

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Ю.А.ГАСИЛО

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни
«КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ»
для студентів усіх форм навчання
напряму 6.050504 «Зварювання»

Затверджено редакційно-видавничою секцією
науково-методичної ради ДДТУ
« ___ » _____ 2015 р. протокол № _____

Дніпродзержинськ
2015

Конспект лекцій з дисципліни «Контроль якості зварювання» для студентів
напряму 6.050504 «Зварювання»/ Укладач Ю.А.Гасило. –
Дніпродзержинськ:ДДТУ, 2015 - 89 с.

Укладач: Ю.А.Гасило, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: зав. кафедрою ТУЗ: докт. техн. наук,
професор Камель Г.І.

Рецензент: доцент кафедри ОМТ , канд. техн. наук Самохвал В.М.

Затверджено на засіданні кафедри ТУЗ, протокол №__ від ____ 2015 р.

Коротка анотація видання: метою розробленого конспекту лекцій є надання студентам вищевказаної спеціальності необхідних знань та навичок з контролю якості зварних та паяних з'єднань, що повністю відповідає програмі, затвердженій Міністерством освіти і науки України.

Матеріал викладено з наведенням конкретних прикладів видів контролю, систем випробувань та дефектів швів, а також організацію служб технічного контролю з урахуванням інженерної підготовки фахівців.

ЗМІСТ

Тема 1. Поняття промислової продукції зварювального виробництва та її якості	
Тема 2. Методи визначення і нормування показників якості	
Тема 3. Система формування якості промислової продукції зварювального виробництва	
Тема 4. Система розробки і постановки продукції у виробництво	
Тема 5. Види контролю технічної документації	
Тема 6. Загальний і технологічний контроль технічної документації	
Тема 7. Метрологічна експертиза і нормоконтроль технічної документації	
Тема 8. Система технічного контролю у зварювальному виробництві	
Тема 9. Види і засоби технічного контролю	
Тема 10. Система випробувань у зварювальному виробництві	
Тема 11. Особливості організації технічного контролю у зварювальному виробництві	
Тема 12. Контроль основних матеріалів	
Тема 13. Контроль зварювальних матеріалів	
Тема 14. Контроль кваліфікації зварювальників	
Тема 15. Контроль зварювального устаткування	
Тема 16. Операційний контроль технологічного процесу	
Тема 17. Приймальний контроль зварних виробів	
Тема 18. Ремонт зварних з'єднань і контроль підварювань	
Тема 19. Загальні відомості про зварювальні дефекти	
Тема 20. Дефекти плавлення	
Тема 21. Дефекти контактного зварювання	
Тема 22. Вибір методів дефектоскопії зварних з'єднань	
Тема 23. Вплив дефектов-несуцільностей на працездатність	

зварних з'єднань	
Тема 24. Норми дефектності і категорії відповідальності зварних з'єднань	
Тема 25. Експлуатаційний контроль зварних з'єднань	
Тема 26. Використання методів не руйнуючого контролю у структуроскопії, товщинометрії та інтроскопії зварних виробів	
Тема 27. Організація служби технічного контролю	
Тема 28. Технічна документація контролю	
Тема 29. Статистичні методи контролю	
Тема 30. Організація праці персоналу відділу технічного контролю	
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	

Тема 1 ПОНЯТТЯ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЇЇ ЯКОСТІ

Промислова продукція - кінцевий результат діяльності промислових підприємств. Результатом діяльності підприємств зварювального виробництва є зварні вироби. Продукція зварного виробництва характеризується наступними особливостями:

- різноманіттям номенклатури, типів і розмірів;
- високими вимогами до якості зварних з'єднань;
- випуском зварних виробів підприємствами машинобудування і приладобудування з різним технічним рівнем і серійністю виробництва;
- необхідністю атестації технологічних процесів зварювання, технологічного, контрольного і випробувального устаткування;
- потребою високої кваліфікації робітників і фахівців зварювального виробництва

.Великогабаритні зварні вироби (каркасно-листові, оболонкові, рамні, балочні) складові основи механізмів, споруд або машин, часто називають *зварними конструкціями*. Наприклад, до зварних конструкцій відносяться кузови автомобілів, фюзеляжі літаків і так далі

Зварні конструкції умовно розділяють на вузли. Вузлом називають частину зварної конструкції, що складається з двох або декількох зварюваних елементів. Окремі частини машин або механізмів, отримані зварюванням і виконуючі самостійні функції, називаються *зварними деталями*. Наприклад, до зварних деталей відносяться осі і вали автомобілів і так далі

До зварних виробів пред'являють певні вимоги від виконання яких залежить їх якість і придатність до експлуатації. Якість зварних виробів є комплексним поняттям і представляє сукупність певних характеристик. Окремі характеристики продукції об'єднуються в групи або *показники якості*. Показники якості залежно від характеру вирішуваних завдань класифікуються

по різних ознаках (ГОСТ 22851-87). Розрізняють наступні групи показників якості: призначення, надійності, технологічності і ін.

