**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»)**

**(Денне 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

**I Загальні відомості**

Учбовий матеріал, який пропонується за даною програмою має додаткові до отриманих в дисципліні “Проектування зварних конструкцій” відомості необхідні 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 спеціаль-них 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 | | Електротехнічні матеріали | 3 |
| Опір матеріалів | 1,2 | | Зварювання плавленням | 1,2,3 |
| Металознавство, теорія та технологія металообробки | 5,6 | | Технологічні процеси зва-рювального виробництва | 1 |
| Напруження та деформації | | 1,2 | НіД | 1,2 | |
| 2 | Напруження і деформації | 2 | | ТПЗВ | 1 |
| Металознавство, теорія і технологія металообробки | 5,6 | | ТКМ та матеріалознавство | 5,6 |
| Вища математика | 1.2,3 | | Напилення та наплавлення | 2 |
| ТКМ та матеріалознавство | 1 | | Контроль якості | 1 |
| Хімія | 1 | | Засоби технологічного оснащення | 1 |
| Напруження та деформації | 3 | | Курсове і дипломне проектування |  |

Знання, які отримані при вивченні СРМЗК використовуються студентами при подальшому вивченні таких дисциплін як “Технологічні процеси зварю-вального виробництва”, “НіД ”, , “Контроль якості”, “Проектування технолог-гічних процесів зварювального виробництва”, “Засоби технологічного осна-щення”, а також при підготовці курсових та дипломних проектів і робіт.

**Розподіл навчального часу**

Розподіл годин за видом навчальних занять наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Розподіл навчального часу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Триместр | Кредити ECTS | Всього | Розподіл за триместрами та видами занять | | | | | | Вид підсумкового контролю | Кількість модулів |
| Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття | Контроль знань | СРС | |
| Всьо-го | У тому числі ІСЗ |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 | 4 | 144 | 54 | 9 | 9 | 6 | 66 | 10 | Іспит | 2 |

**Мета і завдання дисципліни**

Мета дисципліни **–** надання студенту необхідних знань та умінь відповідно до ОКХ і ОПП бакалавра напряму 7.05050401 "Зварювання" стосовно придбання 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.

**Завдання дисципліни*.***

Дисципліна передбачає придбання студентами:

- знання службових характеристик металів, сплавів та зварних з’єднань в ускладнених умовах експлуатації (високі та низькі температури; наявність дефектів, механічної неоднорідності, агресивних середовищ) і застосування високоміцних матеріалів;

