**ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЗВАРЮВАННЯ ТИСКОМ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПЛАНУВАННЮ

САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

**Зміст**

1. Загальні положення

1. Структура навчальної дисципліни

3. Тематика розрахункового завдання

4. Питання для самопровірки.

5.Рекомендована література.

**1 Загальні положення**

Зварювання - один найбільше широко розповсюджених технологічних процесів. За допомогою зварювання з'єднують між собою різні метали, їхні сплави, деякі не металеві матеріали, пластмаси, стекла й різнорідні матеріали. Основне застосування знаходить зварювання металів й їхніх сплавів при будові нових конструкцій, ремонті різних виробів, машин і механізмів, створенні двошарових матеріалів. Міцність звареної сполуки в більшості випадків не уступає міцності цільного матеріалу.

 Сполука при зварюванні досягається за рахунок виникнення томно- молекулярних зв'язків між елементарними частками з'єднуючих металів. Зближенню атомів заважають нерівності поверхонь у місцях, де намічено здійснити сполука деталей, і наявності на них забруднень у вигляді окислів, органічних плівок й адсорбованих газів.

 Залежно від методів, застосованих для усунення причин, що заважають досягненню порочної сполуки, всі існуючі різновиди зварювання можна віднести до зварювання тиском й зварюванню тиском. До другої групи відносять способи зварювання, при яких метали безпосередньо в зоні шва може мати температуру нижче або вище планки плавлення, по зварюванні відбувається при дії сполука, що зварює не, статичного, ударного або навіть високочастотного вібраційного тиску.

 Обидва процеси - і пластичного деформування, і нагрівання - іноді в рівної, іноді в різній мері створюють таку общю концентрацію енергії в зоні матеріалу, що зварює, що забезпечує, по формулюванню академіка П. А. Ребиндера, “перебудуванню поверхневих шарів контактуючих твердих тіл, а також більше повільніше вторинні процеси зовнішньої дефузії й інші процеси, які протікають уже самостійно й у всякому випадки вимагають значно менше енергії, чим робота деформування для утворення площадок безпосереднього контакту твердих тіл”.

 У теперішній час зварювання тиском - один із провідних способів нерозривної сполуки деталей у різних галузях техніки. Вона відрізняється високим ступенем механізації, автоматизації й, як наслідок, високою продуктивністю. Завдяки вдосконалюванню технологічного процесу й модернізації встаткування області її використання безупинно розширюються.

 У даній дисципліні розглядаються основні принципи утворення зварених сполук, технологія й устаткування зварювання тиском. Наведено системи керування й регулювання основних параметрів технологічного циклу зварювання, а також способи й апаратури контролю якості зварювання.

 Ціль дисципліни - ознайомити студентів з теоретичними основами зварювання тиском, способами сполуки різних металів і сплавів, прогресивними технологіями й устаткуванням для їхньої реалізації.

Вивчення курсу базується на знанні таких дисциплін як “Матеріалознавство”, “Теорія зварювальних процесів”, “Деталі машин й основи проектування”, “Електроніка й схемотехніка”.

 Навчальним планом дисципліни передбачається виконання курсового проекту, контрольних і лабораторних робіт.

**Основні завдання дисципліни**

1. Формувати знання по теоретичних основах зварювання тиском.

2. Дати знання за технологією зварювання тиском.

3. Дати знання по встаткуванню й апаратурам зварювання тиском.

4. Навчити методам контролю якості процесу зварювання й готових виробів.

5. Привести відомості по експлуатації машин для зварювання тиском і техніку безпеки.

