МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО:

На засіданні Вченої ради

Голова Вченої ради

Ректор ДДМА

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.А.Федорінов

(підпис, ініціали, прізвище)

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2012р.

(протокол, номер, дата)

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

“Проектування зварних конструкцій”

(назва дисципліни)

для напряму підготовки 6.050504 “Зварювання”

(спеціальності 7.092301 “Технологіі та устаткування

зварювання”)

(заочна прискорена форма навчання)

Декан факультету Програму рекомендовано кафедрою \_Машинобудівний\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Обладнання та технологій зварювального

виробництва

(назва факультету) (назва кафедри)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гринь О.Г. Протокол № \_20\_\_ від \_05.06.2012\_ р.

(підпис, ініціали, прізвище) (протокол, номер, дата)

Завідувач кафедри \_\_ОіТЗВ\_\_\_\_

(назва кафедри)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.О. Макаренко

(підпис, ініціали, прізвище)

Краматорськ, 2012

1 Загальні відомості

Навчальний матеріал, який пропонується за даною програмою, має відомості, необхідні студентом для формування знань про металеві зварні конструкції, які вони отримують в рамках дисциплін циклу підготовки бакалавра.

Дана дисципліна базується на знаннях та навичках отриманих при вивчанні фундаментальних та професійнио-орієнтованих дисциплін. Перелік дисциплін та розділів наведено в таблиці 1.1. Знання, отримані при вивченні дисципліни ПЗК, необхідні для засвоєння учбового матеріалу з курсів: «Напруження і деформації», “Проектування технологічних процесів зварювального виробництва», «Спеціальні розділи міцності», «Засоби технологічного оснащення», при виконанні курсового та дипломного проектів.

Таблиця 1 - Перелік дисциплін, опанування яких потрібне студентом для

вивчення дисципліни “Проектування зварних конструкцій” та

подальшого навчання

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  модуля | Дисципліни що забезпечують підготовку | модулі | Дисципліни які забезпечуються | модулі |
| 1 | Вища математика | 1,3 | Напруження і деформації | 1,2 |
| Теоретична механіка | 1 | Спец розділи міцності | 1,2,3 |
| Опір матеріалів | 1,3 | Практикум зі зварювання | 1 |
| Термодинаміка і теплові процеси зварювання | 1,2 | Технологічні процеси зварювального виробництва | 1,2,3 |
| Теорія процесів  зварювання | 1 | Управління якістю продукції | 1 |
| 2 | Вища математика | 1,3 | Проектування технологічних процесів зварювання | 2 |
|  | Теоретична механіка | 1,2 | Курсове і дипломне проектування |  |
|  |  |  | Засоби технологічного оснащення | 2 |

### ІІ Розподіл навчального часу

#### Розподіл годин за видами навчальних занять наведено в таблиці 2.1.

### Таблиця 2.1- Розподіл навчального часу на заочному відділенні

### (4 роки навчання)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Триместр | Кредити ECТS | Всього | Розподіл за триместрами та видами занять | | | | | | Вид підсумкового контрою | Кіль-кість модулів |
| Лекції | Практ-ні | Лабор роботи | Конт-ль  знань | СРС | |
| Всього | У тому числі ІСЗ |
| На базі ВНЗ 1 рівня | 4.5 | 162 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | 3,0 | 108 | 16 | 4 | 4 | 6 | 78 | 30 | іспит | 1 |
| 14 | 1,0 | 36 | - | 4 | - | 4 | 20 | 20 | захист курс. проекту | 1 |
| Bсього | 4,0 | 144 | 16 | 8 | 4 | 10 | 98 | 50 |  | 2 |
| Разом | 8,5 | 306 | 16 | 8 | 8 | 10 | 98 | 50 |  | 2 |

### ІІІ Мета і завдання дисципліни

**3.1** Мета вивчення дисципліни полягає в придбанні майбутніми фахівцями здібності творчого підходу при вирішенні задач проектування, раціонального використання металу на основі вдосконалення конструктивних форм та методів розрахунку зварних конструкцій. Економічну та технологічну конструкцію можна отримати, якщо вміти досить точно визначати умови її експлуатування, правильно визначати форми поперечного перетину, призначати відповідний матеріал, та спосіб зварювання.

**3.2** Завдання дисципліни

Вивчення дисципліни передбачає придбання студентами:

* знання службових характеристик металів та сплавів;
* сучасних методів розрахунків металевих конструкцій та особливостей розрахунків зварних конструкцій;
* знань природи руйнування зварних з`єднань при статичному та динамічному навантаженнях;
* знань умов втрати стійкості зварних конструкцій;
* навичок виконання розрахунків міцності зварних з`єднань при різних видах навантаження;
* навичок конструювання зварних вузлів та металевих конструкцій;
* вміння визначати необхідні геометричні характеристики перетину елементів конструкції виходячи з властивостей металу та умов навантаження;
* вміння аналізувати умови експлуатації зварних конструкцій та призначати відповідні конструкційні матеріали з оптимальними властивостями.