- сучасних методів випробування і критеріїв оцінки з метою отримання вірогідної інформації за властивостями 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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування  розділів, тем | Розподіл за триместрами та видами занять | | | | | |
| Всього | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні роботи | Контроль знань | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 триместр | | | | | | |
| **Модуль 1** | 64 | 24 | 4 | 8 | 2 | 26 |
| Розділ 1. Механіка руйнування – тео-ретична основа вивчення міцності ма-теріалів і зварних з’єднань.  Тема 1.1. Значення механіки руйнува-  ння як теоретичної основи вивчення міцності матеріалів та зварних з’єд-нань в особливих умовах експлуатації. Визначення основних термінів диски-пліни “Спеціальні розділи міцності зварних конструкцій”. | 4 | 2  2 | -  - | -  - | -  - | 2  2 |
| Розділ 2. Деякі дані з теорій пруж-ності і пластичності  Тема 2.1. Властивості металів, що виявляються при одноосьовому роз-тяганні  Тема 2.2. Напруження в точці. Харак –теристики напруженого і деформова-ного стану.  Тема 2.3. Узагальнений закон Гука для 3-осного напруженого стану. Плос-кий напружений стан і плоска дефор-мація. | 22 | 8  2  2  4 | -  -  -  - | 4  2  -  2 | -  -  -  - | 10  4  2  4 |
| Розділ 3. Методи визначення і кри-терії оцінки напруженно-деформова-ного стану зварних з’єднань  Тема 3.1. Механізм впливу концен-траторів на розподіл напружень і де-формації  Тема 3.2. Вплив форми і лінійних розмірів концентратора на концентра-цію напружень. Коефіцієнт інтенсив-ності напружень при пружних дефор-маціях. Інтенсивність звільнення енер-гії деформації. Розкриття вершини трі-щини.  Розділ 4. Характеристики опору ме-талу руйнуванню в присутності концентраторів  Тема 4.1. Оцінка властивостей мета-лу й елементів конструкції на стадії ут-ворення тріщин  Тема 4.2. Критична рівновага трі-щини. Енергетична умова А.Гриф-фітса і поправка Д.Ірвіна на пластичну деформацію  Тема 4.3. Силові критерії руйнуван- ня. Оцінка розміру пластичної зони уз-довж тріщини. Вплив товщини на зна-чення коефіцієнта інтенсивності напру-жень КС.  Тема 4.4. Методи визначення опору металу утворенню та поширенню трі-щини. Вплив крихкої зони в матеріалі на поширення тріщини.  Контрольна робота з розділів 1-3  **Модуль 2**  Розділ 5. Вплив дефектів на робото-здатність зварних конструкцій  Тема 5.1 Проблема обліку впливу де-фектів на роботоздатність зварних з’єднань. Оцінка впливу тріщиноподіб-них дефектів за силовим та деформа-ційним критеріям.  Тема 5.2. Еквівалентна довжина трі-щини. Коефіцієнти запасу за різними критеріями. Порядок розрахунку допу-стимості наявного дефекту при цикліч-ному навантаженні.  Тема 5.3. Оцінка роботоздатності стикових з’єднань при наявності дефектів типу несуцільностей  Розділ 6. Вплив механічної неодно-  рідності на роботоздатність зварних з’єднань.  Тема 6.1. М’які та тверді прошарки у зварних з’єднань. Напружений стан і міцність м’якого прошарку при розтяганні, вигину.  Тема 6.2. Контактне зміцнення. Вплив відносної товщини та форми м’якого прошарку на міцність та характер руйнування. Анізотропія. | 12  26  80  12  12 | 6  2  4  8  2  2  2  2  30  6  2  2  2  6  2  4 | 2  2  -  2  -  -  2  -  -  5  -  -  -  -  -  -  - | -  -  -  4  -  2  2  -  -  -  1  -  -  -  -  -  - | -  -  -  2  -  -  -  -  2  4  -  -  -  -  2  2 | 4  2  2  10  2  2  2  2  2  40  6  2  2  2  4  2  2 |
| Розділ 7. Вплив низьких температур на міцність і властивості зварних з’єднань  Тема 7.1. Зміна властивостей металів при зниженні температури. Методи  оцінки властивостей металів при змі-  ні температури | 14 | 4  2 | 4  2 | -  - | -  - | 6  2 |
| Тема 7.2. Основні фактори, що зни-  жують холодостійкість зварних з’єд-нань. Методи підвищення холодостій -  кості зварних з’єднань. |  | 2 | 2 | - | - | 4 |
| Розділ 8. Робота зварних з’єднань при високих температурах  Тема 8.1. Властивості основного ме-талу при високих температурах. Пов-зучість і релаксація. Границя повзуче-сті, границя тривалої міцності, плас-тичність металу.  Тема 8.2. Властивості зварних з’єднань при високих температурах. Методи оцінки схильності зварних з’єднань до локальних руйнувань. Роз-рахунок зварних з’єднань на міцність | 8 | 4  2  2 | -  -  - | 1  -  - | -  -  - | 3  2  1 |
| Розділ 9. Вплив корозійного середо-вища на міцність  Тема 9.1. Корозійні середовища і види корозійних ушкоджень металу і зварних з’єднань.  Тема 9.2. Методи оцінки роботоз - датності зварних з’єднань у корозійних середовищах  Тема 9.3. Основні методи підвищення стійкості зварних з’єднань проти коро-зійного руйнування. Міцність зварних конструкцій в агресивних середовищах  Розділ 10. Розрахункова та конструк-ційна міцність.  Тема 10.1. Несуча міцність зварних конструкцій. Розсіювання механічних властивостей, геометричних розмірів і діючих навантажень.  Тема 10.2. Причини розбіжності роз-рахункової і конструкційної міцності.  Контрольна робота з розділів 5-10  Підготовка до екзаменів  Всього за 14 – й триместр | 16  18  144 | 6  2  2  2  4  2  2  -  -  54 | 1  1  -  -  -  -  -  -  -  9 | -  -  -  -  -  -  -  -  -  9 | -  -  -  -  2  -  -  2  -  6 | 9  3  3  3  12  2  2  4  4  66 |

**ІІ Зміст навчального матеріалу**

Розділ 1. Механіка руйнування – теоретична основа вивчення міцності матеріалів і зварних з’єднань. –2 години

Тема 1.1. Лекція 1. Уведення, мета і задачі вивчення дисципліни. Значення механіки руйнування як теоретичної основи вивчення міцності матеріалів та зварних з’єднань в особливих умовах експлуатації. - 2 години

Вплив концентрації напружень на руйнування виробів. Доцільність використання металів з підвищеною міцністю у зварювальних конструкціях. Недостатність методу оцінки роботоздатності зварної конструкції по допустимим напруженням і необхідність урахування умов експлуатації. Поняття, які являються предметом знань механіки руйнування. Визначення основних термінів дисципліни “Спеціальні розділи міцності зварних конструкцій”: умови експлуатації (навантаження, температура, середовище, радіація, час дії) і умови навантаження (швидкість прикладання, тривалість дії, навантаження в часі), граничний напружений стан, граничний стан, навантаження (статичне, вібраційне, ударне), міцність (в інженерному і науковому смислі), види руйнувань (в’язке, крихке, утомлене, квазікрихке), роботоздатність, механічні властивості основного металу і зварних з’єднань, коефіцієнти запасу (часткові і повні).

Література [2, с.4-8; 3, с.15-28; 3, 35-39; 5, с.4 -13; 6, с.10-22].

Завдання на СРС: Коефіцієнти запасу на прикладі зразка з тріщиною і зразка з не проваром.

Розділ 2. Деякі дані з теорій пружності і пластичності – 8 годин

Тема 2.1. Лекція 2. Властивості металів, що виявляються при одно-осьовому розтяганні - 2 години

Діаграма залежності умовних напружень від умовних деформацій. Визначення напружень в точках А, В, С, Д. Е, F, K. Дійсна діаграма розтягнення. Розвантаження та повторне навантаження. Коефіцієнт Пуассона в межах пружних деформацій і за межами пружності. Вплив статичного і динамічного навантаження на вид діаграми напружень.