**2.СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ з/п** | **Види навчальних занять****(Л, ЛЗ, ПЗ, СР)** | **Кількість годин** | **Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах).****Назви змістових модулів.****Найменування тем та питань кожного заняття.****Завдання на самостійну роботу.** | **Рекомендована література (базова, допоміжна)** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
|  |  |  | **Змістовий модуль №1** **Формування зварних з'єднань під дією тиску і нагріву. Технологія точкового, шовного, рельєфною і стикового зварювання.** |  |
| **1** **2** | **Л1****СР1** | **6****2** | **Тема №1. Вступ.** **Сутність процесу й утворення з'єднань при зварюванні тиском.**Класифікація способів зварювання. Зварювання вибухом. Холодне зварювання. Зварювання тертям. Ультразвукове зварювання. Дифузійне зварювання. Зварювання з нагрівом струмами високої частоти . Дуго-контактне зварювання.Область застосування й технологічні переваги зварювання тиском. | [1-4], плакати [1,2] |
| **3****4****5** | **Л2****ПЗ1****СР2** | **6****2****4** |  **Тема №2. Утворення з'єднань при крапковому, рельєфному й шовному контактному зварюванні.** Загальна схема формування з'єднань. Джерела теплоти при зварюванні. Пластична деформація металу при зварюванні. Основні дефекти, природа їхнього утворення й заходи попередження.Нагрівання стрижнів при контактному зварюванні опоромСупутні процеси при утворенні з'єднань. | [3], плакати [3] |
| **6****7****8** | **Л3****ПЗ2****СР3** | **4****2****2** | **Тема №3. Утворення з'єднань при контактному стиковому зварюванні.**Умови одержання звареного з'єднання. Процеси нагрівання. Пластична деформація металу. Видалення поверхневих плівок. Дефекти з'єднань і принципи їхнього утворення.Нагрівання стрижнів при контактному зварюванні з переривчастим підігрівом і наступним оплавленням.Джерела теплоти при зварюванні. |  [3], плакати[3]  |
| **9****10****11** | **Л4****ПЗ3****СР4** | **6****2****2** |  **Тема №4. Технологія крапкового шовного й рельєфного контактного зварювання.** Вибір раціональної конструкції деталей й елементів з'єднань. Загальна схема технологічного процесу виробництва сварнях вузлів. Технологія й техніка зварювання різних металів і вузлів. Техніка та режими точкового і шовного зварювання деталей однакової товщини.Розрахунок основних параметрів процесу стикового зварювання безперервним оплавленнямОсобливості зварювання разнотолщинних деталей і різнойменних матеріалів. |  |
|  [3], плакати[3] |
|  **12****13****14****15** | **Л5****ПЗ4****СР5****М1** | **4****2****4****1** | **Тема №5. Технологія контактного стикового зварювання.** Вибір способу зварювання, конструкція з'єднань і підготовка деталей до зварювання. Технологія зварювання різних металів і вузлів. Розрахунок загального опору деталей при точечному контактному зварюванні.Доводочні операції після стикового зварювання.**Модульна контрольна №1** | [3], плакати  [3] |
| **16****17****18****19****20****21****22****23****24****25****26****27****28****29****30****31****32****33****34** **Разом****(годин** | **Л6****ПЗ5****СР6****ЛЗ1****Л7****ПЗ6****СР7****ЛЗ2****Л8****ПЗ7****СР8****ЛЗ3****Л9****ПЗ8****СР9****ЛЗ4** **Л10****СР10****М1** | **4****2****4****4****6****2****4** **4****4****2****4****4****4****2** **4****4****4****4****1****180** | **Змістовий модуль №2** **Обладнання й апаратура керування роботою машин для контактного зварювання.** **Тема №6.**  **Машини контактного зварювання.** Загальна характеристика машин. Класифікація машин контактного зварювання. Конструктивні елементи машин контактного зварювання. Механізми машин контактного зварювання. Основні технологічні параметри машин контактного зварювання.  Розрахунок зварювального струму при точечному контактному зварюванні. Електроди машин контактного зварюванняЛабораторна робота №1.Вивчення конструкції і принципу дії машини для точкового контактного зварювання. **Тема№7. Електрична частина машин контактного зварювання.** Призначення й структурні схеми електричної частини машин контактного зварювання. Режими роботи, основні енергетичні параметри машин. Саморегулювання , навантажувальні й зовнішні характеристики машин. Електричні ланцюги основних типів машин контактного зварювання. Розрахунок вторинного контуру машин контактного зварювання.Розрахунок загального вторинного струму зварювальної машини. Зварювальні трансформатори. Лабораторна робота №2. Вивчення конструкції і принципу дії машини для шовного зварювання. **Тема№8.**  **Механізація й автоматизація контактного зварювання.** Загальна характеристика засобів механізації та автоматизації. Пристосування для складання і зварювання. Машини - автомати й поточні лінії.Миттєва швидкість охолодження звареної точки при даній температурі Промислові роботи. Лабораторна робота №3. Вивчення конструкції і принципу дії машини для конденсаторного зварювання. **Тема №9. Апаратури керування обладнанням контактного зварювання.** Призначення й структура апаратури керування. Включаючі пристрої й апаратура керування однофазних машин змінного струму.Нагрівання й охолодження труб при дугоконтактному зварюванні Регулятори циклу зварювання.Лабораторна робота №4. Вивчення конструкції і принципу дії машини для стикового зварювання.**Тема №10. Контроль при контактному зварюванні.** Способи й організація контролю. Контроль сварнях з'єднань. Контроль процесу зварювання.Механічні показники зварних з'єднань.**Модульна контрольна №2** |  [2,3], плакати, макети [3]Методичні вказівки [6], лабораторне обладнання, плакати.[3,5],плакати, макети[5]Методичні вказівки [6], лабораторне обладнання, плакати.[3,5],плакати, макети[3,5]Методичні вказівки [6], лабораторне обладнання, плакати. [3,5],плакати, макети[3,5]Методичні вказівки [6], лабораторне обладнання, плакати. [3], плакати[3][3,5],плакати, макети[3] |