Стосовно зварних конструкцій (виробів), у яких застосовують нероз'ємні з'єднання, значення мають показники призначення і надійності.

Показники призначення обумовлюють галузь практичного використання продукції і характеризуються експлуатаційними (службовими) характеристиками виробів.

Показники надійності характеризують властивість продукції виконувати задані функції і зберігати при цьому експлуатаційні характеристики в заданих межах.

До показників призначення, наприклад паливного бака, відносяться об'єм робочої рідини і її максимальний тиск в ньому.

Показники призначення зварних виробів визначатимуть властивості зварних з'єднань і характеризуватимуться їх показниками якості. При визначенні показників якості зварних з'єднань рекомендується вибирати найнеобхідніші і найважливіші властивості. До їх числа наприклад, для паливного бака, відносять міцність і герметичність.

До властивостей зварних з'єднань відносять також пластичність, корозійну стійкість, зносостійкість та ін.

Ці властивості визначатимуть вимоги до зварних з'єднань, які забезпечуються певними конструктивними і технологічними характеристиками зварного з'єднання. До конструктивних характеристик відносять форму і геометричні розміри зварного шва і зварних точок.

До технологічних характеристик відносять рівень залишкових напружень, величину деформацій, розміри і кількість дефектів і так далі

Перераховані характеристики в сукупності визначають якість зварних з'єднань і є основою для оптимізації технологічного процесу, під якою розуміють знаходження якнайкращого технологічного вирішення здійснення процесу, що забезпечує якість і надійність зварних виробів.

До показників надійності виробів і зварних з'єднань відносяться:

- безвідмовність;
- ремонтпридатність.

Безвідмовність - властивість зварного з'єднання зберігати працездатність протягом певного періоду часу при заданих умовах експлуатації. Працездатність зварних з'єднань характеризується збереженням їх властивостей, встановлених нормативно-технічною документацією.

Під *відмовою* розуміють подію, що полягає в порушенні працездатності, тобто у виході хоч би однієї контрольованої характеристики за допустимі межі.

Довговічність - властивість зварного з'єднання зберігати працездатність до наступного стану, коли неможлива подальша експлуатація зварного виробу.

Ремонтпридатність - властивість зварного з'єднання, що полягає в можливості його ремонту і усунення виниклих дефектів у процесі експлуатації.

Надійність, узята окремо, ще не означає технічної досконалості виробу, оскільки вона може мати низькі технічні характеристики. З іншого боку, виконані згідно технічних характеристик виробу не забезпечуються необхідною надійністю. У зв'язку з цим і вводиться поняття *працездатності*, що оцінюється в сукупності показників потужності, герметичності і ін.

Таким чином, якість зварних виробів визначається сукупністю властивостей зварних з'єднань.

Тема 2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ І НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ

Показники якості зварних з'єднань поділяють на *кількісні* і *якісні*. При визначенні кількісних показників використовують вимірювальний метод, заснований на прямих вимірюваннях контрольованих характеристик (наприклад, вимірювання ширини шва). Кількісні показники можуть бути визначені і розрахунковим шляхом. Цей метод заснований на визначенні по теоретичних або експериментальних залежностей показників якості від основних вимірюваних характеристик. Наприклад, визначення межі міцності

зварного з'єднання згідно вимірюваних прямими методами граничному навантаженню і площі поперечного перетину шва.

При оцінці якості зварних з'єднань використовують і якісні показники. Наприклад, ступінь окислення поверхні зварного шва (по наявності кольорів побіжалості на поверхні зварного шва). В цьому випадку використовують реєстраційний метод, заснований на спостереженні і аналізі зорового сприйняття інформації. Точність визначення якісних показників залежить від накопиченого досвіду, кваліфікації і здібності фахівця, який виконує оцінювання.