Література [1, с.84-85; 2, с. 8-11, 17; 4, с. 5-10; 5, с 14-22; 6, с.23-34; 7,с.88-97].

Завдання на СРС: Поперечні деформації у стержні. Графічна залежність коефіцієнта Пуассона від повної деформації.

Тема 2.2. Лекція 3. Напруження в точці. Характеристики напруженого і деформованого стану – 2 години.

Дев’ять компонентів напружень, характеризуючих напружений стан у точці. Нормальні і дотичні напруження, головні напруження. Інтенсивність напружень і інтенсивність деформацій. Енергетична і деформаційна теорія пластичності, теорія течії.

Література [1, с.86-87; 2, с. 17-22, 17-2; 4, с. 5-10; 5, с 22-29; 6, с.34-42; 7,с.152-154].

Завдання на СРС: Порядок обчислення деформацій по відомим напруженням.

Тема 2.3. Лекціі 4 і 5. Узагальнений закон Гука для 3-осного напруженого стану. Плоский напружений стан і плоска деформація - 4 години.

Література [1, с.84-98; 4, с. 5-10; 7, 5, с 29-31; 6, с.38 -44; 7,с.174-176].

Завдання на СРС: Напруження і деформації при плоскому напруженому стані та плоскої деформації.

Розділ 3. Методи визначення і критерії оцінки напружено-деформовано-го стану зварних з’єднань. – 4 години

Тема 3.1. Лекція 6. Механізм впливу концентраторів на розподіл напружень і деформації – 2 години

Розподіл напружень в полосі, що має надріз. Вплив глибини надріза і ра-діуса концентратора на концентрацію напружень і наставання руйнування. Кон-

центрація напружень і пластичні деформації металу при руйнуванні.

Література [1, с. 67-69; 5, с.36-40; 6, с.50-542,с.34-39]

Завдання на СРС: Коефіцієнти напружень у зварних з’єднаннях. Меха-нізм утворення деформацій при зварюванні

Тема 3.2. Лекція 7 і 8. Вплив форми і лінійних розмірів концентратора на концентрацію напружень. – 4 години.

Розподіл напружень і деформацій в пластинці з надрізами. Коефіцієнт концентрації напружень і деформацій. Глибокі та дрібні надрізи. Оцінка поля напружень поблизу концентратора. Коефіцієнт інтенсивності напружень при пружних деформаціях (К) і інтенсивність звільнення пружної енергії деформації (G1). Концентраторі напружень для зварних конструкцій. Формула Нойбера для визначення коефіцієнта концентрації при руйнуючому напруженні рівному границі текучості. Розкриття вершини концентратора δ.

Література [1, с. 113- 117; 5, с.40-48; 6, с.55-61]

Завдання на СРС: критерії оцінки напружено-деформованого стану звар-них з’єднань.

Розділ 4. Характеристики опору металу руйнування в присутності концентраторів – 8 годин

Тема 4.1. Лекція 9. Оцінка властивостей металу й елементів конструкції на стадії утворення тріщин – 2 години

Середнє руйнівне напруження, руйнуючий момент, пружно-пластична деформація, робота пружно-пластичної деформації. Експериментальні методи визначення пружно-пластичних деформацій. Критичний коефіцієнт інтенсивності деформацій.

Література [1, с. 117-121; 2, с.41-45; 5, с.48-55; 6, с.61-69]

Завдання на СРС: Експериментальні методи визначення пружно-пластичних складових деформацій

Тема 4.2. Лекція 10. Критична рівновага тріщини. Енергетична умова А.Гриффітса і поправка Д.Ірвіна на пластичну деформацію. – 2 години Крива критичного руйнування. Енергетична умова А.Гриффітса для іде-алізованої схеми руйнування. Критична довжина тріщини, критичне напружен-ня, критична енергія утворення нових поверхонь. Поправка Є.Орвіна і Д.Ірвіна на енергію пластичного деформування.

Література [1, с. 121-122; 2, с.48-51; 5, с.59-72; 6, с.69-76; 7,с.622-626]

Завдання на СРС: Еквівалентна довжина тріщини. Поширення тріщини в загальному випадку.

Тема 4.3. Лекція 11. Силові критерії руйнування. Оцінка розміру пластичної зони уздовж тріщини - 2 години

Напружений стан в малому колі вершини тріщини. Переміщення в нап -

рямі вісей Х та У. Схема розкриття тріщини. Довжина пластичної зони уздовж тріщини. Розповсюдження пластичних деформацій по товщині елементу. Оцін-ка розміру пластичної зони уздовж тріщини.

Література [1, с. 121-124; 5, с.64-70; 6, с.84-94; 7,с.627-634]

Завдання на СРС: Силові критерії руйнування.

