ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра «Обладнання та технології зварювального виробництва»

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

**На засіданні Вченої ради**

**Голова Вченої ради**

**Ректор ДДМА**

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

(підпис, ініціали, прізвище)

Протокол № \_\_\_\_ « \_\_ »\_\_\_\_\_\_\_\_2012 р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

**” СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ** **”**

для напряму підготовки 7.05050401 «Зварювання»

(спеціальності 7.092301 «Технологія та устаткування

зварювання»)

(Заочне відділення)

Декан машинобудівного Програму рекомендовано кафедрою

факультету **«** Обладнання і технології

зварювального виробництва**»**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О. Г. Гринь Протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2012 р.

Завідувач кафедри

«Обладнання і технології зварювального

виробництва»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н. О. Макаренко

Краматорськ, 2012

1 Загальні відомості

Учбовий матеріал, який пропонується за даною програмою має додаткові до отриманих в дисципліні “Проектування зварних конструкцій” відомості не-обхідних студентам для формування знань по питанням руйнування і міцності зварних з’єднань та елементів конструкцій в різних умовах їх експлуатації, які вони отримали в рамках підготовки бакалавра.

Дана дисципліна базується на знаннях та навичках, отриманих при вив-ченні фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін. Перелік дис-циплін та розділів наведено в таблиці 1. Навчальна дисципліна „Спеціальні розділи міцності зварних конструкцій”(СРМЗК) належить до циклу спеціальних дисциплін і базується на матеріалі, який студенти попередньо вже вивчали в таких дисциплінах як “Вища математика”, “Фізика”, “Опір матеріалів”, “Хімія”, **“**Теорія процесів зварювання”, “Металознавство і термічна обробка зварних з’єднань” , “Напруження і деформації ” та інш.

Таблиця 1.1 **-** Взаємозв’язок модулів дисципліни „Спеціальні розділи міц-ності зварних конструкцій” з модулями таких, що забезпечують, і забезпечува-них дисциплін.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № мод | Забезпечується | Моду-лі | Забезпечує | Моду-лі |
| 1 | Вища математика | 1,2,3 | Фізико-хімічні і металур-гійні основи виробництва конструкційних металів | 1 |
| Опір матеріалів | 1,2,5 | Зварювання плавленням | 1,2 |
| Металознавство і терміч-на обробка зварних з’єд-нань | 2 | Технологічні основиобробки металів | 1 |
| Напруження та деформа-ції при зварюванні | 1 | Технологічні процеси зварювального виробництва | 1,2 |
| 2 | Вища математика | 2 | ТПЗВ | 2 |
| Опір матеріалів | 2,5 | ТПЗВ | 1,2 |
| Металознавство і терміч-на обробка зварних з’єд-нань | 2 | Напруження та деформа-ції при зварюванні | 2 |
| 3 | Вища математика | 3 | ТПЗВ | 1 |
| 4 | Вища математика | 1,2 | ТПЗВ | 1 |
| Хімія | 2 | Проектування зварних конструкцій | 2 |
| Напруження та деформа-ції | 1 | Курсове і дипломнепроектування |  |

Знання, які отримані при вивченні СРМЗК використовуються студентами при подальшому вивченні таких дисциплін як “Нанесення покриття”, “Контроль якості”, “Проектування технологічних процесів зварювального виробництва”, “Засоби технологічного оснащення”, а також при підготовці курсових та дипломних проектів і робіт.

# II РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Розподіл годин за видом навчальних занять наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Розподіл навчального часу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма навчання | Триместр | Кредити ЕСТS | Всього | Розподіл за триместрами та видами занять | | | | | | Вид шдсумкового контролю | Кількість модулів |
| Лекції | Лабораторні роботи | Практичш за няття | контроль знань | СРС | |
| Всьо- го | У то­му чиcлi IC3 |
| Заочна | 17 | 3,0 | 180 | 16 | 4 | 8 | 6 | 146 | 11 | Іспит | 1 |

III МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

***3.1. Мета вивчення*** дисципліни полягає в придбанні майбутніми фахівцями здібності творчого підходу при вирішенні задач по питанням руйнування і міцності зварних з’єднань та елементів конструкцій на основі правильного вибору методів випробування і критеріїв оцінки зміни властивостей в різних умовах їх експлуатації.

***3.2. Завдання дисципліни.***

Дисципліна передбачає придбання студентами:

- знання службових характеристик металів, сплавів та зварних з’єднань в ускладнених умовах, експлуатації (високі та низькі температурні; наявність дефектів, механічної неоднорідності, агресивні сережовища) і застосування високомійних матеріалів;

- сучасних методів випробування і критеріїв оцінки з метою отримання вірогідної інформації по властивості зварних з’єднань і елементів конструкцій в ускладнених умовах експлуатації;

- знань руйнування металів і зварних з’єднань в різних умовах їх експлуатації;

- навичок виконання розрахунків властивостей металів і зварних з’єднань при різних умовах їх навантаження;

- навичок правильного конструювання зварних з’єднань і технології їх виконання, які б забезпечували їх експлуатаційну надійність;

- вміння аналізувати умови експлуатації зварних конструкцій та призначити відповідні конструкційні матеріали з оптимальними властивостями.