### ІV Тематичний план

**IV.I Розподіл навчального часу за темами**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Найменування** **розділів тем** | | **Розподіл за триместрами та видами**  **занять** | | | | | | | | | | | | |
| **Всього** | | **Лекції** | | **Практичні** | | **Лабораторні роботи** | | | **СРС** | | | **Контр. знань** |
| **1** | | **2** | | **3** | | **4** | | **5** | | | **6** | | | **7** |
| **Триместр 13** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Модуль 1** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Розділ 1**  Основи розрахунків та конструювання металевих конструкцій | | 80 | | 11 | | 4 | | 4 | | 48 | | 2 | | |
| **1** | | **2** | | **3** | | **4** | | **5** | | **6** | | **7** | | |
| Тема 1.1 Перспективи використання зварних конструкцій | |  | | 1 | |  | |  | | 3 | |  | | |
| Тема 1.2 Матеріали і сортамент для виготовлення зварних конструкцій | |  | | 1 | |  | |  | | 5 | |  | | |
| Тема 1.3 Методи розрахунків міцності по допускним напруженням та граничному стану | |  | | 2 | |  | |  | | 10 | |  | | |
| Тема 1.4 Зварні з’єднання та розрахунок їх міцності. | |  | | 2 | | 2 | |  | | 15 | |  | | |
| Утворення та вплив напружень на міцність зварних конструкцій | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
| Тема 1.5 Концентрація напружень та розподіл зусиль в зварних з'єднаннях | |  | | 2 | | 1 | | 4 | | 5 | |  | | |
| Тема 1.6 Власні напруження та деформації при зварюванні | |  | | 2 | |  | |  | | 5 | |  | | |
| Тема 1.7 Втомне та крихке руйнування зварних з’єднань | |  | | 1 | | 1 | |  | | 5 | |  | | |
| Підготовка до контролю  Контрольна робота | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | | **2** | **3** | | **4** | | **5** | | **6** | | | | **7** | |
| **Розділ 2** Розрахунки та проектування типових зварних конструкцій | | 28 | | 5 | |  | |  | | 30 | | 2 | | |
| Тема 2.1 Розрахунок та проектування зварних стійок | |  | | 1 | |  | |  | | 6 | |  | | |
| Тема 2.2 Розрахунок та проектування зварних балок | |  | | 1 | |  | |  | | 6 | |  | | |
| Підготовка до контролю Контрольна робота | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
| Тема 2.3 Розрахунок та проектування зварних ферм | |  | | 1 | |  | |  | | 6 | |  | | |
| Тема 2.4 Розрахунок та проектування листових конструкцій сосудів та резервуарів | |  | | 1 | |  | |  | | 6 | |  | | |
| Тема 2.5Зварні деталі машин | |  | | 1 | |  | |  | | 6 | |  | | |
| Підготовка до контролю знань | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |
| Контрольна робота | |  | |  | |  | |  | |  | | 2 | | |
| Всього за модуль | | 108 | | 16 | | 4 | | 4 | | 78 | | 6 | | |
| За триместр | | 108 | | 16 | | 4 | | 4 | | 78 | | 6 | | |
| **Триместр 14** | | | | | | | | | | | | | | |
| **Модуль 2** | | | | | | | | | | | | | | |
| Розрахунок і проектування зварної конструкції ферми, колони та балки (КП) | 36 | | | - | | 4 | | - | | 20 | | | | 4 |
| Разом | 144 | | | 16 | | 8 | | 4 | | 98 | | | | 10 |

**IV.2 Лекції**

**Модуль 1**

Розділ 1. Основи розрахунків та конструювання металевих конструкцій

**Лекція 1.**

**Тема 1.1., Тема 1.2. -** самостійне опрацювання.

**Розрахунки міцності конструкцій по допускним напруженням**

**Тема 1.3. Методи розрахунків міцності по допускним напруженням та**

**граничному стану**

Робочі та зв'язуючи напруження. Робочі та зв'язуючи шви, їх розрахунок. Розрахунок по допускним напруженням. Основні напруження та коефіцієнти запасу для будівельних конструкцій, у машинобудуванні. Геометрична та механічна неоднорідність зварних з’єднань.

Література [1,c.17-24; 4,с.27-32; 15,с.5-16]

Самостійне опрацювання: Класифікація напружень.

