балок настилу з головною балкою – поверхове;
 - товщина настилу 10 мм.
4. Підібрати переріз складеної головної балки робочої площадки з урахуванням роботи в межах пружних деформацій при наступних даних:
 - проліт балки 16м, граничний прогин 6 см, тобто 1/267;
 - граничне розрахункове навантаження – 173 кН/м;
 - експлуатаційне розрахункове навантаження – 142 кН/м;
 - сталь балок – С255;
 - будівельна висота перекриття 235 см;
 - висота балок настилу – 35см;
 - сполучення балок настилу з головною балкою – поверхове;
 - товщина настилу 12 мм.
5. Розрахувати зміну поперечного перерізу головної балки робочої площадки прольотом 16м при наступних даних:
 - граничне розрахункове навантаження – 174 кН/м;
 - сталь балок – С245;
 - висота балки 170 см;
 - товщина стінки 12 мм;

– переріз поясів в середині прольоту 550x20 мм розраховано з урахуванням роботи в межах пружних деформацій;

– контроль якості зварних швів - візуальний.

6. Розрахувати двосторонні поясні шви головної балки робочої площадки прольотом 16 м при наступних даних:

– граничне розрахункове навантаження – 170 кН/м;

– переріз балки біля опори: стінка – 1660x12 мм; пояси – 320x20 мм;

– поблизу опори на головну балку опирається балка настилу із двотавра 30 за ГОСТ 8239-89;

– зварювання автоматичне в положенні «в човник» зварювальним дротом Св-08ГА;

– тимчасовий опір сталі балки 370 МПа.

7. Сконструювати і розрахувати опорну частину головної балки робочої площадки при наступних даних:

– сталь балок – С245;

– опорна реакція балки 1400 кН;

– переріз приопорної ділянки балки: стінка – 1660x12; пояси – 320x20;

– зварювання механізоване зварювальним дротом Св-08Г2С.

8. Перевірити міцність і навести ескіз зварного стикового з'єднання двох сталевих штаб перерізом 400x10мм при наступних даних:

– поздовжня розтягувальна сила 500 кН діє по осі з'єднання;

– зварювання ручне електродами типу Э42 виконане без застосування вивідних планок;

– контроль якості шва візуальний;

– сталь – С235;

– коефіцієнт умов роботи елемента 0,9.

9. Сконструювати та розрахувати стик на високоміцних болтах головної балки із сталі С245 при наступних даних:

– розрахункове зусилля, яке може бути сприйняте кожною поверхнею тертя елементів, стягнутих одним болтом діаметром 20 мм дорівнює 77,7 кН;

– діаметр отворів 23 мм;

– зусилля в місці стику: $M=5386$ кН·м; $Q=0$;

– переріз елементів балки: полиці - 550x20; стінка – 1660x12;

– моменти інерції: перерізу балки 2009750 см⁴; перерізу стінки 457430 см⁴;

– товщина накладок у стику стінки по 10 мм, болти розташовані в двох рядах з кожного боку від осі стику на відстанях не більше 12 товщин накладки;

– зусилля в полиці балки прийняте максимально можливе за її міцністю; сталь С245.

10. Сконструювати і розрахувати болтове з'єднання балки настилу з головною балкою за допомогою планки, привареної до стінки балки настилу при наступних вихідних даних:

– опорна реакція балки настилу 280 кН;

– сталь балок – С245;

– переріз балки настилу – двотавр №50 за ГОСТ 8239-89;

– переріз полиці головної балки 320x20 мм; товщина стінки 12 мм;

– переріз поперечних ребер головної балки – 120x10;

– зварювання ручне.

11. Розрахувати зварне з'єднання двох сталевих штаб і навести його ескіз при наступних даних:

– переріз штаб 400x10 мм і 300x10 мм;

- сталь С255
- зварювання ручне, коефіцієнт умов роботи 0,9;
- з'єднання внапусток з боковими (фланговими) швами;
- діюча поздовжня осьова сила 500 кН.

12. Розрахувати зварне з'єднання двох сталевих штаб і навести його ескіз при наступних даних:

- переріз штаб 400x12 мм;
- сталь С245;
- зварювання ручне, коефіцієнт умов роботи 0,9;
- з'єднання внапусток з лобовими швами;
- діюче поздовжнє зусилля в елементі 600 кН.

13. Визначити граничне розрахункове розтягальне зусилля в елементі з двох штаб, з'єднаних внапусток лобовими зварними швами і навести ескіз з'єднання.

Вихідні дані:

- переріз штаб 400x12 мм і 400x6 мм;
- сталь С255;
- зварювання ручне, електродами типу Э46;
- коефіцієнт умов роботи елемента 0,9.

14. Підібрати переріз центрально стиснутої суцільної колони при наступних даних:

- сталь С235;
- розрахункова довжина колони 6,6 м;
- розрахункове зусилля 2720 кН;
- зварювання полиць зі стінкою автоматичне.

15. Підібрати переріз наскрізної центрально стиснутої колони із двох швелерів за наступними вихідними даними:

- матеріал колони – сталь С235
- розрахункове зусилля в колоні 1870 кН;
- розрахункова довжина колони 7,6 м;
- відстань між з'єднувальними планками у світлі 93 см;
- відношення $I_s \cdot \ell / I_b \cdot b > 5$.