**4. Тематичний план**

**4.1 Розподіл навчального часу за темами**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменуваннярозділів, тем | | Розподіл за триместрами та видами занять | | | | | | |
| Всього | | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні роботи | Контроль знань | СРС |
| 1 | | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 17 триместр | | | | | | | | |
| **Модуль 1** | 180 | | 16 | | 4 | 8 | 6 | 146 |
| Розділ 1. Основні поняття СГМЗК, деякі відомості з теорії пружності і пластичності | 53 | | 4 | | 2 | 4 | 2 | 41 |
| Тема 1.1. Основні поняття СГМЗК, властивості металів, які виявляються при одноосьовому розтяганні | 27 | | 2 | |  | 2 | 2 | 21 |
| Тема 1.2. Напруження в точці. Характеристики напруженого і деформованого стану. Плоский напружений стан і плоска деформація. | 24 | | 2 | | 2 | 2 |  | 20 |
| Розділ 2. Методи визначення і критерії оцінки напруженодеформовано-го стану зварних з’єднань і характеристики опору металу руйнуванню в присутності концентраторів | 56 | | 6 | | 2 | 4 | 4 | 40 |
| Тема 2.1. Вплив форми і лінійних розмірів концентратора на концентрацію напружень і деформацій.  Тема 2.2. Енергетична умова Гриффітса. Енергетичні і неенергетичні методи визначення опору металу утворенню та поширенню тріщини. | 28  28 | | 2  4 | | 2 | 4 | 4 | 20  20 |
| Розділ 3. Вплив дефектів, механічної неоднорідності, низьких та високих температур на міцність зварних з’эднань  Тема 3.1. Вплив дефектів і механічної неоднорідності на роботоздатність зварних конструкцій. Тема 3.2. Вплив низьких та високих температур на міцність і властивості зварних з’єднань. Тема 3.3.Вплив корозійного середовища на міцність | 71  22  22  27 | | 6  2  2  2 | |  |  |  | 65  20  20  25 |
| Всього | 180 | | 16 | | 4 | 8 | 6 | 146 |

***4.2 Лекції***

Розділ 1. Основні поняття СГМЗК, деякі відомості з теорії пружності і пластичності.

Тема 1.1. Лекція 1. Основні поняття СГМЗК, властивості металів, які виявляються при одноосьовому розтяганні - 2 години

Основні поняття: умови експлуатації і навантаження, граничний стан, навантаження, міцність, види руйнувань, працездатність, механічні властивості основного металу і зварних з’єднань, коефіцієнти запасу. Діаграма залежності умовних напружень від умовних деформацій. Дійсна діаграма розтягання.

Література [1-7].

Тема 1.2. Лекція 2. Напруження в точці. Характеристики напруженого і деформованого стану. Плоский напружений стан і плоска деформація – 2 години.

Нормальні і дотичні напруження, головні напруження. Інтенсивність напружень і інтенсивність деформацій. Енергетична і деформаційна теорія пластичності. Теорія течії. Плоский напружений стан і плоска деформація.

Література [1, 2, 4, 5- 8]

Розділ 2. Методи визначення і критерії оцінки напружено-деформованого стану зварних з’єднань і характеристики опору металу руйнуванню в присутності концентраторів

Тема 2.1. Лекція 3. Вплив форми і лінійних розмірів концентратора на концентрацію напружень і деформацій - 2 години

Вплив глибини і радіуса надрізу, температури на концентрацію напружень і деформацію. Розподіл напружень і деформації в пластині з надрізами. Коефіцієнти концентрації напружень і деформації. Глибокі та дрібні надрізи. Коефіцієнт інтенсивності напружень при пружних деформаціях (К) і інтенсивність звільнення пружної енергії деформації (G).

Оцінка властивостей металу й елементів конструкції на стадії утворення тріщини. Експериментальні методи визначення пружнопластичних деформацій.

Література [1, 2, 4, 6-8].

Тема 2.2. Лекція 4 і 5. Енергетична умова Гриффітса. Енергетичні і неенергетичні методи визначення опору металу утворенню та поширенню тріщини – 4 години.

Крива критичного руйнування. Енергетична умова Гриффітса для ідеалізованої схеми руйнування. Критична довжина тріщини, критичне напруження, критична енергія утворення нових поверхонь. Поширення тріщини при наявності в металі крихкої зони. Енергетичні методи визначення опору металу утворенню та поширенню тріщини. Неенергетичні методи визначення опору металу поширенню тріщини.