Тема 4.4. Лекція 12. Методи визначення опору металу утворенню і поши-ренню тріщини – 2 години

Робота утворення і поширення тріщини. Методи: Л.С.Ліфшиця і А.С.Рах-манова; Н.Кано й Є.Імбембо; А.П.Гуляєва; В.С.Іванової. Поширення тріщини в загальному випадку і при наявності в матеріалі крихкої зони. Енергетичні мето-ди визначення опору металу поширенню тріщини (методи Б.А.Дроздовського, Отані, Шарпі, К.Хартбауера і Г.Орнера, В.Г.Кудрявцева і В.С.Іванової, метод хвилі). Неенергетичні характеристики визначення опору металу поширенню тріщини: методи Т.Робертсона, інститута Баттеля; швидкість руху тріщини.

Література [1, с. 121-126; 2, с.45-47, 53-58; 5, с.56-59, 75-80; 6, с.81-84,

94-100]

Завдання на СРС: Поширення тріщини в загальному випадку. Поширен-ня тріщини при наявності в матеріалі крихкої зони.

Розділ 5. Вплив дефектів на роботоздатність зварних конструкцій–6 год.

Тема 5.1 Лекція 13. Проблема обліку впливу дефектів на роботоздатність зварних з’єднань.. Оцінка впливу тріщиноподібних дефектів по силовому та деформаційному критеріям. – 2 години

Визначення терміну – дефект. Вплив дефектів на міцність зварних з’єд-нань. Напрямки впливу дефектыв на міцність: умови навантаження і експлуатації; вид дефекту (тріщина, пора, зсув, місця переходу від основного до наплавленого металу); властивості металу (вуглецеві сталі, високоміцні сталі, кольорові метали). Оцінка впливу тріщиноподібних дефектів по силовому і деформаційному критеріях. Вплив товщини металу. Чутливість зварних з’єднань до концентрації напружень.

Література [1, с. 126-130; 3, с. 35-42; 5, с.83-89; 6, с. 106-114].

Завдання на СРС: Вплив товщини металу на напружено-деформований стан металу при наявності тріщини

Тема 5.2. Лекція 14. Еквівелентна довжина тріщини. Коефіцієнти запасу за різними критеріями при наявності дефектів – 2години

Еквівалентна довжина тріщини, як схематизація й уніфікація різних видів дефектів. Коефіцієнти запасу по: міцності, пластичності, критичному числу циклів навантаження, тріщиностійкості (коефіцієнти інтенсивності напружень і деформацій). Порядок розрахунку допустимості наявного дефекту при циклічному навантаженні.

Література [1, с. 130-133; 5, с.89-93; 6, с. 114-117].

Завдання на СРС: Розрахунок допустимості наявного дефекту при циклічному навантаженні.

Тема 5.3. Лекція 15. Оцінка роботоздатності стикових з’єднань при наявності дефектів типу несуцільностей – 2 години

Визначення максимально допустимого розміру тріщиноподібного дефекту. Категорія якості в залежності від розміру напружень і максимального розміру шлакового включення.

Література [6 , с.117-123; 5, с.93-100; 3, с.383-392]

Завдання на СРС: Оцінка роботоздатності стикових з’єднань при наявності дефектів типу несуцільностей.

Розділ 6. Вплив механічної неоднорідності на роботоздатність зварних з’єднань. – 4 годин

Тема 6.1. Лекція 16. М’які та тверді прошарки у зварних з’єднань. Нап-ружений стан і міцність м’якого прошарку при розтяганні, вигину. – 2 години

Визначення терміну – механічна неоднорідність. Ділянки стикового зварного з’єднаня. Тверді і м’які прошарки в зварних з’єднанях. Напружений стан і міцність м’якого прошарку при розтягненні, вигину. Міцність елементу з подовжнім стиковим швом і при розташуванні шва поперек розтягувального зусилля.

Література [1, с. 92-95; 2, с. 24-32; 5, с.100-108; 6, с.128-131].

Завдання на СРС: Міцність елементу з подовжнім стиковим швом і при розташуванні шва поперек зусилля,що розтягує.

Тема 6.2. Лекції 17 і 18. Вплив відносної товщини та форми м’якого прошарку на міцність та характер руйнування. Контактне зміцнення – 4 години

Контактне зміцнення. Коефіцієнт контактного зміцнення. Міцність зварного з’єднання з м’яким прошарком залежить від міцності стикового з’єднання від відносної товщини м’якого прошарку і форми поперечного перетину. Залежність механічних властивостей зварного з’єднання від відносної товщини м’якого прошарку. Анізотропія.

Література [1, с. 95-98; 2, с. 24-32; 5, с.106-112; 6, с.131-142].

Завдання на СРС: Вплив обробки металу на пластичну деформації металу при розтяганні

Розділ 7 Вплив низьких температур на міцність і властивості зварних з’єднань – 4 години

Тема 7.1. Лекція 19. Зміна властивостей металів при зниженні температури – 2 години

Хладостійкість і холодноломкість металів. Міцність та пластичність при низьких температурах корозійностійких сталей, титанових, алюмінієвих і магнієвих сплавів. Зміна границі текучості в сталях в залежності від її рівня при кімнатних температурах (при 200С). Особливості зміни властивостей металів при зниженні температури. Методи оцінки властивостей металів при зміні температури (випробування на ударну в’язкість, серіальні температурні випробування для визначення К1С (КС), G1С (G), δС (δ). Визначення критичних температур ТКР1 та ТКР2; метод Робертсона.