16. Перевірити міцність зварного шва для кріплення з'єднувальної планки в центрально стиснутій наскрізній колоні при наступних даних:

- висота планки 27 см;
- катет шва 6 мм;
- відстань між осями планок 120 см, а між осями віток колони 34,64 см;
- умовна поперечна сила 22,8 кН;
- зварювання механізоване у вуглекислому газі зварювальним дротом Св-08Г2С;
- нормативний опір матеріалу планок і віток колони 37 кН/см².

17. Розрахувати і сконструювати оголовок центрально стиснутої колони двотаврового перерізу при наступних даних:

- сталь С235;
- товщина плити оголовка 25 мм;
- на колону спираються головні балки, що передають по осі колони зусилля 2692 кН опорними ребрами шириною 32 см, спрямованими перпендикулярно стінці колони;
- зварювання механізоване у вуглекислому газі зварювальним дротом Св-08Г2С;
- переріз колони: полиці – 420x14 мм; стінка – 460x8 мм.

18. Визначити розміри в плані плити бази центрально стиснутої колони двотаврового перерізу та розрахувати кріплення траверс до стержня колони зварними швами і навести ескіз бази.

Вихідні дані:

- бетон фундаменту В10 з розрахунковим опором стиску $0,6 \text{ кН/см}^2$ (для місцевого стиску розрахунковий опір орієнтовно брати з коефіцієнтом 2);
- переріз колони: полиці – 420×14 ; стінка – 460×8 ;
- розрахункове зусилля в колоні 4000 кН ;
- зварювання механізоване у вуглекислому газі зварювальним дротом Св-08Г2С;
- матеріал колони – сталь С235.

19. Визначити товщину опорної плити бази центрально стиснутої колони двотаврового перерізу та розрахувати кріплення траверс до стержня колони зварними швами і навести ескіз бази при наступних даних:

- сталь С235;
- переріз колони: полиці – $420 \times 14 \text{ мм}$; стінка – $460 \times 8 \text{ мм}$;
- розрахунком визначені згинаючі моменти на різних ділянках плити на одиницю довжини 1 см : $M_1=40 \text{ кНсм/см}$; $M_2=13,5 \text{ кНсм/см}$; $M_3=24,5 \text{ кНсм/см}$;
- коефіцієнт умов роботи плити 1,2;
- розрахункове зусилля в колоні 3200 кН ;
- зварювання механізоване у вуглекислому газі зварювальним дротом Св-08Г2С;

20. Підібрати переріз центрально стиснутої колони із широкополічкового прокатного двотавра з паралельними гранями полиць для громадської двоповерхової будівлі при наступних даних:

- висота поверху $3,6 \text{ м}$;
- коефіцієнт надійності за призначенням $0,95$;
- розрахункова схема колони – стержень, шарнірно закріплений на обох кінцях;
- коефіцієнт умов роботи $0,95$;
- сталь вибрати самостійно.

21. Розрахувати балку перекриття для громадської будівлі із прокатного двотавра при наступних даних:

- проліт балки $4,29 \text{ м}$;
- граничне розрахункове навантаження (з урахуванням орієнтовної власної ваги балки) 64 кН/м ;
- експлуатаційне розрахункове навантаження:
- повне 55 кН/м ;
- тривалодіюче 40 кН/м ;
- коефіцієнт умов роботи $0,9$;
- коефіцієнт надійності за призначенням $0,95$ ураховано при визначенні навантажень;
- сталь вибрати самостійно.

22. Підібрати переріз центрально стиснутої колони із прокатного двотавра для робочої площадки і розрахувати базу цієї колони, яка складається із однієї плити (без траверс) при наступних даних:

- розрахункова схема колони – стержень з шарнірно закріпленими кінцями; висота колони 3 м ;
- гранична розрахункова сила з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням та власної ваги колони 400 кН ;
- клас бетону фундаменту С10;
- сталь С235;
- коефіцієнт умов роботи:
- для стержня колони 1;
- для опорної плити 1,2.

23. Розрахувати шарнірне кріплення ригеля до колони у в'язевому каркасі багатоповерхової будівлі та навести ескіз цього вузла при наступних даних:

- розрахункові зусилля в опорному перерізу ригеля:

- поперечна сила 110 кН;
- поздовжня сила 40 кН;
- переріз ригеля – двотавр №26Б2 із сталі С345;
- при монтажі ригель ставиться на монтажний столик із кутика і закріплюється робочими болтами нормальної точності, які з'єднують стінку ригеля з вертикальною планкою товщиною 8 мм, привареною до полички колони двотаврового перерізу механізованим зварюванням;
- розрахунку підлягає болтове з'єднання стінки ригеля із планкою колони і зварне з'єднання планки з полицею колони;
- сталь колони С245, переріз колони – двотавр 23К2.

24. Сконструювати і розрахувати оголовок центрально стиснутої наскрізної колони з перерізом із двох швелерів №40 при наступних даних:

- товщина плити оголовка 20 мм;
- на оголовок передають навантаження головні балки опорними ребрами по осі колони;
- ширина опорних ребер головних балок 240 мм;
- навантаження, що передається на оголовок, 1200 кН
- сталь колони С235;
- зварювання механізоване.