**3. Тематика розрахункового завдання**

 цель розрахункового завдання

Требуется сварить изделие из листового металла толщиной δ точечной контактной сваркой.

 Определить: продолжительность tсв включения сварочного тока, усилие Рсв на электродах, сварочный токIсв , ток Iш шунтирования и общую силу тока I2 во вторичной цепи. Материал , толщину δ листа и шаг tш точек взять из таблицы 1.

 общие методические указания

 Выбор исходных данных

Исходные данные для расчета выбираются согласно последним цифрам в зачетной книжке студента из таблицы 1. Необходимые для расчёта теплофизические свойства свариваемого и электродного металлов приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Варианты исходных данных

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Свариваемый материал | Толщина листаδ, мм | Время протекания сварочного тока *t*св, с | Шаг точек *t*ш, мм |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | Ст08кп | 0,5 | 0,5 | 30 |
| 2 | 12Х18Н10Т | 0,5 | 0,12 | 30 |
| 3 | АМц | 0,8 | 0,12 | 30 |
| 4 | АМг6  | 0,5 | 0,1 | 30 |
| 5 | ОТ4 | 0,5 | 0,12 | 30 |
| 6 | ВТ6 | 0,8 | 0,14 | 30 |
| 7 | Ст08кп | 0,8 | 0,20 | 30 |
| 8 | 12Х18Н10Т | 0,8 | 0,14 | 30 |
| 9 | АМц | 1,0 | 0,14 | 40 |
| 10 | АМг6 | 0,8 | 0,14 | 40 |
| 11 | ОТ4 | 0,8 | 0,16 | 30 |
| 12 | ВТ6 | 0,5 | 0,10 | 30 |
| Продолжение таблицы 1 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 13 | Ст08кп | 1,0 | 0,20 | 40 |
| 14 | 12Х18Н10Т | 1,0 | 0,16 | 40 |
| 15 | АМц | 1,2 | 0,16 | 40 |
| 16 | АМг6 | 1,0 | 0,20 | 40 |
| 17 | ОТ4 | 1,0 | 0,20 | 40 |
| 18 | ВТ6 | 1,2 | 0,20 | 40 |
| 19 | Ст08кп | 1,2 | 0,25 | 40 |
| 20 | 12Х18Н10Т | 1,2 | 0,20 | 40 |
| 21 | АМц | 1,5 | 0,16 | 50 |
| 22 | АМг6 | 1,2 | 0,24 | 40 |
| 23 | ОТ4 | 1,2 | 0,22 | 40 |
| 24 | ВТ6 | 1,5 | 0,24 | 40 |
| 25 | Ст08кп | 1,5 | 0,30 | 40 |
| 27 | 12Х18Н10Т | 1,5 | 0,24 | 40 |
| 28 | АМц | 2,0 | 0,22 | 50 |
| 29 | АМг6 | 1,5 | 0,28 | 50 |
| 30 | ОТ4 | 1,5 | 0,26 | 40 |
| 31 | ВТ6 | 2,0 | 0,28 | 50 |
| 32 | Ст08кп | 2,0 | 0,40 | 50 |
| 33 | 12Х18Н10Т | 2,0 | 0,26 | 50 |
| 34 | АМг6 | 2,0 | 0,30 | 60 |
| 35 | ОТ4 | 2,0 | 0,30 | 50 |
| 36 | ВТ6 | 2,5 | 0,30 | 60 |