**Розрахунки конструкцій по граничному стану**

Розрахунок по граничному стану. Граничний стан. Допустимі навантаження для зварних конструкцій. Методи завдання розміру розрахункового опору (таблиця в долях від нормативного опору). Другий граничний стан.

Література: [16,c.5-11; 15,c.17-20]

Самостійне опрацювання: Вибір коефіцієнтів запасу міцності.

**Лекція 2**

**Тема1.4. зварні з'єднання та розрахунок їх міцності.**

**Розрахунок з'єднань зі стиковими швами**

Види зварних з'єднань. Види зварних з'єднань виконаних автоматичним дуговим зварюванням під флюсом, в середовищі захисних газів, електрошлаковим способом.

Підготовка кромок. Техніко–економічні переваги та недоліки різних видів підготовки кромок. Зварювання без розроблення кромок. Умовні позначки зварних з'єднань.

Розрахунок з'єднань зі стиковими та кутовими швами.

Розрахунок з'єднань з стиковими швами. Розрахункові розміри швів. Косі стики та рекомендації по їх використанню.

Література [1,c.25-30; 3,с.3-23; 6,с.13-23; 15,с.24-31]

Самостійне опрацювання: Позначення зварних швів на кресленнях. Допоміжні знаки.

**Розрахунок з'єднань з кутовими швами**

Види та розміри кутових швів. Рекомендації по призначенню катету. Умови розрахунку на зріз по бісекторній площині. Напускні з'єднання, розмір напуску. Види швів при з'єднанні у напуску.

Розміри швів, які розраховують. Комбіновані з'єднання. Економічні переваги довших швів з малим катетом. Особливості розрахунку швів, які кріплять кутник до площини. З'єднання у тавр особливості розрахунку.

Література [1,c.32-35; 3,с.24-27; 6,с.24-29; 15,с.32-37]

Самостійне опрацювання: Переривчасті шви, їх робота та розрахунок.

Конструкція та розрахунок точкових зварних з'єднань

Конструювання точкових з'єднань. Обмеження розмірів та відстані в з'єднанні, причини обмежень. Розрахунок точкових з'єднань. Допусні напруження для крапкових з'єднань. Розрахунок точкових з'єднань при поперечному згині. Розрахунок точкових з'єднань у випадку їх кріплень до площини (метод полярного та осевого моменту інерції). Правила конструювання з'єднань. Шовні з'єднання.

Література: [1,c.36-38; 3,с.28-33; 6,с.30-35; 15,с.38-42]

Самостійне опрацювання: Розрахунок шовних з’єднань отриманих зварюванням тиском.

**Тема 1.5. Концентрація напружень та розподіл зусиль в зварних**

**з'єднаннях**

**Лекція 3.**

**Напруження та їх концентрація в елементах конструкцій**

Концентрація напружень у пластині з круглим та еліптичним отворами. Коефіцієнти концентрації. Вплив концентрації напружень на міцність з'єднань. Перерозподіл напружень при досягненні межі текучості.

Недопущення тріщиноподібних дефектів.

Література [1,c.39-43; 2,с.15-23; 3,с.34-38; 4,с.23-27; 5,с.35-40]

Самостійне опрацювання: Вплив величини концентрації напружень на міцність конструкції.

**Концентрація напружень в зварних з'єднаннях**

Концентрація напружень у стикових швах. Концентрацій напружень з кутовими швами (лобовими, фланговими та комбінованими). Коефіцієнт концентрації у з'єднанні з накладками по ширині пластини. Концентрація напружень у таврових швах. Концентрація напружень у крапкових з’єднаннях.

Література [1,c.44-47; 2,с.24-29; 3,с.39-42; 4,с.28-36; 5,с.42-48]

Самостійне опрацювання: Конструктивні та технологічні міри зниження концентрації напружень в зварних конструкціях.

**Тема 1.6. Власні напруження та деформації при зварюванні**

**Лекція 4**

**. Власні напруження при зварюванні**

Механізм утворювання власних напружень. Класифікація власних напружень: по об’єму в якому вони врівноважуються; по напрямку у просторі; по причині утворення. Розмір власних напружень при зварюванні низьковуглецевих сталей, утворення двох трьохосних власних напружень при зварюванні. Вплив власних напружень на міцність зварювальних конструкцій та їх точність.

Література: [1,c.48-53; 2,с.31-35; 4,с.37-39; 5,с.50-62]

Самостійне опрацювання: Релаксація напружень в елементах конструкцій.

**Зварювальні деформації**

Види деформацій (в площині згину, в умовах втрат стійкості, кручення, деформацій оболонкових конструкцій). Поняття деформацій та переміщень. Розподіл задачі деформації на термомеханічну та деформаційну. Поняття про зусилля усадки, створення поперечного скорочування та напруження). Утворення кутових деформацій при однопрохідному та багатопрохідному зварюванні. Деформації грибовидності.