25. Розрахувати зміну перерізу складеної головної балки робочої площадки прольотом 24 м при наступних даних:

- граничне розрахункове навантаження 222 кН/м;
- характеристичне значення навантаження від орієнтовній власній ваги балки 8,4 кН/м;
- сталь С255;
- переріз в середині прольоту балки:
 - полиці – 560х40 мм;
 - стінка – 2800х18 мм;
- коефіцієнт надійності за призначенням ураховано в граничному розрахунковому навантаженні;
- зварювання – механізоване;
- контроль якості швів – фізичний.

26. Розрахувати двосторонній поясний зварний шов головної балки змінного перерізу прольотом 16 м при наступних даних:

- переріз балки в прольоті:
 - полиці – 530х20 мм;
 - стінка – 1660х12 мм;
- переріз балки біля опор:
 - полиці – 320х20 мм;
 - стінка – 1660х12 мм;
- сталь С245;
- зварювання автоматичне;
- на головну балку спираються зверху балки настилу із двотавра №30, від яких передається навантаження 170 кН; перша балка на відстані 1 м від опори;
- стінка головної балки в місці спирання вказаних балок настилу поперечними ребрами не підкріплена;
- максимальна поперечна сила в опорному перерізу головної балки 1400 кН.

27. Скомпонувати балкову клітку перекриття 7×14м.

Підібрати переріз балки настилу із прокатного профілю за міцністю, якщо граничне розрахункове навантаження на 1 м² дорівнює 10 кН/м², сталь С245 ($R_y = 240 \text{ МПа}$).

28. Навести розрахункову схему балки і епюри зусиль в балці.

Накреслити схему балкової клітки нормального типу в чарунці сітки колон 8×6 м. На головну балку опираються в прольоті дві балки настилу. Накреслити вузол сполучення балок врівень.

29. Накреслити розрахункову схему головної балки і підібрати її переріз із прокатного профілю, якщо розрахункове навантаження на перекриття дорівнює 60 кН/м^2 . сталь С245 ($R_y = 240 \text{ МПа}$, $\gamma_c = 1$).

30. Накреслити схему балкової клітки нормального типу в чарунці сітки колон 12×12 м з кроком балок настилу 3 м і вузол сполучення балок врівень на болтах.

31. Визначити опорну реакцію балки настилу і потрібну кількість болтів, якщо розрахункове навантаження на перекриття дорівнює 800 кН/м^2 . Болти класу 5.6 ($R_s = 190 \text{ МПа}$), Сталь С425 ($R_p = 360 \text{ МПа}$). Товщина ребра головної балки 8 мм, опорної планки балки настилу 10 мм.

32. Накреслити шарнірну базу центрально стиснутої колони із двотавра 35К1 з траверсами. Визначити розміри в плані плити бази і висоту траверси, якщо колона із двотавра 35К1. Стискуюче зусилля – 2000 кН. Сталь С255 ($R_{oc} = 170 \text{ МПа}$). Розрахунковий опір бетону за міцністю на стиск $R_b = 6 \text{ МПа}$.

33. Накреслити шарнірну базу центрально стиснутої колони із двотавра 30К1 з траверсами. Визначити розміри в плані плити бази і висоту траверси, якщо колона із двотавра 30К1. Стискуюче зусилля – 1600 кН. Сталь С235 ($R_{oc} = 160 \text{ МПа}$) розрахунковий опір бетону за міцністю на стиск $R_b = 7,5 \text{ МПа}$.

34. Накреслити шарнірну базу центрально стиснутої колони складеного двотаврового перерізу: стінка – 480×10 , полиці 2 (-400×20). Визначити розміри плити бази і висоту траверси. Сталь С245 ($R_{oc} = 165 \text{ МПа}$). Розрахунковий опір бетону за міцністю на стиск $R_b = 6 \text{ МПа}$. Поздовжня сила в колоні – 3000 кН.

35. Накреслити три типи схем балкової клітки та вказати їх назву і область застосування та відстані між балками.

Перевірити нормальні та дотичні напруження в балці із двотавра 60Б1 ($W_x = 2656 \text{ см}^3$); $t_w = 6,5 \text{ мм}$. Урахувати розвиток обмеженої пластичності. Розрахункові зусилля: $M = 60 \text{ кНм}$, $Q = 50 \text{ кН}$. Сталь С245 $R_y = 240 \text{ МПа}$.

36. Способи зміни перерізу складених балок, причина зміни.

Визначити потрібну ширину полиці складеної балки в зміненому перерізі на відстані від опори $x = l/6 = 2 \text{ м}$ при наступних вихідних даних:

- проліт балки 12 м;
- розрахункове навантаження 200 кН/м ;
- сталь С245 ($R_y = 24 \text{ кН/см}^2$); $\gamma_c = 1$;
- стінка балки запроектована із листа 1200×10 мм;
- товщина полиць по 20 мм.

37. Схеми розміщення балок за висотою в балковій клітці.

Розрахувати зміну перерізу головної балки за наступними вихідними даними:

- проліт балки 12 м;
- розрахункове навантаження 180 кН/м ;
- розрахунковий опір сталі 24 кН/см^2 ;
- переріз стінки балки -1200×10 ;
- товщина полиць балки 20 мм;
- зміна перерізу на відстані від опори 2 м;
- коефіцієнт $\gamma_c = 1$.

38. Конструювання і розрахунок опорної частини складеної балки.