Таблица 2 – Теплофизические свойства некоторых металлов и сплавов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свариваемый материал | Уд. электро-сопрот. при 0 оС ρ0, мкОм см | Коэф.тепло-провод. при 20оСλ, кВт/(м К) | Коэф. темпе-ратуропровод. при 20оСα*,* см2/с·10-4 | Уд. теплоем-кость при 20оС *с*, кДж/(кг К) | Плотность при 20о С γ, кг/м3 | Температура плавлення *Т*пл, К |
| Алюминий | 2,7 | 0,2 | 0,73 | 1 | 2800 | 931 |
| Алюминиевые сплавы:АМц | 7,3 | 0,125 | 0,5 | 0,9 | 2900 | 906 |
| АМг6 | 7,5 | 0,1 | 0,45 | 0,82 | 2780 | 893 |
| Медь | 1,75 | 0,36 | 1,05 | 0,38 | 8900 | 1356 |
| Стали:08 кп | 13 | 0,06 | 0,09 | 0,46 | 7800 | 1803 |
| 12Х18Н10Т | 75 | 0,016 | 0,04 | 0,46 | 7860 | 1713 |
| Титановые сплавы:ОТ4 | 142 | 0,01 | 0,036 | 0,58 | 4590 | 1933 |
| ВТ6 | 160 | 0,008 | 0,03 | 0,54 | 4600 | 1933 |

 Общие требования к оформлению самостоятельной работы

Самостоятельная работа выполняется в виде расчетно-пояснительной записки и оформляется в печатном виде на бумаге формата А4.

На титульном листе должны быть указаны:

1. название работы «Определение параметров режима точечной контактной сварки»;
2. название дисциплины;
3. курс и группа студента;
4. фамилия, имя, отчество студента;
5. номер зачетной книжки;
6. фамилия, имя, отчество преподавателя, проверяющего работу;
7. год выполнения.

На втором листе работы должно быть представлено ее содержание с заглавием и нумерацией страниц всех разделов, подразделов, вывода и списка литературы.

На третьем листе работы в виде таблицы должен быть представлен список условных обозначений всех используемых в расчете величин с их названием и указанием единиц измерения.

Описание должно сопровождаться графиками ,схемами расчёта и таблицами, которые нумеруются в пределах раздела. Все вычисления следует вести с достаточной, но не излишней точностью.

В конце работы должны быть представлены выводы о проделанной работе.

 . Методика расчета

 Определение продолжительности включения сварочного тока

 В условиях массового производства деталей из листовой малоуглеродистой и хромоникелевой аустенитной стали , а также титановых сплавов ОТ4 и ВТ6 продолжительность включения сварочного тока определяют по формуле [1]

 tсв = (0,1- 0,3) δ . (1)

Деформируемые алюминиевые сплавы типа АМц и АМг отличаются исключительно малым удельным электросопротивлением и высоким коэффициентом теплопроводности . Поэтому их сваривают на «жёстких» режимах[1]

 tсв = (0,05- 0,15) δ (2)

 **Определение усилия на электродах**

При сварке деталей из листовой малоуглеродистой стали, алюминиевого сплава АМц , упрочнённого нагартовкой , а также титановых сплавов ОТ4 и ВТ6 усилие на электродах определяют по формуле [1]

 Рсв = 175 δ (3)

Повышенное сопротивление деформации металла зоны сварки хромоникелевой аустенитной стали 12Х18Н10Т требует применения значительно больших сварочные усилий ,чем при сварке малоуглеродистой стали [2]

 Рсв = 260 δ (4)

При сварке алюминиевого сплава АМг6 , упрочняемого нагартовкой , для предотвращения выплесков применяют сварочные усилия в 1,8 – 2,4 раза выше , чем при сварке малоуглеродистой стали [1].

 Расчет величины сварочного тока

Сварочный ток рассчитывают по закону Джоуля – Ленца:

 , (5)

где *Q*ээ – общее количество теплоты, затрачиваемой на образование соединения; *тr* – коэффициент, учитывающий изменение общего сопротивления металла между электродами в процессе сварки;  - электрическое сопротивление деталей к концу нагрева.