Література [1, с. 159-164; 3, с.409-421; 5, с.112- 117; 6, с.142-148]

Завдання на СРС: Оцінка холодостійкості зварних з’єднань.

Тема 7.2. Лекція 20. Основні фактори, що знижують холодостійкість зварних з’єднань. Методи підвищення холодостійкості зварних з’єднань – 2год.

Вплив хімічного складу металу шва, технології виконання зварних з’єд-

нань, їх конструктивного виконання на холодостійкість. Верхній порог хладноломкості. Вплив термічного циклу зварювання на порог хладноломкості і властивості металу навколошовних зон і шва. Пластична деформація металу та її вплив на крихкість металу при зниженні температури. Вплив несприятливо орієнтованих концентраторів на пластичну деформацію металу. Деформаційне старіння. Вплив деформаційного старіння і наступного відпуска на міцність і пластичність сталі 15ХСНД і 22К. Вплив форми зварних з’єднань на здатність сталей до руйнування при низьких температурах. Залежність крихкого руйнування від умов експлуатації. Оцінка холодостійкості зварних з’єднань. Приклади крихких руйнувань.

Література [1, с. 165-174; 3, с.409-421; 5, с.107- 125; 6, с.148-157]

Завдання на СРС: Вплив форми зварних з’єднань та їх конструктивного оформлення на холодостійкість

Розділ 8. Міцність зварних при високих температурах – 4 годин

Тема 8.1. Лекція 21. Властивості основного металу при високих температурах – 2 години

Повзучість, релаксація металу – процеси, які характеризують зміну деформації і напружень у часі з ростом температури. Крива повзучості. Границя повзучості – умовна характеристика опору металу повзучості. Границя тривалої міцності – оцінка міцності металу при високих температурах. Міцність і пластичність металу при високих температурах, їх залежність від температури і часу випробування до руйнування. Залежність Ларсона - Міллера. Вплив концентраторів напружень на міцність і пластичність металу при високих температурах.

Література : [1, с. 174-180; 2, с. 11-17; 3, с. 432-450; 5, с.125-131; 6, с.157-165].

Завдання на СРС: Міцність і пластичність металу при високих темпера-турах.

Тема 8.2. Лекція 22. Властивості зварних з’єднань при високих температурах і вплив на них механічної неоднорідності 2 години

Відмінність властивостей зварних з’єднань при високих температурах від властивостей основного металу. Тривала міцність і пластичність зварних з’єд-нань при високих температурах. Вплив м’якого прошарку на тривалу міцність і пластичність зварного з’єднання. Локальні руйнування і методи оцінки схильності зварних з’єднань до локальних руйнувань (жорсткі технологічні проби; імітація термічного циклу зварювання на зразках; випробування зразків вирізаних із зварних з’єднань). Розрахунок зварних з’єднань на міцність.

Література : [1, с. 180-186; 2, с. 11-17; 3, с. 432-450; 5, с.132-139; 6, с.166-173].

Завдання на СРС: Розрахунок зварних з’єднань на міцність

Розділ 9. Вплив корозійного середовища на міцність зварних конструкцій

– 6 годин

Тема 9.1. Лекція 23. Корозійні середовища і види корозійних ушкоджень металу і зварних з’єднань – 2 години

Залежність схильності зварних конструкцій до корозійного руйнування від ступені електрохімічної активності металу, агресивності корозійного середовища. Визначення термінів: корозія, хімічна корозія. Електрохімічна корозія. Основні види корозійних ушкоджень основного металу (рівномірна корозія, місцева корозія, міжкристалітна корозія, корозійне розтріскування). Основні види корозійних ушкоджень: загальна (рівномірна зварного з’єднання, рівномірна основного металу, зосереджена на шві, зосереджена в зоні термічного впливу); місцева міжкристалітна (в зоні термічного впливу, у зварному шві, ножева, точкова); під напруженням (корозійне розтріскування, корозійна утомленність).

Література [2, с. 69-76; 3, с. 471-491;5, с.140-146; 6, с.173-177].

Завдання на СРС: Основні види корозійних ушкоджень зварних з’єднань:

Тема 9.2. Лекція 24. Методи оцінки роботоздатності зварних з’єднань у корозійних середовищах – 2 години

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.

Література [2, с. 76-83; 3, с. 471-491; 5, с.147-153; 6, с.181-187].

Завдання на СРС: Вплив способу зварювання на швидкість корозії зварних з’єднань. Вплив ширини та глибини непровару на величину корозії. Вплив залишкових зварювальних напружень на корозійне розтріскування.

Тема 9.3. Лекція 25. Основні методи підвищення стійкості зварних з’єд-нань проти корозійного руйнування – 2 години

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, с.83 -84; 3, с. 471-491; 5, с.153-155; 6, с.187-189].