При реєстраційному методі зазвичай використовують еталони або спеціальні стандартні шкали з бальним номером вираження показника якості. Наприклад, при оцінці забрудненості сталі неметалічними включеннями. Оглядають протруєні шліфи зварних з'єднань у мікроскоп і візуально порівнюють виявлені включення із стандартною шкалою, яка є п'ятибальною. Із збільшенням номера (балу) зростає забрудненість сталі неметалічними включеннями.

При оцінці окисленості зварного шва використовують еталони зварних з'єднань з недопустимим ступенем окислення.

При визначенні номенклатури показників якості і розробці шкал оцінок, використовують експертний метод, заснований на думці групи експертів-фахівців. Щоб отримати експертним методом достатньо точні результати, необхідно застосовувати заходи із зменшення їх суб'єктивності, властивих цьому методу. Тому при обробці думок експертів використовують методи математичної статистики, що займається питаннями , обробки і аналізу результатів спостережень.

Оцінку якості промислової продукції проводять шляхом її контролю, тобто перевірки відповідності контрольованих показників заданим вимогам або нормам, встановленим нормативно-технічною документацією (НТД). НТД включає стандарти, технічні умови, креслення виробів, технологічні карти і виробничі інструкції.

Контроль необхідний, оскільки при виготовленні продукції виникають виробничі погрішності, обумовлені дією різних чинників. Отримані таким чином результати при контролі відхилень від норм і вимог дозволяють керівникам виробництва приймати рішення про необхідність зміни технологічних процесів шляхом використання управляючих дій. За допомогою цих дій забезпечують необхідні показники якості і їх стабільність.

Нормування вимог до контрольованих характеристик є необхідною умовою забезпечення необхідного рівня якості промислової продукції. Приймаючи за χ_i контролюємому характеристику, нормування проводять, або по найменшому значенню χ_{\min} , або найбільшому χ_{\max} , або одночасно по найменшому і найбільшому значеннях.

$$X_i < X_{i \max} ; X_i > X_{i \min} ; X_{i \min} < X_i < X_{i \max}$$

Наприклад, в першому випадку глибина відбитку при точковому контактному зварюванні має бути меншою встановленого найбільшого значення. У другому випадку, як приклад, можна привести крок (відстань) між зварювальними точками, який має бути більше встановленого найменшого значення. У третьому випадку прикладом є діаметр литого ядра. При діаметрах ядра менше мінімального має місце непровар, а при діаметрах ядра більше максимального фіксують виплеск. Непровар і виплеск є неприпустимими дефектами контактного зварювання.

Таким чином, нормування встановлює допустимі межі зміни контролюємої характеристики. Ці значення відображають конкретні вимоги до зварних з'єднань, які встановлюють на основі експериментальних досліджень і випробувань, застосування методів статистичного аналізу і обробки експериментальних даних і побудови статичних закономірностей контрольованих показників.

У виробничій практиці, наприклад, при випробуванні і оцінці якості зварних з'єднань використовують як абсолютні, так і відносні показники. До

відносних показників якості можна віднести, наприклад, коефіцієнт міцності зварного з'єднання:

$$K_{\sigma} = \sigma_{\text{Взв.з'єд}} / \sigma_{\text{Восн.з'єд}}$$

де: $K_{\sigma} = \sigma_{\text{Взв.з'єд}}$ - межа міцності зварного з'єднання,
 $\sigma_{\text{Восн.з'єд}}$ - межа міцності основного металу.

Відносні характеристики також нормують. Так, коефіцієнт міцності зварного з'єднання не може бути менше встановленого значення. Такі обмеження задаються в залежності від конкретних технічних вимог. Вихід за встановлені обмеження вважається як невідповідність вимогам, що пред'являються.

У зв'язку з тим, що реальна кількість контрольованих показників велика, то при оцінці якості продукції вводиться таке поняття як рівень якості. Під *рівнем якості* розуміють характеристику якості продукції, засновану на порівнянні сукупності її одиничних показників якості з відповідною сукупністю нормативних (базових) показників. Співставляючи одиничні і нормативні показники якості, приймають рішення про рівень якості продукції.

Вибір необхідної і достатньої номенклатури показників якості зварних виробів і формування вимог до їх якості залежить від специфіки і умов експлуатації зварних виробів і встановлюється відповідними галузевими стандартами і виробничими методиками та інструкціями.

Розробкою загальних теоретичних основ і методів кількісної оцінки показників якості продукції займається наука, що називається *кваліметрією*.