Література [1, 2, 4, 6, 7].

Розділ 3. Вплив дефектів, механічної неоднорідності, низьких та високих температур на міцність зварних з’єднань

Тема 3.1. Лекції 6. Вплив дефектів і механічної неоднорідності на працездатність зварних конструкцій – 2 години.

Напрямки впливу дефектів на міцність. Оцінка впливу тріщиноподібних дефектів по силовому і деформаційному критеріях. Коефіцієнти запасу по міцності, пластичності, тріщиностійкості. Порядок розрахунку допустимості наявного дефекту при циклічному навантаженні.

Тверді і м’які прошарки в зварних з’єднаннях. Напружений стан і міцність м’якого прошарку при розтяганні, вигину. Контактне зміцнення. Міцність зварного з’єднання з м’яким прошарком. Залежність механічних властивостей зварного з’єднання від відносної товщини м’якого прошарку. Анізотропія.

Література [1, 2, 4, 6, 7].

Тема 3. 2. Лекції 7. Вплив низьких та високих температур на міцність і властивості зварних з’єднань*.* – 2 години.

Хладостійкість і холодноламкість металів. Особливості зміни властивостей металів при зниженні температури. Методи оцінки властивостей металів при зміні температури. Основні фактори, які знижують холодостійкість зварних з’єднань. Оцінка холодостійкості зварних з’єднань. Приклади крихких руйнувань. Методи підвищення холодостійкості зварних з’єднань.

Повзучість, релаксація металу. Границя повзучості, границя тривалої міцності. Міцність і пластичність металу при високих температурах. Вплив концентраторів напружень на міцність і пластичність металу при високих температурах. Вплив м’якого прошарку на тривалу міцність і пластичність зварного з’єднання. Локальні руйнування. Розрахунок зварних з’єднань на міцність.

Література [1, 2, 3, 6, 7].

Тема 3.3. Лекція 8. Вплив корозійного середовища на міцність. – 2 год.

Корозійні середовища і види корозійних ушкоджень металу і зварних з’єднань. Визначення термінів: корозія, хімічна корозія. Електрохімічна корозія. Основні види корозійних ушоджень основного металу (рівномірна корозія, місцева корозія, міжкристалітна корозія, корозійне розтріскування). Основні види корозійних ушкоджень : загальна (рівномірне зварного з’єднання, рівномірна основного металу, зосереджена на шві, зосереджене в зоні термічного впливу); місцева міжкристалітна (в зоні термітного впливу, у зварному шві, ножова, точкова); під напруженням (корозійне розтріскування, корозійна утомленість).

Методи оцінки роботоздатності зварних з’єднань у корозійних середовищах

Ваговий показник загальної корозії. Показник глибини корозійного шару (6 груп і 10-ти бальна оцінка). Оцінка стійкості зварного з’єднання проводиться за наступних ознак: стійкості проти загальної корозії, схильності до міжкристалітної корозії, ступені зміни механічних властивостей під впливом корозійного середовища, стійкість проти розтріскування при наявності корозійного середовища і напружень.

Раціональне конструювання, застосування різного роду захисних покриттів, застосування методів гальмування корозії, підбір раціональних присадкових матеріалів, регулювання термічного циклу зварювання, усунення дефектів зварювання, термічна та механічна обробка та інші. Міцність зварних з’єднань в агресивних середовищах.

Література [2. 3,6,7].

***4.3. Практичні заняття***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль 1** | Розділ 2. Тема 2.1. Практичне заняття 1 | Розрахунок дійсних та умовних властивостей металу при його розтяганні – 2 години |
| Тема 2.2. Практичне заняття 2 | Розрахунок напружень і деформацій в тілі при одноосьовому, двохосьовому та трьохосьовому напруженому стані – 2 години |
| Розділ 4. Тема 4.2. Практичне заняття 3 | Розрахунок критичних значень: довжини трі-щини, напруження, затрачуваної енергії за енер-гетичною умовою А.Гриффітса – 4 години |

***4.4. Лабораторні роботи***

###### Мета виконання лабораторних робіт – закріпити та поглиблити теоретичні знання студентів в галузі визначенні міцності металу та зварних з’єдань при наявності у них концентраторів напружень. Надати навички практичного дослідження опору руйнування металу при різному конструктивному оформленню і різних умовах випробування. Програма виконання лабораторних робіт наведена у методичних вказівках [9].

Розділ 1. Лабораторна робота № 1. Визначення роботи руйнування металу при ударному вигину. – 2 години

Розділ 2. Лабораторна робота № 2. Вплив конструктивного оформлення

зварних вузлів на їх міцність при низьких температурах – 2 години

###### IV .5. Контрольні роботи

Пропонуються одна контрольна робота на базі пакету контрольних питань, ціль яких пеpевіpка pівня засвоюваності студентами заслуханого лекційного матеpіалу і коpектування викладання нового.