Підібрати переріз опорного ребра головної балки, привареного на її торці із умови міцності на зминання при наступних вихідних даних:

Сталь С245 ($R_p = 360 \text{ МПа}$);

$q = 168 \text{ кН/м}$ – розрахункове навантаження на балку;

$l = 16 \text{ м}$ -проліт балки.

39. Типи перерізів центрально стиснутих колон.

Визначити ширину центрально стиснутої наскрізної колони за умови рівності жорсткості. Стержень колони складається із двох швелерів №36; радіус інерції перерізу швелера за сортаментом $I_x = I_y = 4,5 \text{ м}^4$; гнучкість вітки між з'єднувальними планками $\lambda_1 = 30$;

$I_x = I_y = 760$ - розрахункова довжина колони;

$i_y \approx \alpha_y b = 0,44b$ - наближений радіус інерції перерізу колони відносно осі у-у.

40. Конструювання і розрахунок оголовків центрально стиснутих колон.

Накреслити вузол опираючої балки на оголовок суцільної двотаврової колони.

Опорне ребро балки розташоване торцем уздовж стінки колони.

Перевірити міцність торця стінки колони на зминання, оскільки торець колони фрезерований. Товщина плити оголовка 20мм; ширина ребра балки 240мм; товщина стінки 10мм; сталь С285 ($R_p = 355 \text{ МПа}$).

41. Конструювання баз центрально стиснутих колон, їх типи.

Визначити потрібну товщину опорної плити бази колони, якщо максимальний згинальний момент на ділянках плити дорівнює 29,5 кН·см/см.

Сталь С345 ($R_y = 300 \text{ МПа}$).

42. З'єднувальні елементи в наскрізних колонах, їх призначення і розрахунок.

Перевірити міцність прикріплення з'єднувальної планки до вітки колони кутовим зварним швом при наступних вихідних даних:

- переріз планки 270×8мм;
- катет шва $k_f = 6 \text{ мм}$; $F_{nz} = 39,5 \text{ кН}$; $M_{nz} = 680 \text{ кН·см}$ - сила, зрізуюча планку, та момент,
- згинаючий момент планку; $R_{ef} = 215 \text{ МПа}$; $R_{oc} = 164 \text{ МПа}$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_z = 1$ - характеристики зварного з'єднання.

43. Послідовність підбору перерізу балок із прокатних профілів.

Перевірити несучу здатність балки настилу прольотом 4 м з двотавром 35Б1; крок балок 1,3 м; експлуатаційне навантаження 30кН/м²; коефіцієнт надійності за навантаженням 1,2, за призначенням 0,95. Сталь С245.

44. Послідовність підбору центрально стиснутих колон.

Перевірити стійкість центрально стиснутої колони з прокатного двотавра 40К1 при розрахункових довжинах відносно головних осей по 6 м. Розрахункове зусилля $N = 2000 \text{ кН}$. Сталь С245.

45. Послідовність підбору перерізу центрально стиснутих наскрізних колон.

Перевірити стійкість центрально стиснутої наскрізної колони з перерізом віток із двох швелерів №36 ($A = 2 \cdot 53,4 \text{ см}^2$).

Гнучкості колони:

$\lambda_x = 54$ - гнучкість відносно осі х-х;

$\lambda_y = 44$ - гнучкість відносно осі у-у;

$\lambda_1 = 30$ - гнучкість вітки між місцями закріплення.

Розрахункове зусилля 1880 кН. Сталь С235 ($R_y = 230 \text{ МПа}$).

46. Призначення і види ребер жорсткості в складених балках, їх розміщення.

Підібрати переріз головної балки із сталі С245 ($R_y = 240 \text{ МПа}$) при пружній роботі матеріалу та наступних вихідних даних:

- висота балки $h = 1,7 \text{ м}$, а стінки 1,66м;
- орієнтовна товщина стінки $7 + 3h/(1000)$, де $h = 8 \text{ мм}$;
- згинальний момент 5400 кН·м;
- коефіцієнт умов роботи дорівнює 1.

47. Розрахунок поясних швів в складених балках.

Перевірити міцність поясного шва головної балки при наступних даних:

- поперечна сила на опорі 1400 кН;
- статичний момент пояса відносно осі балки 5376 см³;
- момент інерції перерізу балки біля опори 1360598 см⁴;
- на головну балку біля опори спирається балка із двотавра 26Б1 ($b = 12\text{см}$);
- товщина полиці головної балки 2 см;
- $R_{sf} = 20\text{кН/см}^2$; $R_{sz} = 16,6\text{кН/см}^2$; $\beta_f = 1,1$; $\beta_z = 1,1$;
- катет шва 6мм.

48. Види опорних частин складених балок при опиранні на колони зверху, їх конструювання та розрахунок.

Визначити потрібний катет зварного шва для кріплення опорного ребра до стінки головної балки при наступних вихідних даних:

- опорні ребра розташовані на торцях балки;
- висота стінки 166см;
- зварювання механізоване в CO₂ ($R_{sf} = 215\text{МПа}$; $R_{sz} = 166\text{МПа}$; $\beta_f = 0,9$; $\beta_z = 1,05$)
- опорна реакція 1346 кН.

49. Конструювання монтажних стиків головних балок.