Для низкоуглеродистых сталей *тr* ≈ 1, для алюминиевых и магниевых сплавов – *тr* = 1,15, для коррозионно-стойких сталей – *тr* = 1,2, для сплавов титана – *тr* = 1,4.

В свою очередь *Q*ээопределяется по уравнению теплового баланса (6):

 *Q*ээ = *Q*1+ *Q*2+ *Q*3,(6)

где *Q*1 – энергия, затрачиваемая на нагрев до температуры плавления *Т*пл центрального столбика металла высотой 2δ и диаметром основания *d*э; *Q*2– теплота, расходуемая на нагрев металла в виде кольца шириной *х*2*,* окружающего центральный столбик; *Q*3 – потери теплоты в электроды, которые учитываются нагревом условного цилиндра в электродах высотой *х*3 до средней температуры электрода *Т*э (рис. 1).

Среднюю температуру кольца вокруг столбика принимают равной 0,25⋅*Т*пл от достигаемой на его внутренней поверхности при контакте деталей. Считая, что температура на контактной поверхности электрода с деталью *Т*э.д ≈ 0,5*Т*пл, а температура электрода *Т*э ≈ 0,25*Т*э.д, можно принять, что *Т*э = *Т*пл/8 (рис.1)



Рисунок 1 – Схема расчета сварочного тока

Энергия *Q1* расходуется на нагрев центрального объема металла (большего, чем объем ядра) до *Т*пл, что дает возможность учесть скрытую теплоту плавления металла:

 **, (7)

где *с* – удельная теплоемкость металла; γ – плотность металла (табл. 2);

 *dэ = 2δ + 3 -* диаметр рабочей части электрода.

При расчете *Q*2принимаем, что заметное повышение температуры наблюдается на расстоянии *х*2 от границы столбика. Значение *х*2 зависит от времени сварки и температуропроводности металла:

 , (8)

где α – коэффициент температуропроводности свариваемого металла (табл. 2).

Если площадь кольца , высота 2δ, а средняя температура нагрева , то ориентировочно

 , (9)

где *k1 –* коэффициент, близкий к 0,8, учитывает, что средняя температура кольца несколько ниже средней температуры *Т*пл/4 в связи со сложным распределением температуры по ширине этого кольца, так как наиболее интенсивно нагретые участки расположены у внутренней поверхности кольца.

Потери теплоты в электроды *Q*3можно оценить, принимая, что за счет теплопроводности нагревается участок электрода длиной *х*3 = 3,3 и объемом  до *Т*пл/8. Коэффициент *k*2 учитывает форму электрода: для цилиндрического электрода *k*2 = 1, для электрода с конической рабочей частью и плоской рабочей поверхностью *k*2 = 1,5 (предпочтителен для сталей и титановых сплавов), а для электрода со сферической рабочей поверхностью *k2*= 2 (для алюминиевых сплавов). Тогда:

 , (10)

где *с*э и γэ — теплоемкость и плотность металла электрода (табл. 2).

Зная составляющие теплового баланса, по формуле (3) определяем общее количество теплоты *Q*ээ.

 Для оценки электрического сопротивления деталей к концу нагрева  используют упрощенную схему теплового состояния металла [1,3]. В частности, считают, что сопротивление двух пластин толщиной δ можно представить как сумму сопротивлений двух других условных пластин I и II, каждая из которых нагрета до средней постоянной температуры *Т*1 и *Т*2 (рис.2) и имеет ту же толщину δ. Тогда

 , (11)

где *A* – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность растекания тока в зоне сварки; *kп* – коэффициент, учитывающий неравномерность нагрева деталей; ρ1 и ρ2 – удельные электросопротивления материала деталей при температуре *Т*1 и *Т*2;

Удельные электросопротивления деталей ρ1 и ρ2 зависят от рода металла , вида его термомеханической обработки и температуры. Значения ρ1 и ρ2 определяют по соответствующей данному материалу оси ординат для температуры *Т*1 и *Т*2 (рис. 3). Так, при сварке деталей из низкоуглеродистых сталей принимают *Т*1 = 1200 ºС и *Т*2 = 1500 °С, для алюминиевых сплавов – *Т*1 = 450 ºС и *Т*2 = 630 ºС, для титановых сплавов – *Т*1 = 1300 и *Т*2 = 1660 °С.