**IV. 6. Критерії оцінювання модуля та дисципліни в цілому**

Оцінка за модуль включає результат оцінювання захисту контрольної роботи (ЗКР). Кожне завдання має найбільшу і найменшу оцінку (max та min). Робота з оцінкою нижче найменшої не зараховується (потрібна перездача).

Оцінювання захисту роботи виводиться як сума балів усіх завдань. Робота вважається зарахованою, якщо зараховані усі завдання. Нижче у таблиці наведені оцінки у балах для усіх завдань захисту контрольної роботи та лабораторних робіт (ЗКР) модуля (М).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| М | КР | Зміст модуля | Вид  завдання | Оцінка у балах | |
| завдання | КР |
| М1 | 1 | Основні поняття СГМЗК, деякі відомості з теорії пружності і пластичності.  Методи визначення і критерії оцінки напружено-деформовано-го стану зварних з’єднань і характеристики опору металу руйнуванню в присутності концентраторів.  Вплив дефектів, механічної неоднорідності, низьких та високих температур на міцність зварних з’єднань | ЗКР | 20/12  30/18 | 40/25 |

Підсумкова оцінка за дисципліну виводиться за сумою усіх оцінок захисту. Студент допускається до складання заліку, якщо здано та захищено контрольну роботу.

У випадку, якщо студент здав контрольну роботу, його знання оцінюються по карткам контролю. Картки модульного контролю складаються з декількох питань. Оцінки в балах наводиться у таблиці нижче.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Бали за попередній захист | Оцінка питань в балах | | | |
| 1 | 2 | 3 | Загальна сума |
| М1 | 40/30 | 10/5 | 20/10 | 30/15 | 100 |

***4.6. Контрольні роботи***

Мета контрольних робіт – перевірення підготовки студентів з відповідних розділів робочої навчальної програми.

Контрольна робота складає із трьох теоретичних питань та шести задач.

**5. Список літератури**

***Основна література***

1 **Николаев, Г.А.** Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций : учеб. пособие / Г. А. Николаев. – М. : Высш. Школа, 1982. – 272 с.

2 **Винокуров, В.А**. Специальные главы прочности сварных конструкций : учеб. Пособие / В. А. Винокуров. – М. : Машиностроение, 1973. – 110 с.

3 **Винокуров, В.А.** Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В. А. Винокуров, С.А.Куркин, Г.А.Николаев; под ред. Б. Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1996. – 576 с. –ISBN 5-217-02776-2

4 **Винокуров, В.А.** Теория сварочных деформаций и напряжений / В. А. Винокуров. – М.: Машиностроение, 1984. – 279 с.

5 **Карпенко, В.М.** Спеціальні розділи міцності зварних конструкцій : Навч. посібник / В. М. Карпенко, А. Ф. Власов. – Краматорск : ДДМА, 2003. – 168 с. –ISBN 5-7763-0314-1

6 **Власов, А.Ф.** Основи механіки руйнування. Міцність зварних конструкцій в особливих умовах експлуатації : Навч. посібник / А. Ф. Власов, В. М. Карпенко, О. Г. Гринь, В. А. Пресняков. – Краматорск: ДДМА, 2007. – 252с. –ISBN 978-966-379-171-5

7 **Власов, А.Ф.** Основы механики разрушения. Прочность сварных конс-трукций в особых условиях эксплуатации : Учеб. пособ. / А. Ф. Власов, В. М. Карпенко, О. Г. Гринь, В. А. Пресняков. – Краматорск: ДДМА, 2007. – 267с. –ISBN 978-966-379-288-0.

8 **Писаренко, Г.С.** Опір матеріалів. Підручник / Г.С.Писаренко, О.Л.Квітка, Е.С. Уманський – К. : Вища шк., 2004. – 655 с.

ISBN 966-642-056-2

9 Методичні вказівки з лабораторних робіт по дисципліні „Спеціальні розділи міцності зварних констукцій” / Укл. Власов А.Ф. – Краматорськ, ДДМА, 2011. – 22 с.

10 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Специальные главы прочности сварных конструкций» / сост. А. Ф. Власов. – Краматорск : ДГМА, 2011. – 16 с.

11 Рабочая программа, контрольные задания по дисциплине «Специальные главы прочности сварных конструкций» и методические указания к их выполнению студентами специальности 7.092301 «Оборудование и технология сварки» заочной формы обучения / Сост. Власов А.Ф. – Краматорск: ДГМА, 2011 - 24 с.

***Додаткова* *література***

1 **Броек, Д.** Основы механики разрушения / Д. Броек. – М. : Высш. школа, 1980. – 368 с.

