

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

"Розрахунки зварних конструкцій"

напрямку підготовки 6.050504 "Зварювання"

для студентів спеціальності 7.05050401 "Технології та
устаткування зварювання" усіх форм навчання

2013

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни "Розрахунки зварних конструкцій" напрямку підготовки 6.050504 "Зварювання" для студентів спеціальності 7.05050401 "Технології та устаткування зварювання" усіх форм навчання /Укл. Осіпов М.Ю. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2013 - 13 с.

Укладачі:

Осіпов М.Ю., доц., канд. техн. наук

Рецензент:

Капустян А.Є., ст. преп.

Відповідальний за випуск: Осіпов М.Ю.

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол №11 від 28.05.2013 р.

ВСТУП

Дисципліна "Розрахунки зварних конструкцій" входить у склад спеціальної професійної підготовки в напрямку "Зварювання".

Вона забезпечує спеціальну підготовку, яка полягає в рішенні типових задач проектно-конструкторської діяльності фахівця.

Після вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- номенклатуру й властивості матеріалів для зварних конструкцій;
- характер напружено-деформованого стану зварних з'єднань;
- існуючі методики розрахунку на міцність;
- методику розрахунку з'єднань різного типу при статичному та змінному навантаженні;

вміти:

- вибирати матеріал для зварної конструкції в залежності від призначення і умов експлуатації;
- призначити тип зварного шва і з'єднання згідно ДСТУ в залежності від конструктивних форм і розмірів елементів конструкції;
- складати розрахункові схеми зварного з'єднання, використовуючи аналіз реального навантаження;
- визначити внутрішні зусилля, які діють у зварному з'єднанні в залежності від схеми його навантаження;
- вибирати значення граничних напружень або розрахункового опору матеріалу для зварного з'єднання, використовуючи відомості про матеріал, умови експлуатації та технологію виготовлення;
- складати умову міцності для зварного з'єднання, використовуючи розрахункову схему та діючі внутрішні зусилля;
- проводити розрахунки на міцність зварних з'єднань при дії змінного навантаження;
- спроектувати зварне з'єднання згідно ДСТУ, використовуючи розрахунків на міцність.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 10	Галузь знань _____ (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки <u>6.050504</u> <u>"Зварювання"</u> (шифр і назва)		
Модулів – 4	Спеціальність (професійне спрямування): "Технології та устаткування зварювання"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2,3-й	2,3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання __ - __ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 360		4,5-й	4,5-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 сем. – 4 год.; 5 сем. – 3 год. самостійної роботи студента – 248 год.: 16 тиж. = 15,5 г.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	64 год.	16 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		48 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		248 год.	336 год.
		Індивідуальні завдання: 0 год.	
Вид контролю: 4 сем. – залік, КП 5 сем. - іспит			

ТЕМИ ЛЕКЦІЙ, ЇХ СКЛАД, ТА ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

4 СЕМЕСТР

ВСТУП

Мета, завдання й порядок вивчення курсу. Його зв'язок з іншими дисциплінами, значення для підготовки інженера-зварювальника.

Основні історичні етапи застосування зварювання при виготовленні конструкцій різного призначення.

Основні вимоги, що пред'являються до зварних конструкцій, їх техніко-економічні переваги.

Можливості комбінування в одній конструкції матеріалів різної міцності, заготовок, отриманих за різними технологіями.

Роль зварних конструкцій і завдання їх удосконалення з метою інтенсифікації виробництва, підвищення якості роботи і економії паливно-енергетичних ресурсів. Значення комплексного рішення питань міцності, точності, технологічності і економічності при проектуванні зварних конструкцій.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які вимоги пред'являються до зварних конструкцій?
2. Показати на прикладах можливості комбінування у застосуванні в одній зварній конструкції матеріалів різної міцності, а також заготовок, отриманих за різними технологіями.
3. В чому полягає роль зварних конструкцій в удосконаленні виробництва з метою економного витрачання матеріалів?

Модуль 1. Раціональне проектування та технологічність зварних конструкцій

Матеріали, що застосовуються при виготовленні зварних конструкцій. Резерви економії матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів при проектуванні зварних з'єднань.

Механічні властивості матеріалів. Основні марки низьколегованих, низьковуглецевих сталей, та сталей з особливими властивостями, алюмінієвих, титанових сплавів.

Ефективність застосування низьколегованих сталей середньої та високої міцності, мартенситно-старіючих високоміцних сталей,

напівспокійних сталей замість спокійних, полімерів, композиційних матеріалів.

Методи оцінки опірності металу утворенню тріщин.