Значения коэффициента неравномерности нагрева деталей из низкоуглеродистых сталей принимают *kп*= 0,85, из алюминиевых сплавов – *kп*= 0,9, из коррозионно-стойких сталей – *kп*= 1,5, из титановых сплавов – *kп*= 2.



Рисунок 2 – Схема расчета электрического сопротивления к концу цикла сварки

 .



Рисунок 3– Коэффициенты удельного электросопротивления некоторых металлов в зависимости от температуры нагрева

Коэффициент *А* равен отношению , где  – электрическое сопротивление цилиндрического столбика металла длиной δ и диаметром *d*э. За счет шунтирования тока в массу детали величина  всегда меньше , соответственно коэффициент *А* < 1. Кроме того, *А* зависит от отношения  (рис. 4). Чем меньше это отношение, тем меньше *А*, тем больше разница между  и . При сварке деталей толщиной δ = 0,8 – 3 мм принимают *А* ≈ 0,8.



Рисунок 4 – Зависимость коэффициента А от отношения *d*э/δ

 Расчет величины тока шунтирования и общей силы тока во вторичной цепи

Шунтирование тока проявляется в протекании части тока вне зоны сварки, например, через ранее сваренные точки (рис.5) при двухсторонней точечной сварке или через одну из деталей приодносторонней сварке. Шунтирование в значительной мере нарушает симметрию электрического поля и может при малом расстоянии или шаге между точками привести к уменьшению плотности тока и размеров литого ядра.



Рисунок 5 – Шунтирование тока при двухсторонней точечной сварке

Значение тока Iш шунтирования можно оценить по формуле:

 , (12)

где *rш* –электрическое сопротивление зоны сварки и шунта, которое определют по формуле

 , (13)

где ρ0 – удельное электросопротивление материала при 20 оС (табл. 2); *b*пр*≈ d*э*–*ширина шунта; *t*ш – шаг между точками (табл. 1); *Кэ* ≈ 0,4.

Общую силу тока I2 во вторичной цепи определяют по формуле

 I2 = Iсв + Iш (14)

 Пример расчета

Определить параметры режима точечной контактной сварки деталей из листовой холоднокатанной малоуглеродистой стали толщиной 2 + 2 мм. Шаг между точками 50 мм.

 Для определения параметров режима точечной контактной сварки в следующей последовательности находим :

1. продолжительность включения сварочного тока

tсв = (0,1- 0,3) δ = 0,2 *∙* 2 = 0,4 с;

2. усилие на электродах

Рсв = 175 δ = 175*∙*2 = 350 кгс;

3. диаметр рабочей части электрода

dэ = 2δ + 3 = 2*∙*2 + 3 = 7мм;

4. энергию, которая расходуется на нагрев металла до температуры плавления

=(3,14∙0,49/4) ∙2∙0 2∙0,67∙7,85∙10*∙*1803 = 1,45 кДж

5. ширину кольца *х*2*,* окружающего литое ядро

= 4 = 0,76см;

6. энергию, которая расходуется на нагрев металла , окружающего литое ядро

= 0,8∙3,14∙ 0,76(0,7+ 0,76)∙ ∙2∙02∙0,67∙7,85∙10*∙*1803/4 = 2,64 кДж;

7. высоту *х*3 условного цилиндра в электродах

*х*3 = 3,3 = 3,3= 2,11см;

8. энергию, которая расходуется на нагрев электродов

= 2∙1,5(3,14∙0,49/4)∙2,11∙0,38∙8,9∙10*∙*1803/8 = 1,83 кДж;

 9.общее количество теплоты , затрачиваемой на образование соединения

*Q*ээ = *Q*1+ *Q*2+ *Q*3 = 1,45 + 2,64 + 1,83 = 5,92 кДж ;

10. электрическое сопротивление деталей к концу нагрева

= 0,85∙0,85∙0,2(120 + 130)/0,38 = 95 мкОм;

11. сварочный ток

=  = 12,45кА;

12. электрическое сопротивление зоны сварки и шунта

= 0,4∙2∙13∙5,0/0,2∙0,7 = 371,4 мкОм;

13. значение тока шунтирования

 = 12,45∙95/371,4= 3,18кА;

 14.общую силу тока I2 во вторичной цепи

I2 = Iсв + Iш = 12,45 + 3,18 = 15,63кА..