Тема 3 СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Система формування якості промислової продукції зварювального виробництва охоплює п'ять основних стадій життєвого циклу продукції:

1) Стадія проектування включає науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи (НДР і ДКР) по проектуванню зварних виробів і

розробці директивних технологічних матеріалів (ДТМ, РТМ). На цій стадії прогнозується технічний рівень продукції, що випускається, і визначається її відповідність сучасному рівню розвитку техніки і технології. і здійснюється контроль технічної документації, що розробляється.

2) На стадії впровадження здійснюється технологічна підготовка виробництва і ведуться роботи з відладки технології при випуску дослідних зразків або встановочної серії. Основою технологічної підготовки виробництва є розробка робочої технологічної документації і проектування технологічного оснащення.

На цій стадії контролюється розроблена технологічна документація і конструкторська документація на оснащення.

3) Стадія серійного виробництва передбачає організацію певної системи виробничого контролю, що включає контроль матеріалів, що поставляються, і напівфабрикатів, рівня підготовки виробничого і персоналу, технічного стану обладнання, контроль технологічного процесу виготовлення і випробування зварних виробів. На цій стадії здійснюють заходи щодо управління технологічним процесом з метою усунення виникаючих відхилень. Контроль на стадії серійного виробництва забезпечує планований рівень якості продукції, що випускається.

4) На стадії звернення контролюють умови зберігання продукції і її транспортування з метою збереження всіх показників якості, закладених в продукцію на попередніх стадіях.

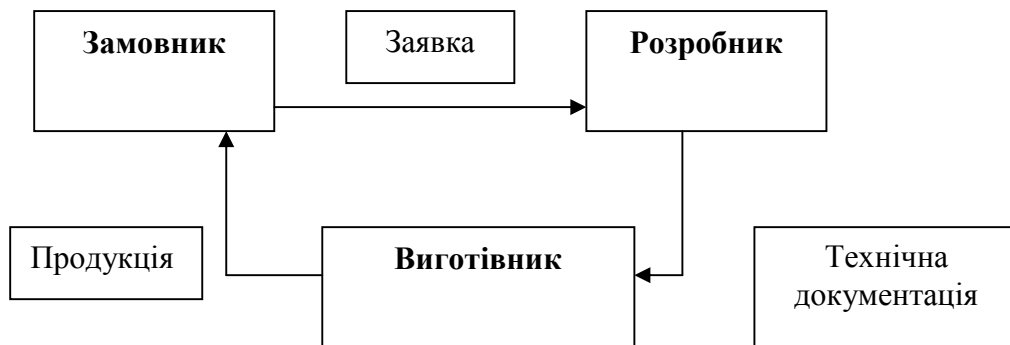
5) Стадія експлуатації передбачає організацію певної системи технічного обслуговування і ремонту зварних виробів з метою підтримки високого рівня їх якості. Для цього необхідний експлуатаційний контроль. Контроль проводиться і після ремонту зварних з'єднань.

Аналіз приведеної системи показує, що якість продукції формується і складається з суми якостей продукції на кожній стадії її життєвого циклу. Така система формування якості є частиною загальної системи якості, яка

передбачає контроль всіх елементів, що забезпечують її функціонування і відповідних вимогам міжнародних стандартів серії ISO -9000.

Тема 4 СИСТЕМА РОЗРОБКИ І ПОСТАНОВКИ ПРОДУКЦІЇ У ВИРОБНИЦТВО

Система розробки і постановки продукції у виробництво встановлює порядок виготовлення нової продукції, здійснюваної на основі господарських договорів між замовником, розробником і виготівником. Взаємодія організацій-виконавців при розробці і поставки продукції у виробництво здійснюється по схемі



Приведена схема у загальному випадку відображає порядок створення продукції. При цьому замовник формує заявку на розробку продукції, в якій визначає цільове призначення, сферу застосування, технічні вимоги, тип і характеристики виробництва, розробник створює нормативно-технічну документацію (НТД) на продукцію, що виготовляється, а виготівник випускає продукцію і несе відповідальність за відповідність її НТД.

Запуску продукції у виробництво передують велика і трудомістка підготовча робота, яка охоплює дві стадії життєвого циклу продукції (проективання і впровадження). Результатом цієї роботи є розробка технічної документації, що включає конструкторську документацію на виріб і технологічне оснащення, і технологічну документацію на технологію його виготовлення, а також відладку і освоєння технологічного процесу та випуск встановлюючої серії виробів в цехах підприємства-виготівника продукції.