Завдання на СРС: Методи підвищення стійкості зварних з’єднань проти корозійного руйнування

Розділ 10. Розрахункова та конструкційна міцність – 4 години

Тема 10.1. Лекція 26. Несуча міцність зварних конструкцій. Розсіювання механічних властивостей геометричних розмірів і діючих навантажень – 2 год

Визначення терміну – несуча здатність зварних конструкцій. Основні фактори впливу на несучу здатність зварної конструкції: діючі навантаження, статичний чи динамічний характер прикладання навантажень; неодноосність діючих напружень; Концентратори напружень; власні залишкові напруження; температура експлуатації; середовище; потоки елементарних часток випромінювання; час експлуатації. Особливості механічних властивостей зварних з’єднань. Розсіювання характеристик механічних властивостей металів, геометричних розмірів елементів, навантажень.

Література [1, с. 255-267; 2, с. 85-92; 3, с. 35-45; 5, с.155-161;

6, с.237-244].

Завдання на СРС: Визначення дисперсії та середнього квадратичного відхилення механічних властивостей металу.

Тема 10.2. Лекція 27. Причини розбіжності розрахункової і конструкцій-ної міцності – 2 години

Визначення термінів розрахункової і конструкційної міцності. 6 причин їх розходження: розсіювання властивостей металів, геометричних розмірів; наявність дефектів, відсутність методів розрахунку комплексного впливу двох і більше факторів; неврахування при розрахунках слабко вивчених факторів (низьких температур); неправильний вибір граничних станів та критеріїв; ймовірна природа формування конструкційної міцності. Шляхи зближення розрахункової і конструкційної міцності.

Література [1, с. 255-269; 3, с. 35-45; 5, с.161-165; 6, с.245-249].

Завдання на СРС: Ймовірна природа формування конструкційної міц-ності.

**ІІІ Тематика практичних занять**

Мета виконання практичних занять – закріпити та поглибити теоретичні знання студентів в галузі визначенні міцності металу та зварних з’єднань при наявності у них концентраторів напружень. Надати навички виконання розрахунків опору руйнування металу при різному конструктивному оформленню і різних умовах навантаження. Розв’язання задач приведено у методичних вказівках[10].

**IV. 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. Прак-тичне заняття 2 | Розрахунок напружень і деформацій в тілі при одноосьовому, двохосьовому та трьохосьовому напруженому стані – 2 години |
| **Модуль 2** | Розділ 4. Тема 4.2. Практичне заняття 3 | Розрахунок критичних значень: довжини трі-щини, напруження, затрачуваної енергії за енер-гетичною умовою А.Гриффітса – 2 години |
| Тема 4.3. Прак-тичне заняття 4.  Розділ 8.Тема 8.1 | Розрахунок розміру зони пластичної деформа-ції у вістря тріщини і часу випробування зразків за параметром Ларсона - Міллера при підвищен-ні температури – 2 години |

***IV Перелік лабораторних робіт***

Мета виконання лабораторних робіт – закріпити та поглибити теоретичні знання студентів в галузі визначенні міцності металу та зварних з’єднань 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].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль 1** | Лабораторна робота №1 | Визначення роботи руйнування металу при  ударному вигину - 2 години |
| Лабораторна робота №2 | Визначення опірності сталі поширенню трі-  щини за вмісту в’язкого волокна - 2 години |
| **Модуль 2** | Лабораторна робота №3 | Вплив конструктивного оформлення зварних вузлів на їх міцність при низьких температурах  - 2 години |
| Лабораторна робота №4 | Вивчення корозійного руйнування зварних  конструкцій. - 2 години |

***V Індивідуальні завдання***

Мета індивідуального завдання полягає в поглибленні, узагальненні та закріпленні знань, які студенти отримали в процесі навчання, а також вміння використання їх на практиці.

Для самостійного вивчення пропонується:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль 1** | | |
| По темі 1.2. | Коефіцієнти запасу на прикладі зразка з тріщиною і зразка з непроваром |
| По темі 2.1 | Поперечні деформації у стержні. Графічна залежність коефіцієнта Пуассона від повної деформації |
| По темі 2.2 | Порядок обчислення деформацій по відомим напруженням |
| По темі 2.3 | Напруження і деформації при плоскому напруженому стані та плоскої деформації. |
| По темі 3.1 | Коефіцієнти напружень у зварних з’єднаннях. Механізм утворення деформацій при зварюванні. |
| По темі 3.2  По темі 4.1 | Критерії оцінки напружено-деформованого стану зварних з’єднань.  Експериментальні методи визначення пружно-пластичних складових деформацій  По темі 4.1 |
| По темі 4.2 Еквівалентна довжина тріщини | | |
| По темі 4.3 | Силові критерії руйнування |
| По темі 4.4 | Поширення тріщини в загальному випадку. |
|  | **Модуль 2** |
|  |  |
| По темі 5.1 | Вплив товщини металу на напружено-деформований стан металу при наявності тріщини |
| По темі 5.2 | Розрахунок допустимості наявного дефекту при циклічному навантаженні. |
| По темі 5.3 | Оцінка роботоздатності стикових з’єднань при наявності дефектів типу несуцільностей. |
|  | | |
| По темі 6.1 | Міцність елементу з подовжнім стиковим швом і при розта-шуванні шва поперек розтягального зусилля |
| По темі 6.2 | Вплив обробки металу на пластичну деформації металу при розтяганні |
| По темі 7.1 | Оцінка холодостійкості зварних з’єднань |
| По темі 7.2 | Вплив форми зварних з’єднань та їх конструктивного оформлення на холодостійкість |
| По темі 8.1 | Міцність і пластичність металу при високих температурах. |
| По темі 8.2 | Розрахунок зварних з’єднань на міцність |
| По темі 9.1 | Основні види корозійних ушкоджень зварних з’єднань |
| По темі 9.2 | Вплив способу зварювання на швидкість корозії зварних з’єднань. Вплив ширини та глибини непровару на величину корозії. Вплив залишкових зварювальних напружень на корозійне розтріскування. |
| По темі 9.3 | Методи підвищення стійкості зварних з’єднань проти корозійного руйнування |
| По темі 10.1 | Визначення дисперсії та середнього квадратичного відхилення механічних властивостей металу. |
| По темі 10.2 | Ймовірна природа формування конструкційної міцності. |