2 **Золотаревский, В.С.** Механические свойства металлов : учебник / В. С. Золотаревский. – М. : Металлургия, 1983. – 350 с.

3 **Николаев, Г.А.** Сварные конструкции. Расчет и проектирование / Г. А. Николаев. – М. : Высш.школа, 1990. – 446 с.

4 **Качанов, Л.М.** Основы механики разрушения / Л. М. Качанов. – К. : Вища школа, 1986. – 775 с.

5 **Херцберг, Р.В.** Деформация и механика разрушения конструкционных материалов / Р. В. Херцберг. – М. : Металлургия, 1989. – 576 с.

6 **Чертов І.М**. Зварні конструкції : Підручник. –К.: Арістей, 2006.-376с. ISBN 966-8458-88-5

7. **Винокуров В.А., Григорьянц А.Г.** Теория сварочных деформаций и напряжений. – М: Машиностроение, 1984. – 284 с.

8. **Соколов О.И.** Прочность сварных конструкций в агрессивных средах. –М.: Машиностроение, 1976. – 200 с.

***6.3.Методичні вказівки***

1. Методичні вказівки з лабораторних робіт по дисципліні „Спеціальні розділи міцності зварних конструкцій” / Укл. Власов А.Ф. – Краматорськ, ДДМА, 2011. – 22 с.

2. Робоча програма, контрольні завдання по дисципліні “Специальные главы прочности сварных конструкций» та методичні вказівки до їх виконання для студентів заочної форми навчання спеціальності “Технологія та устаткування зварювання” / Укл. Власов А.Ф. – Краматорськ, ДДМА, 2011. - с

Робочу навчальну програму розробив доцент кафедри зварювального виробництва, кандидат технічних наук А.Ф.Власов

**Додаток А**

**Завдання по СРМЗК для рішень на практичних заняттях**

**Завдання №1**

Стрижень довжиною  й діаметром d розтягується навантаженням Р. Діаметр стрижня зменшився до величини d1. Розрахувати кінцеву довжину стержня, дійсні напруження й деформації, умовні напруження й деформації, умовне й дійсне звуження в зразку при заданому навантаженні.

Таблиця 1 Вихідні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позна-  чення | Варіанти | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| , | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| d , мм | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 |
| **Р**, Н | 4500 | 4500 | 4500 | 5000 | 5000 | 5000 | 4500 | 4500 | 4500 | 5500 |
| d1 ,мм | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 2,3 |

Продовження таблиці 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| ,см | 45 | 50 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 30 | 40 | 50 |
| d , мм | 3,0 | 3,0 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 3,3 | 4,0 |
| Р, Н | 5500 | 5500 | 4700 | 4700 | 4700 | 5000 | 5000 | 5000 | 5500 | 6000 | 6000 |
| d1, мм | 2,4 | 2,4 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 2,8 | 3,0 |

**Завдання №2**

На гранях елемента через дію навантаження виникають напруження:

1, 2, 3. Приймаючи значення Пуассона =0,3 і модулі пружності

Е= 2,06 105 МПа, визначити інтенсивності напружень і деформацій при одноосьової, двохосьової і тривісної дії напружень.

Таблиця 2 Вихідні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позна-  чення | Варіанти | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1, МПа | 320 | 335 | 350 | 340 | 360 | 380 | 370 | 390 | 410 | 400 |
| 2, МПа | 180 | 190 | 200 | 190 | 200 | 210 | 200 | 210 | 220 | 215 |
| 3, МПа | 140 | 145 | 150 | 150 | 160 | 170 | 170 | 180 | 190 | 185 |

Продовження таблиці 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1, МПа | 415 | 430 | 440 | 455 | 470 | 460 | 480 | 500 | 520 | 540 | 550 |
| 2,МПа | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 | 300 |
| 3,МПа | 195 | 200 | 200 | 205 | 210 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 |

**Завдання №3**

До пластини товщиною S (рис.1) довжиною, що має тріщину, L , прикладена сила Р. Вихідні дані наведені в табл.3, де N – номер варіанта, а довжина пластини = 100см +5см N.

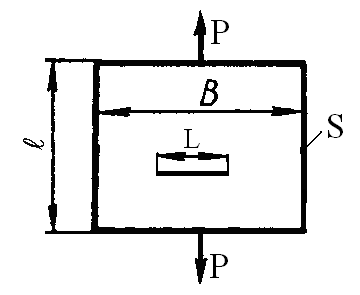


Рисунок 1 Вид зразка із тріщиною

Таблиця 3 Вихідні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В,см | S,см | L,см | Е, Н/см2 | G,  Н/см | Т, Н/см2 | В,  Н/см2 | Р, Н |
| 1/2 | 1/100 | 1/10 | 2107 | 103 | 22000+10N | 1,5 Т | 0,9 ТF |
|  |  |  | 2107 | 103 |  |  |  |