Література: [1,с.54-56; 2,с.36-38; 4,с.40-42; 5,с.63-66; 6,с.31-40; 9,с.4-7].

Самостійне опрацювання: Засоби боротьби з деформаціями зварювання, які використовують до зварювання, під час зварювання та після нього.

**Лекція 5.**

**Tема 1.7. Втомне та крихке руйнування металів та зварних з’єднань**

**Втомне руйнування зварних з'єднань**

Термінологія, механізм втомленого зруйнування, фактори, що впливають на величину втомленості. Основні діаграми втомленої міцності. Ефективні коефіцієнти концентрації напружень різноманітних типів зварних з'єднань (в стик, в напуск та ін.). Конструктивні технологічні та механічні міри підвищення втомної міцності. Методика розрахунку з'єднань при втомних навантаженнях (визначення допускних напружень). Вплив обробки швів на опірність зварних з'єднань крихким руйнуванням. Розрахункова оцінка межі витривалості зварних з'єднань.

Література: [5,c.68-69; 12,с.13-19]

Самостійне опрацювання: Характеристики циклу навантаження.

**Крихке руйнування металів та зварних з'єднань**

В’язке та крихке руйнування сталі. Особливості крихких та в’язких руйнувань сталі. Опір сталі виникненню крихких тріщин. Фактори, сприяючі виникненню окрихчення сталі.

Визначення опору сталі виникненню крихких тріщин, вплив температури, концентрації напружень, залишкових напружень, деформаційного старіння вуглецевих сталей та товщини деталі.

Опір сталі розповсюдженню крихкої тріщини.

Література: [5,с.70-75; 10,с.23-28].

Самостійне опрацювання: Метод Робертсона та Баттеля. Вплив температури та навколишнього середовища на крихке руйнування.

**Лекція 6.**

Розділ 2. Зварні конструкції

**Тема 2.1. Розрахунок та проектування зварних стійок**

**Розрахунок стійки суцільного перетину**

Стійкість стиснених елементів. Коефіцієнт зниження допускних напружень. Розрахунок перетину стійок за методом послідовного наближення. Суцільний та складений перетин, вільні та матеріальні осі. Типи перетинів стійок для малих та значних навантажень. Співвідношення габаритних розмірів у стійках.

Література: [14,c.19-26; 15,с.27-34].

Самостійне опрацювання: Складові конструкції колони, їх призначення.

**Стійки складового перетину**

Порядок розрахунку центрально-навантаженої стійки з розкісною граткою. Приведена гнучкість та її розрахунок при з’єднанні планками. Фіктивна перерізуюча сила. Конструювання та розрахунок сполучних планок.

Діафрагми стійок, їх призначення. Стики стійок.

Література: [14,c.27-30; 15,с.35-39]

Самостійне опрацювання: Бази та оголовки стійок, конструкція та розрахунок.

**Лекція7.**

Тема 2.2. Розрахунок та проектування зварних балок

**Розрахунок перетину балок**

Балки. Лінії впливу та їх призначення. Лінії впливу опорних реакцій, згинаючих моментів та поперечних сил двохопорних балок. Призначення, вимоги при проектуванні, співвідношення розмірів у балках, типи перетинів. Визначення висоти балки з умов жорсткості, визначення висоти балки з умов міцності та економічності. Розрахунок перетину балки, перевірка розрахованого перетину.

Література: [14,c.32-36; 15,с.40-43]

Самостійне опрацювання: Конструювання опорних елементів балки.

**Конструювання перетину зварних балок**

Спільна та місцева стійкість балок та способи забезпечення стійкості. Зварювальні з'єднання та їх розрахунок. Допуски на короблення зварних балок. Стики балок, опорні частини балок. Конструкція та розрахунок з’єднань балок різної та однакової висоти. Балки мінливого перетину. Балки полегшеного профілю. Розрухунок балок по несучій здібності.

Література: [14,с.36-45; 15,44-46]

Самостійне опрацювання: Штамповані балки. Деталі та вузли балки.

**Лекція 8.**

**Тема 2.3. Розрахунок та проектування зварних ферм**

**Розрахунок ферм**

Ферми. Призначення, класифікація ферм. Геометрична незмінність та статична визначеність ферм. Елементи ферм, вибір типу гратки, конструювання перетину стерженів. Визначення зусиль в стержнях ферми та їх гнучкості. Розрахункова довжина елементів ферм. Типи перетинів елементів ферм. Розрахунок перетинів стиснених та розтягнутих елементів.

Література: [6,40-44; 7,с.32-37; 8,с.29-34]

Самостійне опрацювання: Методи розрахунку зусиль в стержнях ферм.