Сортамент прокатних профілів. Гнуті, штамповані, пресовані профілі, їх переваги й значення для зниження металоємності конструкцій.

Застосування замкнутих прокатних коробчастих профілів, широкополочних двотаврів і таврів з паралельними гранями полиць, зварних двотаврів, гофрованого листового прокату, та прокату з протикорозійними покриттями.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як ураховується технологічність виготовлення зварної конструкції на стадії проектування?

2. Назвіть основні етапи проектування зварних конструкцій.

3. На які групи розподіляються сталі звичайної якості?

4. Сталі якої групи застосовуються для виготовлення найбільш відповідальних зварних конструкцій?

5. Як позначається марка вуглецевої сталі?

6. Які низьколеговані сталі знаходять найбільше застосування при виготовленні зварних конструкцій, працюючих в умовах низьких температур?

7. Як розшифрувати клас міцності будівельної сталі? Привести приклад.

8. Як можна підвищити механічні і поліпшити технологічні властивості низьколегованих сталей?

9. На які групи розділяється прокатний метал?

10. Як оцінюється раціональність застосування профільного матеріалу при проектуванні конструкцій мінімальної маси?

11. Які види профільного матеріалу відносяться до фасонного прокату загального призначення?

12. Які види профільного матеріалу відносяться до фасонного прокату галузевого призначення?

13. Як оцінюється при проектуванні жорсткість напруженого стану конструкцій?

14. Як визначається небезпечність ламких руйнувань зварних конструкцій?

Модуль 2. Зварні з'єднання та розрахунок статичної міцності

Класифікація зварних швів та з'єднань. Принципи розрахунку з'єднань за допустимими напруженнями та граничними станами.

Визначення допустимих напруг і розрахункових опорів.

Розрахункові геометричні параметри швів. Зварні з'єднання, виконані дуговим зварюванням (ручним, напівавтоматичним та автоматичним під шаром флюсу і в середовищі захисних газів).

Розрахунок на міцність з'єднань: стикових, таврових і внапуск. Розрахунок прикріплення кутникового профілю.

Розрахунок на міцність з'єднань, отриманих електричним контактним зварюванням (точковим, рельєфним, шовним, стиковим).

Оцінка міцності з'єднань, отриманих електрошлаковим, електронно-променевим, лазерним, плазменним, дифузійним та іншим способами зварювання.

З'єднання клепаано-зварювальні та класе-зварювальні. Забезпечення рівномірності металу шва основному металу.

Умовні позначення зварних швів на кресленнях.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. На які групи діляться граничні стани при розрахунку на міцність будівельних конструкцій?
2. Що покладено за основу розрахунку на міцність будівельних зварних конструкцій за граничним станом?
3. Як визначаються допустимі зусилля при розрахунку на міцність будівельних конструкцій?
4. Від чого залежать допустимі напруження?
5. Як визначаються розрахункові опори при розрахунку міцності зварних з'єднань?
6. Як визначаються допустимі напруження при розрахунку міцності зварних з'єднань?
7. Які види напруження виникають у металі зварних швів? Привести приклади з'єднань.
8. Привести приклади основних типів зварних з'єднань.
9. Який тип зварного з'єднання найчастіше за все проектують у відповідальних конструкціях?
10. Яку перевагу й недоліки мають з'єднання внапуск по відношенню до стикових з'єднань?
11. Як визначаються допустимі зусилля в зварних стикових з'єднаннях, коли шов направлений перпендикулярно до напрямку зусилля і під кутом?
12. З урахуванням яких розрахункових геометричних параметрів визначається міцність зварних з'єднань з кутовими швами?