***4.6. Контрольні роботи***

Мета контрольних робіт – перевірення підготовки студентів з відповід-них розділів робочої навчальної програми.

Контрольна робота №1 виконуються після вивчення розділів 1–4, контрольна робота №2 – після вивчення розділів 5–10. Контрольні завдання та критерії оцінки на кожну контрольну роботу додаються до робочої програми (Додаток Б).

**Склад модулів дисципліни «Спеціальні розділи міцності**

**зварних** **конструкцій»**

**Розподіл часу на їх засвоєння, термін контролю**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п |  |  |  |  |  | Форма та  методи  контролю |  |
| 1 | Основи теорії пружності й пластичності; характе-ристики опірності мета-лу руйнуванню в при-сутності концентрато-рів | 14 | 60 | 1,7 | 34 | Контрольна робота, ви-конання розрахунків 1-4 задач; захист 1 і 2–ої лабо-раторної роботи | 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Вплив дефектів, меха-нічної неоднорідності, низьких та високих тем-ператур, корозії на влас-тивості зварних з’єднань і роботоздатність звар-них конструкцій. | 14 | 84 | 2,3 | 36 | Контрольна робота,  захист 3 і 4-ої лабо-раторної роботи | 9 |
| Всього за 2 модуля | |  | 144 | 4,0 | 70 | Іспит |  |

**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, 2003. – 22 с.

10 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Специальные главы прочности сварных конструкций» / сост. А. Ф. Власов. – Краматорск : ДГМА, 2004. – 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, 2007 - 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.

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.

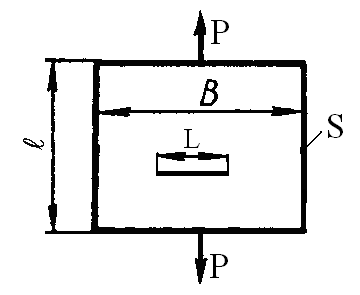


Рисунок 1 Вид зразка із тріщиною

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 |

Питання контрольних робіт 1- ого модуля

1 - Основні поняття дисципліни СГПСК.

2 - Властивості металів, що визначаються при одноосьовому розтяганні. Умовна й дійсна діаграма розтягання металів.

3 - Коефіцієнти запасу: установлені й фактичні; схема розрахунку коефіцієнтів запасу на прикладі нахлесточного зварного з'єднання й при наявності непровару.

4 - Плоский напружений стан і плоска деформація.

5 - Теорії напружено-деформованого стану тіла.

6 - Критерії оцінки напружено-деформованого стану тіла при наявності концентрації напружень.

7 - Механізм впливу концентраторів на розподіл напружень і деформацій.

8 - Концентрація напружень і пластичні деформації металу при руйну-ванні.

9 - Закон Гука для одноосьового й 3- хосного напружененого стану.

10 - Оцінка властивостей металу й елементів конструкції на стадії утво-рення тріщин.

11 - Критична рівновага тріщини

12 - Енергетична умова А.Гриффитса.

13 - Еквівалентна довжина тріщини.

14 -Поширення тріщини при наявності в матеріалі тендітної зони

15- Енергетичні методи визначення опірності металу утворенню й поширенню тріщини.

16 - Методи визначення опірності металу поширенню тріщин

17 - Оцінка впливу тріщиноподобіних дефектів по силових і деформаційних критеріях.

18 - Коефіцієнти запасу за різними критеріями при наявності дефектів.

19 - Чутливість зварних з'єднань до концентрації напружень.

20 - Вплив товщини металу на його міцність при наявності концентра-торов

21- Неенергетичні характеристики визначення опірності металу поширенню тріщини.

**Модуль №2**

1 – М’які і тверді прошарки в зварних з’єднаннях.

2 – Напружений стан і міцність м’якого прошарку при розтягуванні, вигині.

3 – Контактне зміцнення.

4 – Вплив обробки металу і анізотропії на пластичну деформацію і міцність при розтягуванні.

5 – Методи оцінки властивостей металів при зміні температури.

6 – Зміна властивостей металів при зниженні температури

7– Основні фактори, що знижують холодостійкість зварних з’єднань.

8 – Оцінка холодостійкості зварних з’єднань

9 – Методи підвищення холодостійкості зварних з’єднань.

10 **–** Властивості основного металу при високих температурах.

11 – Міцність і пластичність металу при високих температурах.

12– Локальні руйнування і методи оцінки схильності до них зварних з’єднань.