**Тема 2.4. Розрахунок та проектування листових конструкцій сосудів та**

**резервуарів**

**Розрахунок листових конструкцій**

Оболонкові конструкції. Розрахунок тонкостінних оболонок двоякої кривизни (вивід формули Лапласа). Сферичні та циліндричні резервуари, їх розрахунок. Вплив рівня матеріалу в резервуарі на величину тиску на його стінку. Розподіл напружень в конічних резервуарах.

Література: [3,c.47-49; 9,с.15-23]

Самостійне опрацювання: Конструктивні варіанти з’єднання днища резервуару з його циліндричною частиною. Розрахунок міцності швів.

**IV.3 Практичні заняття**

**Модуль 1**

**Практичне заняття 1.**

Розрахунок зварних з'єднань зі стиковими швами при статичному і

перемінному навантаженні.

**Практичне заняття 2.**

Розрахунок зварних з’єднань з кутовими швами при статичному і перемінному навантаженні. Розрахунок міцності зварних швів, як кріплять кутик з фасонкою.

**Модуль 2**

**Практичне заняття 1.**

Визначення довжини і катета зварних швів що, прикріплюють елементи ферми до фасонок.

Розрахунок і конструювання підкрановоі частини колони.

**Практичне заняття 2.**

Розрахунок і конструювання надкрановоі частини колони.

Визначення нормативних зусиль у балці. Підбир перетину балки. Розрахунок зварних швів балки.

**IV.5 Лабораторні роботи**

Мета лабораторного практикуму - закріпити та поглибити теоретичні знання студентів в галузі металевих конструкцій. Надати навички практичного дослідження напруженого стану конструкцій методом тензометрії, визначення критичних зусиль.

**Модуль 1**

**Лабораторна робота №1.** Концентрація напружень у стикових з'єднаннях.

**Лабораторна робота №2.** Розподіл напружень в з'єднаннях з накладками.

**IV.6 Індивідуальні завдання**

Мета індивідуального завдання полягає в поглибленні, узагальненні та закріплені знань, які студенти одержали в процесі навчання, а також вміння використовувати їх на практиці. Теми індивідуальних завдань наведені в додатку А.

**IV.7 Контрольні роботи**

Мета контрольних робіт – перевірка підготовки студентів з певних розділів робочої навчальної програми.

**V. Методичні вказівки**

При вивчені даної навчальної дисципліни необхідно звернути увагу на інженерний підхід до рішення розрахункових задач та розуміння механізмів виникнення явищ. Необхідною умовою успішного вирішення питання є креслення схем, навантаження, напружень вузлів, деталей і та ін.

Наочність навчальних занять повинна забезпечуватись роздатковими та ілюстраційними матеріалами.

# **Критерії оцінювання знань**

# Таблиця 5.1– Відповідність балів шкалі ECTS

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Оцінка в системі ECTS в залежності від балів | | | | | | |
| A | B | C | D | E | FX | F |
| 90-100 | 81-89 | 75-80 | 65-74 | 55-64 | 30-54 | 0-29 |

Оцінювання знань студентів проводиться за рейтинговою стобальною системою. Ці бали набираються студентом у ході здачі обов’язкових контрольних заходів. Для зарахування модулю студент повинен набрати 55 балів, а для отримання допуску до іспиту не менше 25 балів.

Захист контрольноі роботи оцінюєтся від 25 до 40 балів, відповіді на екзамені від 30 до 60 балів. Підсумкова оцінка не перевіщує 100 балів.

Контрольна робота складається з 4 завдань: 2 теоретичні питання (додаток Б), і 2 задачі (додаток А).

Правильна відповідь на кожне теоретичне питання оцінюється в 5 балів, за правильний розвʹязок задачи нароховується 15 балів.

Таблиця 5.3 - Семестровий графік з дисципліни “Проектування зварних

конструкцій”

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Неділя | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Контрольні  заходи | | |  |  |  |  | ЛР1  оп |  | ЛР2  оп | КР1 |
| Кіл-сть  балів | min | |  |  |  |  |  |  |  | 25 |
| max | |  |  |  |  |  |  |  | 40 |
| Значення контролю | | |  |  |  |  | об. |  | об | об. |
| Модуль/ Коеф. | | М 1/ 1,0 | | | | | | | | |

ЛР – захист лабораторної роботи;

КР – контрольна робота; ОП – опитування.

Дисципліна «Проектування зварних конструкцій складається з 2-х модулів.