Визначити потрібну кількість високоміцних болтів у монтажному стику головної балки для з'єднання накладок з полицею балки з одного боку від осі стиску при наступних вихідних даних:

$Q_{bh} = 157,9$ кН - несуча здатність одного болта при двох поверхнях тертя;

$I_w = 195000$ см⁴ - момент інерції стінки.

$I = 1010000$ см⁴ - момент інерції перерізу балки;

$h_f = 127,5$ см – відстань між осями поясів

$M = 3160$ кН·м – розрахунковий момент в перерізі

$Q = 0$

50. Конструювання монтажних стиків головних балок на високоміцних болтах та їх розрахунок.

Визначити необхідну кількість високоміцних болтів у стику пояса балки при наступних вихідних даних:

$Q_{bh} = 77,7$ кН – несуча здатність одного болта на одну поверхню тертя;

Переріз пояса балки - 550×12 мм;

Сталь балки С245 ($R_y = 240\text{МПа}$); $\gamma_c = 1$.

Зусилля в поясі визначити за міцністю пояса.

Контрольні питання до екзамену:

1. Визначити навантаження та зусилля від постійного навантаження, що діє на ригель поперечної рами одноповерхової будівлі, а саме:

1.1. Лінійне навантаження на ригель та силу, що передається на стояк рами.

1.2. Моменти, що виникають на верхньому кінці та в місті зміщення осей колони.

1.3. Зусилля у вітках нижньої частини колони.

Вихідні дані:

– граничне розрахункове навантаження $2,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$;

– ширина: верхньої частини колони 0,45 м, нижньої 1,5 м;

– прогон будівлі 30,0 м, крок рам 12,0 м, висота рам 16,0 м;

– зайва невідома в ригелі 2 кН (стиск);

– ригель спирається на колону зверху і передає навантаження через столики;

– переріз віток однаковий (двотавровий);

2. Визначити вертикальне кранове навантаження на поперечну раму одноповерхової будівлі, а саме:

- 2.1. Максимальний тиск на стояки рами.
- 2.2. Мінімальний тиск на стояки рами.
- 2.3. Моменти від визначених тисків.

Вихідні дані:

- підкранові балки розрізні прольотом 6,0 м;
- цех обладнаний двома кранами вантажністю 50/12,5т;
- режим роботи кранів 5К (середній);
- характеристичне значення тиску колеса 380 кН;
- коефіцієнт надійності за крановим навантаженням 1,08;
- крани чотириколісні, відстань між колесами 5600 мм, ширина крана (база крана) 6860 мм;
- відстань між осями нижньої частини колони і підкранової балки 0,57 м

3. Виконати вказані нижче розрахунки рами одноповерхової виробничої будівлі, та навести ескіз бази колони.

Визначити:

- 3.1. Максимальну та мінімальну бічні сили, що діють на колони.
- 3.2. Момент в нижньому перерізі колони від визначених сил.
- 3.3. Зусилля розтягу в анкерних болтах від визначених сил.

Вихідні дані:

- кількість 8-колісних мостових кранів – 2;
- відстань між внутрішніми колесами крана 4,35 м, між зовнішніми – 6,15м, вся ширина крана – 9,1 м;
- характеристичне значення бічної сили, що передається від кожного колеса на одній рейці 36 кН і на другій рейці 18 кН;
- крок рам 6,0 м, висота рами 18,0 м, нижньої частини колони 13,4 м, ширина нижньої частини колони 1,25 м;
- зайва невідома в ригелі дорівнює $\pm 0,28$ від бічних сил;
- коефіцієнти надійності: за навантаженням 1,09, за призначенням 0,95; коефіцієнт сполучення 0,85.

4. Визначити вертикальне кранове навантаження на поперечну раму одноповерхової будівлі, а саме:

- 4.1. Максимальний тиск на стояки рами.
- 4.2. Мінімальний тиск на стояки рами.
- 4.3. Моменти від визначених тисків.

Вихідні дані:

- підкранові балки розрізні прольотом 12,0 м;
- цех обладнаний двома кранами вантажністю 100/20т;
- відстань між внутрішніми колесами крана 4,6 м, між зовнішніми 6,4 м, вся ширина крана 9,35 м;
- характеристичне значення тиску колеса крана 410 кН;
- коефіцієнт надійності за крановим навантаженням 1,09;
- відстань між осями нижньої частини колони і підкранової балки 0,56 м; режим роботи кранів – середній.

5. Перевірити стійкість позацентрової стиснутої колони із прокатного двотавра 40 К1:

- 5.1. в площині дії моменту (площині поперечної рами);
- 5.2. із площини дії моменту.

Вихідні дані:

- колона жорстко затиснена унизу, верхній кінець колони вільний;
- висота колони – 8,0 м, середина колони закріплена від бокового зміщення розпиркою вертикальних в'язів ;
- розрахунковий момент (в затисненні) 200 кН·м, відповідна поздовжня сила 300 кН;
- коефіцієнт розрахункової довжини колони в площині рами відповідно до норм дорівнює 1,2;

- коефіцієнт c дорівнює 0,16;
- сталь С235.

6. Вказати та обґрунтувати мінімальний переріз раціонального типу для розпірки вертикальних в'язей по колонах. Крок рам 6,0 м.