Список Литературы

1. Орлов Б.Д., Чакалев А.А., Дмитриев Ю.В. и др. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1986 – 352 с.

2.Чулошников П.П. Точечная и роликовая электросварка легированных сталей и сплавов.- М. : Машиностроение, 1988 – 200 с.

3. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Под ред. Н.А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 1978. – т.1. – 504 с.

**4. Питання для самопровірки.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1**

1. Сутність процесу зварювання вибухом і область її застосування

2. Особливості контактного зварювання деталей нерівної товщини

3. Включаючі та вимикаючі пристрої однофазних машин змінного струму для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №2**

1. Сутність процесу зварювання тертям і область її застосування

2. Розрахунок зварювального трансформатора низькочастотних машин для контактного зварювання

3. Багатофакторний контроль при контактному зварюванні

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №3**

1. Джерела теплоти при точковому, рельєфній і шовному контактномузварюванні

2. Вибір режимів зварювання тертям

3.Ультразвуковий контроль з'єднань, виконуваних контактним зварюванням

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №4**

1. Сутність процесу дифузійного зварювання і область його застосування

2.Сваріваемость сталей аустенітного класу при точковому, рельєфному і шовному контактному зварюванні

3.Радіаціонний контроль зварних з'єднань виконаних контактним зварюванням

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №5**

1. Сутність процесу ультразвукового зварювання і область його застосування

2.Тепловие процеси при стиковому зварюванні оплавленням

3.Ізмереніе зварювального струму при контактному зварюванні

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №6**

1.Расчет зварювального струму при точковому контактному зварюванні

2.Вліяніе властивостей зварювальних металів на вибір параметрів режиму контактного зварювання

3.Оборудование для зварювання тертям

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №7**

1. Сутність холодного зварювання і область його застосування

2.Сваріваемость алюмінієвих сплавів при точковому, рельєфному і шовному контактному зварюванні

3.Конструктівние елементи машин контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №8**

1.Разновідності зварювання тертям

2.Источники теплоти при стиковому зварюванні

3. Основні характеристики машин рельєфного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р..

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

 **НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №9**

1.Фізичні основи дифузійногозварювання

2.Сваріваемость низьковуглецевих сталей при точковому, рельєфному і шовному контактному зварюванні

3.Основні характеристики машин шовного контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №10**

1.Інерційне зварювання тертям

2.Пластіческая деформація металу при стиковому зварюванні

3.Саморегулірованіе, навантажувальні і зовнішні характеристики машин контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №11**

1. Основні переваги та недоліки зварювання тертям

2. Зварюваність титанових сплавів при точковому, рельєфному і шовному контактному зварюванні

3.Електрична схема трифазної низькочастотної машини для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №12**

1. Сутність ударного зварювання розрядом конденсатора і область її застосування

2.Сварочний контур машин контактного зварювання

3.Ізмереніе інтервалів часу циклу при контактному зварюванні

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №13**

1.Стикове холодне зварювання

2.Образованіе залишкових напруг при точковому контактному зварюванні

3.Основні характеристики машин стикового зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №14**

1. Сутність точкового контактного зварювання і область її застосування

2.Матеріали для електродів контактного зварювання

3.Електричний схема контактної зварювальної машини з накопиченням енергії в конденсаторах

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

 **НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №15**

1. Сутність котактного рельєфного зварювання і область його застосування

2.Шунтірованіе струму при точковому контактному зварюванні

3.Способи і організація контролю при контактному зварюванні

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №16**

1. Сутність шовного контактного зварювання і область його застосування

2. Розрахунок трансформатора конденсаторних машин для контактного зварювання

3. Магнітні та електромагнітні методи контролю з'єднань, виконаних контактним зварюванням

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

 **НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №17**

1. Сутність стикового зварювання спротивом і область його застосування

2. Розрахунок трансформатора машин для контактного зварювання із випрямленням струму у вторинному контурі