**VI Навчально – методичні матеріали**

**Основна література**

1. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А., Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций: учебное пособие, – М.: Высшая школа, 1982. – 272 с.
2. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А., Сварные конструкции. Технология изготовления, автоматизации производства и проектирование сварных конструкций: Учебное пособие, – М.: Высшая школа, 1983. – 344 с.
3. Серенко А.Н., Крумбольдт М.Н., Багрянский К.В. Расчет сварных соединений и конструкций. Примеры и задачи: Учебное пособие. – Киев: – Высшая школа, 1977. – 336 с.
4. Касаткин Б.С., Прохоренко В.М., Чертов И.М. Напряжения и деформации при сварке. – Киев: Высшая школа, 1987. – 246 с.
5. Прочность сварных конструкций при переменных нагрузках: Под ред. В.И. Труфяникова. – Киев: наук, мысль, 1990 – 256 с.
6. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. – М: Высшая школа, 1990 – 446 с.

7. Чертов І. М. Зварні конструкції. Підручник.- Київ. Арістем, 2006.- 376с.

8. Гринь О.Г., Пресняков В.А., Карпенко В.М. Оптимальне проектування зварних конструкцій. Учбовий посібник, Краматорськ. ДДМА, 2003, 170с.

**Додаткова література**

1 Лихтарников Я.Н., Клыков В.М., Ладыжевский Д.В. Расчет сварных конс- трукий. Справочное пособие.– Киев: Строитель, 1976.- 349 с.

2 Сахновский М.М. Справочник конструктора строительных сварных конструкций.– Днепропетровск: Луч, 1975.- 237 с.

3 Проектирования сварных конструкций в машиностроении / Под ред. С.А. Куркина.- М.: Машиностроение, 1975.- 376 с.

4 Емельянов О.А., Жемчужников Г.В., Котенко Э.В. Ремонт металлоконструкций электросваркой.-Донецк: Донбасс, 1976.- 78 с.

5 Сварка в машиностроении. Справочник, Т.З.- М.: Машиностроение, 1979-567 с., главы 3-9.

6 Золотаревский В.С. Механические свойства металлов: Учебник.- М.: Машиностроение,- 1983.- 350 с.

1. Броек Д. Основы механики разрушения.- М.: Высшая школа, 1980- 368 с.

8 Металлические конструкции ВЗТ.: Учебник для строительных вузов/ В.В. Горев, Б.Ю. Уворов и др. М.: Высшая школа, 2001.

9Гринь О.Г, Волков Д.А., Свиридов О.В. «Расчет и проектирование сварных конструкций». Учебное пособие. Краматорск 2010.

10 Гринь О.Г, Свиридов О.В «Проектирование сварных конструкций» Методичесские указания к лабораторным работам. Краматорск 2011.

* 1. **Методічні вказівки**

1 Методические указания к практическим и самостоятельным занятиям по дисциплине «Проектирование сварных конструкций» / Сост.А.Г. Гринь.- Краматорск ДГМА, 2004.- 75 с.

2 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Проектирование сварных конструкций» для студентов специальности «Технология и оборудование для сварки» / Сост. А.Г. Гринь.- Краматорск: ДГМА, 2000- 48с.

3 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Проектирование сварных конструкций” для студентов специальности “Технология и оборудования сварки”/ Сост. Гринь А.Г. Краматорск ДГМА 2001-48 с.

Робочу навчальну програму розробив доцент кафедри зварювання, к. т. н. доц. О.Г. Гринь.