На підставі енергетичної умови А.Гриффітса визначити:

1)енергію, затрачувану при утворенні тріщини довжиною L;

2)енергію, виділювану при утворенні тріщини довжиною L;

3) критичну довжину тріщини LД1;

4) критичну довжину тріщини за умови рівності виділюваної й затрачуваної енергій LД2;

5) критичну довжину тріщини L1 при збільшенні робочого напруження в 1,5 рази;

6) напруження, при якому буде стійка тріщина довжиною L;

7) коефіцієнти інтенсивності Кс і запасу за напруженням для тріщини довжиною L;

8)побудувати графіки енергетичного балансу в зразку при росту трі-щини від L=0 до L= 5/4 LД1(LД2) з інтервалом 1/4 LД1(LД2);

9) по даним графічних залежностей росту тріщини від U вид і

U затр указати стійкість (нестійкість) тріщини;

10) указати при яких умовах відбудеться руйнування зразка

**Завдання №4**

Пластина зі сплаву із границею текучості Т має значення К1с визначене- для товщини =250мм. Необхідно визначити для широкої пластини товщиною на яку величину може підрости тріщина від отвору в центрі пластини до початку руйнування при різному значенні діючих на пластину напруженьд.

Таблиця 4 Вихідні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позна-  чення | Варіанти | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| К1с,  МПам1/2 | 132 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 | 170 | 115 |
| , мм | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 85 |
| Т, МПа | 415 | 420 | 425 | 430 | 435 | 440 | 445 | 450 | 455 | 350 |
| д, МПа | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 85 |

Продовження табл.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| К1с,  МПам1/2 | 120 | 125 | 100 | 105 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 150 |
| , мм | 90 | 95 | 70 | 75 | 80 | 100 | 110 | 120 | 100 | 110 | 150 |
| Т, МПа | 360 | 370 | 320 | 330 | 340 | 380 | 390 | 400 | 410 | 420 | 400 |
| д, МПа | 90 | 95 | 70 | 75 | 80 | 100 | 110 | 120 | 100 | 110 | 170 |

**Завдання №5**

Сталева пластина із центральним дефектом по товщині довжиною L піддається впливу напруження величиною , спрямованого по нормалі до площини тріщини. Які будуть розмір пластичної зони rу  й рівень ефективної інтенсивності напруг Кефф в області вершини тріщини при різному значенні границі текучості т ?

Таблиця 5 Вихідні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позна-  чення | Варіанти | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| L, см | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 |
| , МПа | 350 | 360 | 370 | 380 | 390 | 400 | 410 | 420 | 430 | 440 |
| т, МПа | 1400 | 1300 | 1200 | 1100 | 900 | 800 | 750 | 700 | 650 | 600 |

Продовження табл.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| L, см | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 31 | 33 | 35 | 30 |
| , МПа | 330 | 320 | 310 | 300 | 340 | 350 | 360 | 370 | 380 | 390 | 350 |
| т, МПа | 1300 | 1200 | 1100 | 1000 | 950 | 850 | 750 | 650 | 550 | 500 | 800 |

# Завдання 6

Зафіксовано руйнування жароміцного сплаву через tr при температурі Т1оС і заданому напруженні σ. Якщо створити в матеріалі ті ж напруження, але при температурі Т2о С, який буде час до руйнування?

Таблиця 6 Вихідні дані

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позна- чення | Варіанти | | | | | | | | | |
| 1 | *2* | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Т1, оС | 650 | 620 | 640 | 660 | 680 | 600 | 580 | 560 | 540 | 550 |
| t1, год | 3500 | 3700 | 4000 | 4000 | 3800 | 3000 | 3100 | 3200 | 3300 | 3400 |
| Т2оС | 705 | 700 | 720 | 750 | 750 | 670 | 650 | 620 | 600 | 610 |
| С | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Продовження табл.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Варіанти | | | | | | | | | | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Т1,0С | 660 | 670 | 680 | 690 | 700 | 710 | 720 | 730 | 740 | 750 | 760 |
| t1, год | 3500 | 3600 | 3700 | 3800 | 3900 | 4000 | 4100 | 4200 | 4300 | 4400 | 4500 |
| Т2,0С | 715 | 730 | 740 | 750 | 760 | 770 | 780 | 790 | 800 | 810 | 820 |
| С | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

**Додаток Б Варианты по СГПСК -1**

**Вариант №1**

1 Какое влияние оказывают на работоспособность сварных конструкций условия эксплуатации и нагружения?

2 Энергетическое условие образования и распространения трещин (теорема А.Гриффитса).

3 Несущая способность сварных конструкций и свойства сварных сое-динений.Пути сближения расчетной и конструкционной прочности.

4 Решить задачи: 1,2,3,4,5,6.