13. Як визначається розрахункова величина катету робочих кутових швів?
14. Яка приймається мінімальна довжина робочих зварних швів і чому?
15. На які види діляться з'єднання внапуск у залежності від напрямку кутових швів до діючого зусилля?
16. Привести приклади з'єднань внапуск з одним і більше розрахунковими швами.
17. Як визначається допустиме зусилля в з'єднанні при розтягуванні що складається з одного і більше розрахункових лобових швів?
18. Як визначається допустиме зусилля в з'єднаннях із фланговими швами?
19. З урахуванням концентрації напружень, якою повинна бути розрахункова довжина флангового шва по відношенню до катету?
20. Як визначається допустиме зусилля в комбінованих з'єднаннях внапуск?
21. Як розподіляються зусилля між фланговими швами, що прикріплюють кут до накладки?
22. Як визначаються допустимі зусилля в з'єднаннях у тавр?
23. Привести на рисунках приклади проектування кутових з'єднань.
24. Привести на рисунках приклади проектування з'єднань проплавними електрозаклепками.
25. Як розраховуються на міцність зварні з'єднання, виконані стиковим контактним зварюванням?
26. Як визначаються напруження в одно- і двозрізній точці зварного з'єднання, виконаного точковим контактним зварюванням?
27. З метою забезпечення найбільшої міцності, як слід проектувати зварні з'єднання, виконані точковим контактним зварюванням по відношенню до напрямку силового потоку?
28. Як визначаються робочі напруження у зварних з'єднаннях, виконаних ручним дуговим зварюванням, напівавтоматичним, автоматичним під шаром флюсу і в середовищі захисних газів?
29. Як визначаються допустимі напруження при розрахунку на міцність зварних з'єднань, виконаних електрошлаковим, дифузійним, електронно-променевим, та іншими спеціальними способами зварювання?
30. Як слід розташовувати зварні шви по відношенню до напрямку діючого навантаження при підсиленні клепаних конструкцій?
31. Як виконується перевірка міцності комбінованих клепано-зварних з'єднань?
32. Як визначається міцність клеєно-зварних з'єднань?
33. Привести на рисунках приклади паяних стикових з'єднань.
34. Як визначаються напруги в паяних з'єднаннях, працюючих на зріз?

35. Привести на рисунках схему зварних з'єднань, працюючих на згин і складний опір.

36. Як розраховується на міцність зварне з'єднання, виконане з обробкою кромки, працююче на згин?

37. Як визначаються напруження в зварному з'єднанні з урахуванням згинаючого моменту, виконаного без обробки кромки?

38. Як визначаються напруження в зварному з'єднанні, виконаному з обробкою кромки, працюючим за схемою складного опору?

39. Як розраховується на міцність зварне з'єднання, виконане без обробки кромки, працююче на згин і складний опір?

40. Які застосовуються способи при розрахунку на міцність зварних з'єднань, шви яких розташовуються в площині дії згинаючого моменту?

41. Як позначаються зварні шви на кресленнях? Навести приклади.

42. Привести приклади спрощених умовних позначень зварних швів на кресленнях.

43. Привести приклади зображень в перерізах між швів і кромки зварюваних елементів?

44. Які застосовуються допоміжні знаки й позначення зварних швів на кресленнях?

45. Привести приклад повного умовного позначення стандартного шва на кресленні.

46. Привести приклади буквених позначень технологічних особливостей способів зварювання.

Лабораторні та практичні заняття.

Методи розрахунку міцності таврових та напусткових зварних з'єднань, виконаних зварюванням плавленням.

Дослідження міцності зварних стикових з'єднань, виконаних зварюванням плавленням.

5 СЕМЕСТР

Модуль 3. Зварні балки

Загальні відомості про балки, вимоги до них. Типи перерізів. Лінії впливу та їх призначення, лінії впливу опорних реакцій, згинаючих моментів і поперечних сил двоопорної балки. Принципова відмінність лінії впливу від епюру силових факторів. Визначення по лінії впливу сумарної дії системи зосереджених та розподілених сил.

Підбирання перерізу балки з урахуванням забезпечення міцності, жорсткості, економічності при мінімальній масі. Розрахунок балок з урахуванням пластичних деформацій.

Загальна й місцева стійкість. Ребра жорсткості. Робота балок на кручення.

Зварні з'єднання балок. Застосування штампованих, пресованих і гнутих профілів. Балки з алюмінієвих сплавів. Опорні частини балок. Шляхи підвищення опору балок утомленості.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які типи поперечних перерізів балок знаходять найбільше застосування при виготовленні зварних конструкцій?

2. В яких випадках виникає необхідність проектувати балки змінного перерізу?

3. За якою схемою навантаження балки силові фактори визначають за допомогою ліній впливу?

4. В яких межах допускається відхилення розрахункових напружень від допустимих?

5. Побудувати лінію впливу поперечної перерізуючої сили для однопролітної балки з шарнірними опорами.

6. Побудувати лінію впливу згинаючого моменту для однопролітної балки із шарнірними опорами.

7. Як оцінюється норма жорсткості балок?

8. Як визначається розрахунковий прогин для балки, що вільно лежить на двох опорах при рівномірному навантаженні?

9. З урахуванням яких умов визначається висота балки?

10. Як визначається висота балки з метою забезпечення мінімальної маси?

11. Як визначається висота балки з метою забезпечення мінімальної жорсткості?

12. При виконанні якої умови слід вважати, що вибрані розміри поперечного перерізу балки задовольняють умові міцності?