Додаток А **Індивідуальні завдання**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Розрахунок міцності з'єднань прикріплюючих кутик до косинки | | | | | | Завдання 3.1 |
|  | | Визначити довжини флангових швів Lоб (по обушку) і Lп (по перу), що прикріплюють два нерівнобічних кутика L160×100×9 до косинки, виходячи з умови рівноміцності з'єднання з косинки. | | | | |
| Дано:  hф = 200 мм;  δф = 12 мм;  Fуг = 22,9 див2;  Матеріал куточків і хустинки – Ст3.  Розрахунок виконати за граничними напруженнями.  Зварювання напівавтоматична. | | | | |
| 2. Розрахунок міцності з'єднань прикріплюючих кутик до косинки | | | | | | Завдання 3.2 |
|  | | | | Розрахувати перетин стрижня ферми, що складається із двох нерівнобічних кутиків і визначити довжини флангових швів Lоб (по обушку) і Lп (по перу), що прикріплюють кутик до косинки. | | |
| Дано:  куточок L160×100×9  Р = 300 кН;  δф = 10 мм;  Матеріал куточків і хустинки – сталь 10Г2С1.  Розрахунок виконати за граничним станом (m = 0,8).  Зварювання ручне дугове. | | |
| 3. Розрахунок міцності з'єднань прикріплюючих кутик до косинки | | | | | | Завдання 3.3 |
|  | | | Визначити довжини флангових швів Lоб (по обушку) і Lп (по перу), що прикріплюють нерівнобічний кутик до косинки для двох випадків:  1. кутик приварений широкою полицею;  2. кутик приварений вузькою полицею.  Зробити висновок. | | | |
| Дано:  куточок L160×100×9  Р = 250 кН;  δф = 10 мм;  Матеріал куточків і хустинки – сталь 10Г2С1.  Розрахунок виконати за граничним станом (m = 0,8).  Зварювання ручне дугове. | | | |
| 3. Розрахунок міцності з'єднань прикріплюючих кутик до косинки | | | | | | Завдання 3.4 |
|  | | | Визначити необхідну довжину флангових швів Lоб (по обушку) і Lп (по перу) для прикріплення двох тяг з рівнобічних кутиків, що підтримують вантаж Р. | | | |
| Дано:  куточок L100×100×8  Р = 200 кН;  Fуг = 15,6 см2;  Зварювання напівавтоматична (β=0,8). | | | |
| 1. Розрахунок міцності стикових з'єднань при статичних навантаженнях | | | | | Завдання 1.1 | |
|  | На пластину Б, приварену до пластини А, діє сила Р, яка складає з поздовжньою віссю кут α=45°. Провести перевірочний розрахунок стикового шва за граничними напруженнями. | | | | | |
| Дано:  В = 150 мм;  L = 300 мм;  δ = 10 мм;  Р = 150 кН;  Матеріал пластин – сталь 15ХСНД.  Початок і кінець зварного шва виведені на технологічні планки. | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. Розрахунок міцності стикових з'єднань при статичних навантаженнях | | Завдання 1.2 |
|  | Визначити граничну величину, сили Р, що розтягує пластини, які зварені напівавтоматичним зварюванням без технологічних планок. | |
| Дано:  Матеріал пластин – Ст3;  В = 200 мм;  δ = 15 мм;  n = 1,2;  m = 0,8.  Розрахунок виконати за граничним станом. | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Розрахунок міцності стикових з'єднань при статичних навантаженнях | | | Завдання 1.3 | |
|  | Зробити перевірку міцності зварного з'єднання виконаного ручним дуговим зварюванням. | | | |
| Дано:  В = 350 мм;  L = 500 мм;  δ = 10 мм;  Р = 450 кН;  Матеріал пластин – сталь 15ХСНД.  Початок і кінець зварного шва виведені на технологічні планки. | | | |
| 1. Розрахунок міцності стикових з'єднань при статичних навантаженнях | | | | Завдання 1.4 |
|  | | На пластину А, приварену до платини Б, діє згинальний момент М. Визначити максимальну величину цього моменту. | | |
| Дано:  Матеріал пластин – Ст5;  В = 300 мм;  δ = 8 мм;  n = 1,2;  m = 0,8.  Розрахунок виконати за граничним станом. | | |
| 1. Розрахунок міцності стикових з'єднань при статичних навантаженнях | | | | Завдання 1.5 |
|  | | На пластину А, приварену до платини Б, діє сила Р. Початок і кінець зварного шва виведені на технологічні планки. Визначити максимально припустиме значення сили Р. | | |
| Дано:  Матеріал пластин – Ст3;  В = 400 мм;  δ = 20 мм;  α = 30°;  Розрахунок виконати за граничними напруженнями | | |