7. Визначити розрахункові довжини вітки наскрізної підкранової частини східчної колони при наступних даних:

- висота нижньої частини колони 24,0 м;
- в середині висоти всі колони ряду з'єднанні розпірками колонних в'язей;
- до віток підкранової частини колони прикріплюються елементи решітки, відстань між вузлами їх кріплення дорівнює 2,6 м.

8. Підібрати переріз розкоса решітки із поодинокого кутика для колони, вказаної вище, при наступних даних:

- сталь С245;
- відстань між осями віток колони 1,44 м;
- умовна поперечна сила 115 кН, максимальна поперечна сила за статичним розрахунком 300 кН.

9. Розробити вузол кріплення розкосів трикутної решітки до вітки колони, виконаної із прокатного двотавра.

10. Визначити розрахункові поздовжні зусилля у вітках наскрізної частини східчної колони одноповерхової будівлі при наступних даних:

- відстані від осі колони приблизно дорівнюють :
 - до осі підкранової вітки 0,55 від відстані між осями віток;
 - до осі зовнішньої вітки 0,45 від відстані між осями віток;
- розрахункові комбінації зусиль в перерізі колони:
 - при виборці на додатний момент: $M = 1500 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = 800 \text{ кН}$;
 - при виборці на від'ємний момент: $M = -1100 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = 2000 \text{ кН}$;
- відстань між осями віток 1,37 м.

11. Підібрати переріз підкранової вітки колони за здобутим в п.1 завдання поздовжнім зусиллям у цій вітці. Інші вихідні дані:

- тип перерізу – прокатний двотавр;
- відстань між низом бази і підкрановою балкою 14 м;
- відстань між вузлами решітки 2,8 м;
- сталь С235.

12. Накреслити розрахункову схему колони.

12.1. Розробити вузол сполучення надкранової і підкранової частин східчної колони виробничої будівлі з застосуванням для передачі зусиль від надкранової частини колони на підкранову частину стикових швів по всьому перерізу надкранової частини.

12.2. Виконати перевірку міцності стикових швів з'єднання надкранової і підкранової частин колони у вузлі сполучення, розробленого за п.1 завдання.

Вихідні дані:

- переріз надкранової частини – складений двотавр: полиці – 380 x 14 мм, стінка – 670 x 10 мм;
- переріз зовнішньої вітки підкранової частини П – подібний з перерізом полиці – 600 x 14 мм;
- зусилля в перерізі над виступом колони (при двох варіантах сполучення навантажень) :
 - 1) $M = 700 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 350 \text{ кН}$;

2) $M = -550 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = -390 \text{ кН}$.

- зварювання ручне;
- контроль якості швів візуальний;
- сталь С235.

13. Розробити вузол сполучення надкранової і підкранової частин східчної колони виробничої будівлі з застосуванням для передачі зусилля від зовнішньої полиці надкранової частини на підкранову частину накладки, яка приварюється кутовими швами.

13.1. Розрахувати:

- переріз накладки;
- довжину кутових швів для прикріплення накладки до полиць надкранової і підкранової частин колони;
- довжину накладки.

Вихідні дані:

- переріз надкранової частини – складений двотавр: полиці – $400 \times 14 \text{ мм}$, стінка – $670 \times 8 \text{ мм}$;
- переріз зовнішньої вітки підкранової частини складений П – подібний з перерізом полиці – $620 \times 14 \text{ мм}$;
- зусилля в перерізі над виступом колони (при двох варіантах сполучення навантажень) :

1) $M = 750 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = -330 \text{ кН}$;

2) $M = -500 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = -480 \text{ кН}$.

- зварювання ручне електродами типу Э42;
- сталь С235.

14. Сконструювати базу східчної суцільної колони каркаса одноповерхової будівлі, обладнаної мостовими кранами, при наступному складі перерізу нижньої частини колони:

- підкранова полиця: прокатний двотавр №55;
- зовнішня полиця: лист 550×25 ;
- стінка: лист 970×10 .

Переріз двостінчастої траверси: $2(-540 \times 16)$.

14.2. Розрахувати розміри опорної плити в плані бази, сконструйованої за п.1 при наступних даних:

- розрахункові комбінації зусиль в нижньому перерізі колони:

1) $M = 1700 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = -1850 \text{ кН}$;

3) $M = -1510 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = -2040 \text{ кН}$.

– бетон фундаменту класу С10/15 з призмочною міцністю $0,6 \text{ кН/см}^2$ (розрахунковий опір бетону місцевому стиску більший орієнтовно в 1,4 рази).

14.3. Визначити напруження в бетоні під краями плити при розрахунковій комбінації зусиль і побудувати епюру напружень.

15. Сконструювати базу східчної суцільної колони каркаса одноповерхової будівлі, обладнаної мостовими кранами, при наступному складі перерізу нижньої частини колони:

- підкранова полиця: прокатний двотавр №45;
- зовнішня полиця: лист 450×20 ;
- стінка: лист 975×10 .

Переріз двостінчастої траверси: $2(-500 \times 12)$.

15.1. Визначити потрібні товщину опорної плити бази за умови, що розрахунковим моментом є момент в затисненні консольного звису плити, який має виліт 90 мм .

Інші вихідні дані:

- розміри плити у плані – $1400 \times 670 \text{ мм}$;
- сталь С375;
- розрахункові комбінації зусиль в нижньому перерізі колони:

- 1) $M = 1800 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 1850 \text{ кН}$;
- 2) $M = -1510 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 2040 \text{ кН}$.