13. Коли визначаються еквівалентні напруги в балках?

14. Як забезпечується в балках загальна стійкість?

15. Як перевіряється загальна стійкість в балках, працюючих на згин?

16. Як перевіряється місцева стійкість вертикальних листів балки з урахуванням схеми навантаження?

17. При виконанні якої умови вважається, що місцева стійкість вертикального листа забезпечена?

18. Показати на рисунках варіанти конструювання ребер жорсткості.

19. Як визначаються напруження в балках, працюючих на кручення, маючих незамкнутий профіль?
20. Як визначаються напруження від крутного моменту в балці короткого профілю?
21. Як розраховуються на міцність поясні шви в балці, виконані з обробкою кромки?
22. Як визначається напруження в поясних швах балок, виконаних без обробки кромки?
23. При виконанні якої умови вважається, що метал шва рівномісний до основного металу?
24. Як розраховуються на міцність стикові з'єднання в балках?
25. Показати на рисунках конструкції опорних частин балок.
26. Як визначаються розміри опорних частин балок?
27. В яких випадках застосовується метод розрахунку з урахуванням пластичних деформацій?
28. Як визначається допустимий згинаючий момент в балках при розрахунку з урахуванням пластичних деформацій?
29. Як визначається допустимий згинаючий момент в балках при розрахунку з урахуванням теорії пружних деформацій?

Модуль 4. Решітчасті конструкції (ферми)

Типи ферм. Вибір геометричної схеми. Поперечні перерізи стрижнів. Вузли ферм.

Визначення навантажень і зусиль стержнів ферми аналітичним методом. Підбір перерізів стиснутих і розтягнутих поясів. Підбір перерізу розкосів і стійок. Стикові з'єднання поясів.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Що називається шарнірної фермою?
2. У чому основна різниця між шарнірної фермою і механізмом?
3. На якій підставі зварні ферми розглядаються як шарнірні системи?
4. Що називається найпростішою фермою?
5. Які системи ферми називаються статично визначними?
6. У чому суть методу РОЗУ (розріз - відкидання - заміна - умови рівноваги)?
7. У яких випадках доцільно визначати зусилля методом вирізання вузлів?
8. Що розуміють під прогином ферми?

Лабораторні та практичні заняття.

Розрахунок зварних балок. Визначення висоти балки з умов міцності та жорсткості. Конструювання перерізу балки. Перевірка стійкості елементів балки. Розрахунок зварних з'єднань. Дослідження розподілу робочих напружень в зварній двотавровій балці.

Дослідження розподілення напружень в елементах зварної ферми.

КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ

(4 семестр)

З метою закріплення та узагальнення знань, отриманих при вивченні дисципліни "Розрахунки зварних конструкцій", а також застосування цих знань до комплексного вирішення інженерного завдання з проектування зварних конструкцій, студенти повинен виконати курсовий проект.

Курсовий проект виконується відповідно з індивідуальним завданням, яке видається керівником проекту на початку семестру та під час установчої сесії.

Під час роботи над курсовим проектом слід керуватись стандартом підприємства, методичними вказівками та технічною літературою.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование.-М.: Высшая школа, 1990.-446 с.
2. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформаций конструкций: Учебное пособие. -М.:Высшая школа, 1982 - 272с.
3. Николаев Г.А., Куркин С.А.. Сварные конструкции. Технология изготовления, автоматизация производства и проектирование сварных конструкции. Учебное пособие. - К.: Высшая школа, 1983.-344 с.
4. Серенко А.Н., Крумбольдт М.Н., Багрянский К.В. Расчет сварных соединений и конструкций. Примеры и задачи: Учебное пособие-К.: Вища школа, 1977.-336 с.
5. Чертов І.М. Зварні конструкції: Підручник. - К.: Арістей, 2006. – 376с.

Додаткова:

6. Проектирование сварных конструкций в машиностроении. /Под ред. С.А. Куркина. - М. : Машиностроение, 1975.-376 с.
7. Муханов К.К. Металлические конструкции - М.: Стройиздат, 1978.- 576 с.
8. Строительные нормы и правила (СНиП-П-23-81).
9. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. /Под ред. Н.П. Мельникова-М.: Стройиздат, 1980.-776 с.
10. Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И., Косолапов Г.Ф. и др. Материаловедение. /Под ред. Б.Н. Арзамасова - М.: Машиностроение, 1986.- 384 с.
11. Навроцкий Д.И. Прочность сварных соединений. - Л.: Машгиз, 1961, - 175 с.