**Вариант №2**

1 Определение механических свойств металла. Действительная и условная диаграмма зависимости напряжения от деформации.

2 Методика расчетной оценки допустимости имеющегося дефекта.

3 Оценка работоспособности стыковых соединений при наличии де -

фектов типа несплошностей.

4 Решить задачи: 1, 2, 3, 4, 5,6.

**Вариант №3**

1 Механизм влияния концентраторов на распределение напряжений.

2 Прочность мягкой прослойки при растяжении, изгибе.

3 Оценка хладостойкости сварных соединений.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №4**

1 Теории напряженно-деформированного состояния тела.

2 Свойства металла при низких температурах.

3 Конструкционная и расчетная прочность, причины их несовпадения.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №5**

1 Плоское напряженное состояние и плоская деформация.

2 Свойства основного металла при высоких температурах.

3 Общие и специальные методы повышения стойкости сварных соединений против коррозионного разрушения.

4 Решить задачи: 1,2,3,4,5,6.

**Вариант №6**

1 Критерии оценки напряженно – деформированного состояния при наличии концентрации напряжений.

2 Энергетические методы определения сопротивляемости металла образованию и распространения трещин.

3 Расчет сварных соединений на прочность при высоких температурах.

4 Решить задачи: 1,2,3,4,5,6.

**Вариант №7**

1 Оценка свойств металла и элементов конструкций на стадии образо-вания трещины.

2 Какие неэнергетические методы определяют стадию распространения трещины?

3 Пути сближения расчетной и конструкционной прочности.

4 Рещить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №8**

1 Краткая характеристика энергетических методов определения образо-вания и распространения трещины.

2 Методика расчета напряжений по известным значениям деформаций в любой точке тела.

3 Методы оценки работоспособности сварных соединений в коррози-онных средах.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №9**

1 Мягкие и твердые прослойки в сварных соединениях.

2 Оценка работоспособности стыковых соединений при наличии де-фектов типа несплошностей.

3 Вероятностный характер природы формирования конструкционной прочности.

4 Решить задачи: 1,2,3,4,5,6.

**Вариант №10**

1 Оценка влияния трещиноподобных дефектов по силовому и деформа-ционному критериям. Влияние толщины металла на напряженно–деформиро-ванное состояние при вершине трещины.

2 Привести примеры влияния конструктивного оформления сварных узлов на возможность хрупкого разрушения при понижении температуры.

# 3 Конструкционная и расчетная прочность, причины их расхождения.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №11**

1 Основные термины и определения дисциплины «Специальные главы прочности сварных конструкций».

2 Контактное упрочнение.

3 Критическое равновесие трещины

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №12**

1 Требуемые и фактические коэффициенты запаса. Коэффициенты за-паса при линейной и степенной зависимости.

2 Распространение трещины при наличии в материале хрупкой зоны.

3 Несущая способность сварных конструкций и механические свойства сварных соединений

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №13**

1 Закон Гука для трехосного напряженного состояния.

2 Методы оценки свойств металлов при изменении температуры.

3 Влияние размера непровара, химического состава среды, пластичес-ких деформаций, собственных напряжений на коррозионную стойкость.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №14**

1 Концентрация напряжений и пластические деформации металла при разрушении.

2 Влияние обработки металла и анизотропии на пластическую дефор-мацию и прочность при растяжении.

3 Критическое равновесие трещины.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №15**

1 Свойства металлов при одноосевом растяжении.

2 Чувствительность сварных соединений к концентрации напряжений.

3 Рассеивание механических свойств металлов и геометрических раз-меров элементов.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №16**

1 Напряжения в точке тела.

2 Методы определения сопротивляемости металла распространению трещины.

3 Прочность и пластичность металла при высоких температурах.

4 Решить задачи: 1,2,3,4,5,6.

**Вариант №17**

1 Механизм влияния концентраторов на распределение напряжений и деформаций.

2 Методы оценки свойств металла при изменении температуры.

3 Несущая способность сварных конструкций и свойства сварных сое -динений.Пути сближения расчетной и конструкционной прочности.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №18**

1 Энергетическое условие образования и распространения трещины А.Гриффитса.

2 Свойства сварных конструкций при высоких температурах эксплуата-ции и влияние на них механической неоднородности.

3 Эквивалентная длина трещины.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №19**

1 Критическое равновесие трещин.

2 Основные факторы, снижающие хладостойкость сварных соединений

3 Расчет сварных соединений на прочностьпри высоких температурах

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №20**

**1** Критерии оценки напряженно-деформированного состояния металла при наличии концентрации напряжений.

2 Мягкие и твердые прослойки в сварных соединениях.

3 Локальные разрушения и методы оценки склонности к ним сварных соединений.

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**Вариант №21**

1 Плоское напряженное состояние и плоская деформация.

2 Контактное упрочнение.