16.1. Сконструювати базу східчастої суцільної колони каркаса одноповерхової будівлі, обладнаної мостовими кранами, при наступному складі перерізу нижньої частини колони:

- підкранова полиця: прокатний двотавр №55;
- зовнішня полиця: лист 550x20 мм;
- стінка: лист 974x10 мм.

Переріз двостінчастої траверси: 2(-540x20).

16.2. Розрахувати анкерні болти для закріплення бази колони за п.1.

Вихідні дані:

- сталь анкерних болтів ВСтЗкп2, розрахунковий опір болтів 185 МПа;
- відстань від осі болта до краю плити 6 см;
- розрахункова комбінація зусиль в нижньому перерізі колони для розрахунку болтів:

1) $M = 1840 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 1050 \text{ кН}$;

2) $M = 1650 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 620 \text{ кН}$;

17.1. Сконструювати базу роздільного типу позацентрово-стиснутої колони. Вітки колони однакові, виконані з двотавра №60. Відстань між осями віток 1405 мм. Монтаж без вивірки.

17.2. Розрахувати анкерні болти та опорні планки анкерних болтів для бази колони за п.1.

Вихідні дані:

- розрахункові комбінації зусиль:

1) $M = 2530 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 1250 \text{ кН}$;

2) $M = 1650 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 320 \text{ кН}$;

- сталь болтів 10Г2С1 з розрахунковим опором 215 МПа при діаметрі $\geq 64 \text{ мм}$;

- сталь опорних планок С375.

18.1. Сконструювати базу роздільного типу позацентрово-стиснутої колони. Вітки колони однакові, виконані з двотавра №50. Відстань між осями віток 1165 мм. Монтаж без вивірки.

18.2. Перевірити міцність опорної плити в базі за п.1 при наступних даних:

- розмір плити, спрямований уздовж стінки двотавра 65 см, в перпендикулярному напрямку 38 см;

- товщина плити 30 мм;

- сталь С235;

- коефіцієнт умов роботи 1,2;

- розрахункові комбінації зусиль:

1) $M = 550 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 2000 \text{ кН}$;

2) $M = -600 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 1000 \text{ кН}$.

19.1. Сконструювати базу роздільного типу позацентрово-стиснутої колони. Вітки колони однакові, виконані з двотавра 55Б1. Відстань між осями віток 1140 мм. Монтаж без вивірки.

19.2. Перевірити міцність зварних швів, що прикріплюють траверси до віток колони в базі за п.1, при наступних даних:

- висота траверси 500 мм;

- катети швів 10 мм;

- зварювання механізоване зварювальним дротом марки Св-08Г2С;

- сталь С245;

- розрахункові зусилля в нижньому перерізі колони:

- 1) $M = 500 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 1200 \text{ кН}$;
- 2) $M = -260 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = - 1400 \text{ кН}$.

20.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 24 м.

20.2. Вибрати тип перерізів елементів.

20.3. Обґрунтувати геометричні розміри ферми і підібрати переріз опорного розкосу, в якому діє поздовжнє розрахункове зусилля 1200 кН.

Вихідні дані:

- сталь С245;
- в середині довжини розкос підкріплений конструктивним елементом (шпренгелем).

21.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 30 м.

22.2. Вказати геометричні її розміри.

22.3. Розробити конструктивне рішення проміжного вузла верхнього пояса при виконанні всіх елементів із парних кутиків і розрахувати кріплення розкоса до вузлової фасонки в цьому вузлі.

Вихідні дані:

- розкос і фасонка виконані із сталі С255;
- переріз розкоса – два кутики 90x7;
- розрахункове зусилля 450 кН;
- зварювання ручне.

23.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 36 м.

23.2. Вказати геометричні її розміри.

23.3. Розробити конструктивне рішення нижнього опорного вузла ферми при жорсткому сполученні з колоною та розрахувати висоту опорного столика з листової сталі товщиною 20мм.

Вихідні дані:

- елементи ферми із парних кутиків;
- опорна реакція ферми 600 кН;
- сталь С245;
- випадковий ексцентриситет поперечної сили на опори дорівнює 1/6 ширини столика;
- ширина столика 240 мм.

24.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 24 м.

24.2. Вказати геометричні її розміри.

25.3. Підібрати найбільш раціональний переріз верхнього пояса із парних кутиків при відношенні розрахункових довжин в площині та із площини ферми як 1:2. Розрахункове зусилля 600 кН, сталь С255.

25.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 30 м.

25.2. Вказати геометричні розміри, визначити розрахункове зусилля в опорному розкосі та

25.3. Підібрати його переріз із парних кутиків.

Вихідні дані:

- сполучення ферми з колонами шарнірне;
- в середині довжини розкос підкріплений конструктивним елементом, який з'єднується з крайнім вузлом верхнього пояса;
- лінійне граничне розрахункове навантаження на ферму покриття 26 кН/м.

26.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 24 м.

26.2. Вказати її геометричні розміри, розробити вузол верхнього пояса, в якому прикріплюється стаяк ферми.

26.3. Підібрати переріз стаяка із парних кутиків, якщо граничне розрахункове вузлове навантаження на ферму дорівнює 130 кН.