Додаток Б

**Питання до виконання контрольноі роботи**

1. Основні принципи проектування металевих конструкцій.
2. Що таке зовнішні і внутрішні сили. До чого приводить дія внутрішніх сил?
3. Що таке напруження, напружений стан? Які існують напружені стани?
4. Що таке деформація тіла? Які існують пружні характеристики матеріалів?
5. Основні геометричні характеристики плоских перерізів.
6. Стандартні характеристики міцності і пластичності. Службові характеристики сталі.
7. Які сталі використовують для будівельних і машинобудівних Класифікація сталей для виготовлення металевих конструкцій.
8. Основні критерії вибору матеріалів для зварних конструкцій.
9. Сортамент. Сортовий та фасонний прокат для металевих конструкцій.
10. Розрахунок міцності металевих конструкцій за граничним станом. Загальні положення.
11. Розрахунок металевих конструкцій по першому граничному стану. Основні залежності.
12. Розрахунок металевих конструкцій по другому граничному стану.
13. Розрахунок металевих конструкцій за граничними напруженнями. Основні залежності.
14. Призначення коефіцієнту запасу міцності.
15. Основні види завдань при розрахунку металевих конструкцій. Проектування зварних з’єднань.
16. Позначення зварних з’єднань на кресленнях.
17. Робочі та сполучні зварні шви та напруження.
18. Механічна неоднорідність зварних з’єднань.
19. Конструктивна неоднорідність зварних з’єднань.
20. Розрахунок міцності стикових зварних з’єднань при статичному навантаженні. Основні залежності.
21. Методи підвищення міцності стикових зварних з’єднань.
22. Розрахунок міцності кутових швів при статичному навантаженні.
23. Особливості розрахунку лобових кутових швів при статичному навантаженні.
24. Особливості розрахунку флангових кутових швів при статичному навантаженні.
25. Особливості розрахунку комбінованих кутових швів при статичному навантаженні.
26. Особливості розрахунку швів, що прикріплюють кутник до фасонки під дією поздовжньої сили
27. Особливості розрахунку таврових з’єднань. Проектування зварних з’єднань при контактному зварюванні.
28. Концентрація напружень у зварних з’єднаннях. Основні визначення. Концентрація напружень в стикових швах.
29. Концентрація напружень у лобових швах.
30. Концентрація напружень у флангових швах.
31. Розподіл напружень між фланговими швами в з’єднаннях з накладками.
32. Релаксація напружень.
33. Міри боротьби з концентраторами напружень.
34. Опір зварних з’єднань втомленню. Основні визначення.
35. Види циклічного навантаження. Коефіцієнт асиметрії циклу.
36. Крива втомленості. Практичне значення.
37. Вплив концентрації напружень на витривалість зварних з’єднань.
38. Вплив залишкових напружень на витривалість зварних з’єднань.
39. Вплив частоти навантаження на витривалість зварних з’єднань.
40. Міри підвищення витривалості зварних з’єднань.
41. Особливості розрахунку зварних з’єднань при циклічному навантаженні.
42. Загальна характеристика зварних ферм.
43. Послідовність проектування зварної ферми.
44. Методи визначення внутрішніх зусиль в стрижнях ферми.
45. Компоновка стрижнів зварної ферми. Основні положення.
46. Встановлення з’єднальних планок (сухарів) в стрижнях ферми.
47. Послідовність конструювання вузлів ферми.
48. Особливості проектування опорних вузлів ферми.
49. Особливості проектування зварних колон. Загальні положення.
50. Проектування центральне стиснутого стояка колони суцільного перерізу.
51. Проектування центральне стиснутого стояка колони наскрізного перерізу.
52. Звичайна та приведена гнучкість стислих стрижнів.
53. Розрахунок з’єднальних планок колони наскрізного перерізу.
54. Розрахунок з’єднальної гратки колони наскрізного перерізу.
55. Засоби підвищення опору стояків скручуванню.
56. Проектування ексцентрично стиснутого стояка.
57. Проектування зварних балок. Основні визначення.
58. Розрахунок висоти балки з умов жорсткості.
59. Розрахунок висоти балки з умов найменшої ваги (економічності).
60. Конструювання перерізу зварної балки двотаврового перерізу.
61. Забезпечення загальної стійкості зварних балок.
62. Забезпечення місцевої стійкості зварних балок.
63. Втрата стійкості стінки балки від дотичних напружень.
64. Втрата стійкості стінки балки від нормальних напружень.
65. Втрата стійкості стінки балки від спільної дії дотичних і нормальних напружень.
66. Послідовність вирішення задачі про необхідність встановлення ребер жорсткості для зварної балки.
67. Розрахунок зварних швів балок.
68. Листові конструкції. Загальна характеристика.
69. Теорія розрахунку тонких оболонок.

**Модуль 2**

Завдання на курсове проектування

## ***Варіант № \_\_\_***

## ***завдання на курсове проектування***

## ***з дисципліиі «Проектування зварних конструкцій»***

студента(ки) групи СП 03-2 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

Спроектувати колону змінного перетину, що має в перетині зварний двотавр на довжині Н1 і в нижній частині довжиною Н2. Перетин наскрізний.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема стійки |  |  | марка сталі | матеріал  фундаменту  [σ]Ф | навантаження | | висота | |
| Q1 | Q2 | Н1 | Н2 |
| МПа | кН | кН | м | м |
|  |  |  |  |  |  |

Розрахувати й спроектувати зварну балку двотаврового перетину згідно схеми

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема балки |  | | марка  сталі | довжина прольоту | навантаження | | відстані між  зв'язаними вантажами | |
| *l* | РН | Q=4PН  G=0,3Q | а | b |
| м | кН | м | м |
|  |  |  |  |  |
| норма жорсткості *f/l* |  |

Спроектувати зварну ферму відповідно до заданої схеми

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

СП.01.КП.01.ПСК.00.000.\_\_.ПЗ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема ферми і  прикладеного навантаження | Величина навантаження | | | довжина прольоту  кількість панелей | матеріал |
| Р1 | Р2 | Р3 |
|  |  |  |  |  |  |

Керівник проекту \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / /

(підпис)

Дата видачі завдання «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_р.