13 – Розрахунок зварних з’єднань на міцність при високих температурах.

14 – Властивості зварних з’єднань при високих температурах експлу-атації і вплив на них механічної неоднорідності.

15 – Вплив концентраторів напружень на міцність і пластичність металу при високих температурах.

16 – Корозійні середовища та види корозійних ушкоджень основного металу й зварних з’єднань.

17 –Методи оцінки роботоздатності зварних з’єднань у корозійних сере-довищах.

18 –Основні методи підвищення стійкості зварних з’єднань проти коро-зійного руйнування.

19– Міцність зварних конструкцій в агресивних середовищах

20 – Конструкційна і розрахункова міцність, причини їх розбїжності.

21 – Несуча здатність зварних конструкцій і властивості зварних з’єднань.

**KPИТEPIЇ ОЦІНКИ**

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № К. Т. | | Форма контролю | | Тиж день | | Мах бал | | Min бал | | Короткий зміст К.Т. i час на її виконання |
| Модуль 1(14-ий триместр) | | | | | | | | | | |
| 1 | | Захист 1 -ої практичної роботи | | 2 | | 10 | | 5 | | Захист проводиться після виконання від-  повідної практичної роботи |
| 2 | | Захист 2 - ої практичної роботи | | 3 | | 10 | | 5 | |
| 3 | | Захист 3-ої практичної роботи | | 5 | | 10 | | 5 | |
| 4 | | Захист 4-ої практичної роботи | | 6 | | 10 | | 5 | |
|  | | Захист 1-ої лабораторної роботи | | 7 | | 10 | | 5 | | Захист проводиться після виконання л.р. |
|  | | Захист 2-ої лабораторної роботи | | 8 | | 10 | | 5 | | Захист проводиться після виконання. л.р. |
| 3 | Контрольна робота | | 8 | | 40 | | 25 | | Контрольна робота складається з 3-х пи- тань | |
|  | Модуль 1 | |  | | 100 | | 55 | |  | |
| Модуль 2(14-ий триместр) | | | | | | | | | | |
| 1 | Захист 3-ої лабораторної роботи | | 9 | | 10 | | 5 | | Захист проводиться після виконання. л.р. | |
| 2 | Захист 4-ої лабораторної роботи | | 10 | | 10 | | 5 | | Захист проводиться після виконання. л.р. | |
| 3 | Контрольна робота | | 11 | | 40 | | 25 | | Контрольна робота складається з 3-х пи- тань | |
|  | Іспит | | 12 | | 40 | | 20 | |  | |
|  | Модуль 2 | |  | | 100 | | 55 | |  | |

**Kpитepiї оцінки практичних занять**

В кожному модулі є практичні роботи. Максимальний бал - 10. Мак-симальна кількість балів, які можна отримати за відпрацювання уcix прак-тичних занять по модулю (2 робіти): 10\*2=20 балів. За кожне практичне за-няття 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**

У 3-4-ому модулі є лабораторні роботи. Максимальний бал - 10. Мак-симальна кількість балів, які можна отримати за відпрацювання уcix лабора-торних робіт:3-ий модуль – 3x10 =30 бал1в; 4-ий модуль – 1 x10 = 10 бал1в.

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

Виконання лабораторної роботи оцінюється в 2 бали, який нарахову-ється за роботу студента з вимірювальними приладами.

Захист лабораторної роботи оцінюється в 6 балів, які нараховуються за правильні відповіді на три питания вартістю в 2 бали кожне, поставлені під час захисту роботи студентом.

**Kpитepiї оцінки контрольних poбiт**

Контрольна робота по 1-ому модулі складається із 3-х теоретичних питань i 2-х задач;

Правильна відьповідь на кожне теоретичне питания оцінюється в 23 ба-ла.

За правильне розв'язання задачі нараховуеться 10 балів.

Оц1нка за контрольну роботу розраховується у такий спосіб:

R к.р =R I + R 2 +R З=69+11+20.

де R1 - бали за відповідь теоретичних питань, R 2– бали за усний опит;

R3 - бали за розв'язання задачі.

Шкала оцінювання теоретичних питань:

R1 – R3 = 0 - в1дповідь відсутня;

R1 –R3= 10 - неповна відповідь;

R 1-R3 = 15 – відповідь вірна **i** повна, але містить 1 -2 неточності;

R 1-R3=23 - відповідь вірна **i** повна;

Шкала оцінювання розв'язання задачі:

R3 = 0 - задача не розв'язана;

R3 = 2 - наведені фрагменти даних необхідних для розв'язання;

R3 = 4 - хід розв'язання правильний, але відповідь не вірна;

R3 = 7 - є декілька неточностей у ході розв'язання, але отримана вірна в1дповідь.

R3 = 10 - хідрозв'язання правильний iотримана вірна відповідь;

Заохочувальні бали нараховуються за розв'язання студентом спеціального індивідуального завдання з дисципліни, а також за усний опит по 11 балів за кожну контрольну точку.

**Умови допуску** до **екзамену**

**1**. Відпрацьовані yci практичні заняття.

2. Відпрацьовані yci лабораторні роботи.

3. Стартовий рейтинг Re > 30 бал1в.

**Критерії екзаменаційного оцінювання**

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