27.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 30 м.

27.2. Вказати її геометричні розміри.

27.3. Розробити вузол болтового прикріплення верхнього пояса ферми до колони при жорсткому сполученні ригеля із стаяками рами та розрахувати болти прикріплення і визначити товщину фланця.

Вихідні дані:

– розрахункове зусилля в крайній панелі верхнього пояса від опорного моменту 850 кН;

– сталь С255;

– болти класу 5.6;

– елементи ферми – із парних кутиків.

28.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 24 м.

28.2. Розробити нижній вузол спирання ферми на колону збоку (при жорсткому сполученні ригеля із стаяками рами)

28.3. Розрахувати прикріплення фасонки до опорного фланця в цьому вузлі.

Вихідні дані:

– розрахункова поперечна сила на опорі ферми 430 кН;

– зусилля в нижньому поясі від опорного моменту та розпору 420 кН;

– висота фасонки 45 см;

– відстань від низу фасонки до центра вузла 12 см;

– зварювання механізоване у вуглекислому газі;

– сталь фланця і фасонки С255;

– товщина фланця 20 мм, фасонки – 12 мм;

– елементи ферми виконані із парних кутиків.

29.1. Навести схему кроквяної ферми з паралельними поясами для будівлі прольотом 30 м,

29.2. Розробити нижній вузол опирання ферми на колону збоку (при жорсткому сполученні ригеля із стаяками рами),

29.3. Перевірити міцність фланця та розрахувати прикріплення столика до полочки колони. Вихідні дані:

– розрахункова поперечна сила на опорі ферми 500 кН;

– переріз фланця 200x20 мм;

– сталь фланця С245;

– сталь колони С235;

– товщина полочки колони 18 мм;

– зварювання механізоване у вуглекислому газі.

7. Методи навчання.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності студентів, які використовуються при вивченні дисципліни:

- В аспекті передачі і сприйняття навчальної інформації:

- словесні (лекція);
- наочні (ілюстрація, демонстрація).

- В аспекті логічності та мислення:

- пояснювально-ілюстративні (презентація);

- репродуктивні (короткі тестові завдання).
- В аспекті керування навчанням:
 - навчальна робота під керівництвом викладача;
 - самостійна робота під керівництвом викладача.
- В аспекті діяльності в колективі:
 - методи стимулювання (додаткові бали за реферати, статті, тези).
- В аспекті самостійної діяльності:
 - навчальний модуль: структурно-логічні схеми; вибіркові тести.

8. Форми контролю.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Металеві конструкції».

Поточний контроль знань здійснюється за модульно - рейтинговою системою та передбачає усне експрес-опитування під час аудиторних занять, проведення 2 письмових модульних контрольних робіт та виконанням лабораторних робіт. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку та іспиту із виконанням письмових завдань.

9. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно чинної редакції "Положення про екзамени та заліки у НУБіП України".

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$

9. Навчально-методичне забезпечення

Перелік наочних та інших навчально-методичних посібників, методичних матеріалів.

№ пор	Назва	Кількість
1	2	4
1.	Слайди (електронна форма) до лекційного курсу	1 прим.
2.	Конспект лекцій	Електронна версія
3.	Методичні вказівки з виконання курсової роботи	Електронна версія

10. Рекомендовані джерела інформації

Основні

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

2. Архітектура будівель і споруд. Книга 4. Технічна експлуатація та реконструкція будівель: підручник-довідник / В.О. Плоский та ін. – Кам'янець-подільський: Рута, 2018. – 750 с.
3. Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі: підручник/ П.М. Куліков, В.О Плоский, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський: Рута, 2020. – 820 с.

Допоміжні

1. Барабаш М.С., Козлов С.В., Медведенко Д.В. Комп'ютерні технології проектування металевих конструкцій. – Київ: НАУ, 2012. – 572 с.
2. Guidelines for the course project “Calculation of the working site of the industrial building” on the discipline “Metal Structures” for students of the specialty 192 Construction and Civil Engineering / Костира Н.О., Бакуліна В.М. – Київ, Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 80 с.
3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Металеві конструкції» для студентів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / Костира Н.О., Бакуліна В.М. – Київ, Видавничий центр НУБіП України, 2021. – 65с.
4. Metal Structures. Metal and welding in Construction : manual / А.О. Bielyatynskyi, V.N. Pershakov, О. І. Pylypenko and other. – К.: НАУ, 2013. – 208 р.
5. ДБН В.2.6-198-2014. Сталеві конструкції Норми проектування. –К.: Мінбуд України, 2014. –190 с. [діючий]

Інформаційні ресурси

1. Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека імені В. Г. Заболотного // Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека імені В. Г. Заболотного : веб-сайт. URL: <http://www.dnabb.org/>
2. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського // Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського : веб-сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
3. Міністерство розвитку громад та територій України // Офіційний веб-сайт Міністерства <https://www.minregion.gov.ua/about/>
4. http://www.tpgnpu.ho.ua/images/my_images/doc_pdf/metalevi_constr_pidruchnik_2018_orig.pdf
5. <https://drive.google.com/file/d/13LCAjUlyBi45W1EVqS0Wc3uIb9zSv6mI/view>
6. https://drive.google.com/file/d/1k5_ObfHX1X9vRK_toLQ2ZGuN3LfY1wFg/view