3 Коррозионные среды и виды коррозионных повреждений основного металла и сварных соединений

4 Решить задачи:1,2,3,4,5,6.

**KPИТEPIЇ ОЦІНКИ**

з дисципл1ни «Спеціальні розділи міцності зварних конструкцій» (СРМЗК) (заочне відділення)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № К. Т. | | Форма контролю | | Тиж день | | Мах бал | | Min бал | | Короткий зміст К.Т. i час на її виконання |
| Модуль 1(17-ий триместр) | | | | | | | | | | |
| 1 | | Захист 1 -ої практичної роботи | | 2 | | 6 | | 3 | | **i** |
| 2 | | Захист 2 - ої практичної роботи | | 3 | | 6 | | 3 | | **i** |
| 3 | | Захист 3 - ої практичної роботи | | 5 | | 6 | | 3 | |  |
| 4 | | Захист 1-ої лабораторної роботи | | 6 | | 6 | | 3 | | Захист проводиться після виконання л.р. |
| 5 | | Захист 2-ої лабораторної роботи | | 7 | | 6 | | 3 | | Захист проводиться після виконання л.р. |
| 6 | Контрольна робота | | 8 | | 60 | | 35 | | Контрольна робота складається з 3-х пи- тань і 6-ти задач | |
| 7 | Залік | | 9 | | 10 | | 5 | |  | |
|  | Модуль 1 | |  | | 100 | | 55 | |  | |

**Kpитepiї оцінки практичних занять**

В модулі 1 є 3 практичні роботи. Максимальний бал - 10. Максимальна кількість балів, які можна отримати за відпрацювання уcix практичних занять: 1-ий модуль – 3x10 = 30 балів;

За кожне практичне заняття студент може отримати від 2 до 10 бал1в:

2 бали - прослухав теоретичні відомості, індивідуальне чисельне зав-дання не розв'язував;

4 бали - прослухав теоретичні відомості, індивідуальне чисельне зав-дання розв'язане віpно менше ніж на 50 %.

6 балів - прослухав теоретичні відомості, індивідуальне чисельне зав-дання розв'язане вірно на 51- 70 %.

8 балів - прослухав теоретичні відомості, індивідуальне чисельне зав-дання розв'язане вірно на 71- 90 %.

10 балів - прослухав теоретичні відомості, індивідуальне чисельне зав-дання розв'язане вірно на 91- 100 %.

**Kpитepii оцінки лабораторних робіт**

В 1-ому модулі є 2 лабораторні роботи. Максимальний бал - 10. Мак-симальна кількість балів, які можна отримати за відпрацювання уcix лабора-торних робіт:1-ий модуль – 2x10 = 20 бал1в.

Вхідний контроль оцінюється в 2 бали, який нараховується за правильну відповідь студента на питания.

Виконання лабораторної роботи оцінюється я в 4 бали, який нарахову-ється за роботу студента з вимірювальними приладами.

Захист лабораторної роботи оцінюється в 12 бал1в, які нараховуються за правильні відповіді на три питания вартістю в 4 бали кожне, поставлені під час захисту роботи студентом.

**Kpитepiї оцінки контрольних poбiт**

Контрольна робота по 1-ому модулі складається із 3-х теоретичних питань і 6-ти задач.

Правильна відьповідь на кожне теоретичне питания оцінюється в 10 балів,

За правильне розв'язання задачі нараховується 5 балів.

Оц1нка за контрольну роботу розраховується у такий спосіб:

R к.р =R I +R з ?

де R1 - бали за відповідь теоретичних питань, R3 - бали за розв'язання задачи.

Шкала оцінювання теоретичних питань:

R1 – R3 = 0 - в1дповідь відсутня;

R1 –R3 = 4 - неповна відповідь;

R 1-R3 = 7 – відповідь вірна **i** повна, але містить 1 -2 неточності;

R 1-R3= 10 - відповідь вірна **i** повна;

Шкала оцінювання розв'язання задачі:

R3 = 0 - задача не розв'язана;

R3 = 1 - наведені фрагменти даних необхідних для розв'язання;

R3 = 2 - хід розв'язання правильний, але відповідь не вірна;

R3 = 4 - є декілька неточностей у ході розв'язання,але отримана вірна в1дповідь.

R3 = 5 - хідрозв'язання правильний iотримана вірна відповідь;

Заохочувальні бали нараховуються за розв'язання студентом спеціаль-ного індивідуального завдання з дисциплши , а також за усний опит по 10 балів за кожну контрольну точку.

**Умови допуску** до **екзамену**

**1**. Відпрацьовані yci практичні заняття.

2. Відпрацьовані yci лабораторні роботи.

3. Стартовий рейтинг Re > 30 балів.

**Критерії екзаменаційного оцінювання**

Склад і оцінювання екзаменаційного білета такий же, як у контрольних роботах по кожному модулю.