3.Умови роботи з'єднання, виконаних контактним зварюванням

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

 Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №18**

1. Сутність стикового зварювання оплавленням і область її застосування

2.Електріческая схема однофазної машини змінного струму для контактного зварювання

3.Регулятори циклу зварювання однофазних контактних машин змінного струму

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №19**

1.Контактни опори при точковому, рельєфному і шовному зварюванні

2. Механізми стиснення машин стикового зварювання

3.Застосування ЕОМ в системах контролю і автоматичного управління процесами контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №20**

1. Власне опір деталей при точковому, рельєфному і шовному зварюванні

2. Механізми стиснення деталей і типи приводів машини контактного зварювання

3. Структурні схеми апаратури управління однофазних машин змінного струму для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

 Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №21**

1.Общій опір деталей при точковому, рельєфному і шовному зварюванні

2.Зажімни механізми і наполегливі пристосування машин стикового зварювання

3. Промислові роботи для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №22**

1.Температурниі і електричні поля при точковому, рельєфному і шовному зварюванні

2. Конструкції електродів для контактного зварювання

3.Структурна схема автоматичного пасивного контролю параметрів режиму при стиковому зварюванні оплавленням

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

 **НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №23**

1.Прізнакі класифікації контактного зварювання

2.Особенности процесу точкового і шовного контактного зварювання і його програмування

3.Расчет трансформатора однофазних машин змінного струму для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №24**

1.Роль пластічної деформації металу при точковому контактному зварюванні

2.Удаленіе поверхневих плівок при стиковому зварюванні

3.Схема регулювання вторинної напруги трансформатора для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №25**

1.Особенности об'ємної пластичної деформації при шовному та рельєфному контактному зварюванні

2.Електріческая схема трифазної машини для контактного зварювання із випрямленням струму у вторинному контурі

3.Общая характеристика засобів механізації та автоматизації при контактному зварюванні

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №26**

1.Перемещення рідкого металу ядра при точковому контактному зварюванні

2.Температура в контакті електрод -деталь і охолодження електродів при контактному зварюванні

3.Машіни-автомати і потокові лінії для контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

.

 **НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №27**

1.Механіческіе властивості металу в зварюваномуконтакті

2.Правка і механічна доробка зварних вузлів виконаних точковим, шовним та рельєфним контактним зварюванням

3.Назначеніе і структура апаратури управління обладнанням контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №28**

1.Схеми ультразвукового зварювання

2.Вибір способу зварювання, конструкції з'єднань і підготовка деталей до стикового зварюванні

3.Режіми роботи, основні знергетіческіе параметри машин контактного зварювання

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №29**

1.Картіна пластичних деформацій деталей при зварюванні тиском

2.Ізготовленіе і експлуатація електродів для контактного зварювання

3.Техніка безпеки при зварюванні тиском

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

 Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Спеціальність131 «Прикладна механіка» Семестр 6

Навчальний предмет «Технологія та устаткування зварювання тиском»

**ЕКЗЕМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №30**

1.Способами визначення електричних і теплових полів при точковому контактному зварюванні

2.Прічіни зниження корозійної стійкості з'єднань виконаних точковим і шовним контактним зварюванням

3. Класифікація машин для зварювання тиском

Затверджено на засіданні кафедри «Зварювання»

Протокол №6 від «16» січня 2020 р.

Зав. кафедрою Дмитрик В.В. Екзаменатор Сітніков Б.В.

**5.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

**Базова література**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. |  Кочергин К.А.Сварка давлением - Л.: Машиностроение, 1992. - 216с. |
| 2. |  Гельман А.С. Основы сварки давлением- М.: Машиностроение, 1980. - 312с. |
| 3. |  Орлов Б.Д., Чакалев А.А., Дмитриев Ю.В. Технология и оборудование контактной сварки- М.: .: Машиностроение,1986.- 352с. |

**Допоміжна література**

|  |  |
| --- | --- |
| 4. |  Лебедев В.К. Сварка трением.- М.: Машиностроение , 1987.- 240 с. |
| 5. |  Рыськова З.А. Трансформаторы для электрической контактной сварки.- М.: Машиностроение , 1990.- 435 с. |
| 6. |  Методичні вказівки до лабораторних робот за курсом "Технология и оборудование сварки давлением" - Харків: НТУ ХПІ, 2015. |