Порядок розробки і постановки продукції у зварювальному виробництві передбачає декілька етапів робіт, деякі з яких виконуються послідовно, а інші паралельно. Ці етапи конкретизуються блок-схемою, приведеною нижче.

Початок розробки починається з видачі технічного завдання (ТЗ). ТЗ містить початкові дані, необхідні для створення зварного виробу. Воно є основним документом, встановлюючим призначення виробу, його технічні показники і обсяг випуску. ТЗ встановлює вимоги до матеріалу виробу, його зварних з'єднань і технології виготовлення. На основі ТЗ конструктор вибирає матеріал і розробляє технічну пропозицію на виріб. Технічна пропозиція передбачає розробку варіантів зварних виробів, що відрізняються конструктивним виконанням і використання різних технологічних процесів, способів зварювання. Потім починається конструкторське проектування виробу. Воно включає послідовно етапи розробки ескізного, технічного і робочого проектів.



Етап ескізного проектування передбачає розробку компоновочного креслення зварного виробу і розчленовування його на вузли, що самостійно виготовляються, підвузли. Результатом розробки ескізних проектів є остаточний вибір принципів конструкторських рішень проектного виробу.

Паралельно ескізного проектуванню видається ТЗ на проектування технології виготовлення виробу, розробка якої здійснюється в два етапи. На першому етапі розробляється директивна технологія, що передбачає вибір вискоефективних технологічних процесів виробництва, включаючи і способи зварювання. Другий етап полягає у проектуванні робочої технології виготовлення виробу.

На етапі технічного проекту виробу виконуються креслення його окремих вузлів, а також креслення найбільш трудомістких і металоємних деталей. На етапі технічного проекту вирішуються питання з відпрацювання конструкції виробу на технологічність. Вона передбачає аналіз витрат праці, засобів, матеріалів і часу при виборі оптимальних технологічних рішень виготовлення виробів і способу зварювання конкретних з'єднань.

На етапі робочого проекту виробів розробляють робочі креслення окремих деталей, визначають технічні умови на матеріали, проводиться оцінка технічного рівня спроектованого виробу.

Після розробки конструкторської документації починається робота з технологічної підготовки виробництва, яка передбачає другий етап створення технологічного процесу, що включає розробку робочої технологічної документації.

Паралельно з розробкою технологічної документації виконується проектування і виготовлення технологічного оснащення, а також проектування виробничого цеху або дільниці. Відпрацювання технологічної документації і остаточне коректування конструкторської документації виконується виходячи з практики виготовлення і випробування зразка.

Для освоєння випуску спроектованого виробу на підприємстві-виготівнику створюються відповідні цехи або дільниці, на яких проводиться відладка виробництва при випуску і випробуванні установочної серії виробів (першої промислової партії).

Таким чином, розробка зварної конструкції і технології її виготовлення є комплексним завданням, що вирішується спільно конструкторами і технологами протягом всього процесу проектування і впровадження продукції в серійне виробництво.

Тема 5 ВИДИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Контроль технічної документації є першим етапом системи контролю якості промислової продукції.

Технічна документація включає:

- конструкторську документацію на продукцію;
- технологічну документацію на технологію виготовлення;
- конструкторську документацію на технологічне оснащення і на нестандартне обладнання;
- технічну документацію на контроль;
- технічну документацію на експлуатацію і ремонт.

До конструкторських документів відносять:

- складальні креслення;
- креслення окремих вузлів і деталей;
- специфікації;
- ТУ на виготовлення;
- розрахунки і ін.

До технологічних документів відносять:

- технологічні карти;
- карти ескізів і схем з графічною ілюстрацією технологічного процесу;

- технологічні (виробничі) інструкції з описом конкретних прийомів і способів виконання технологічних (виробничих) операцій і ін.

Контроль технічної документації здійснюється в певній послідовності і включає наступні види.

Вид контролю	Призначення контролю	Виконавці
Загальний	Перевірка технічної документації на відповідність встановленим технічним вимогам	Контрольна бригада ОКБ
Технологічний	Перевірка технічної документації на технологічність і контролепридатність	Група технологів ОКБ
Метрологічна експертиза	Перевірка відповідності технічної документації вимогам метрології	Метрологи ОКБ
Нормоконтроль	Перевірка відповідності технічної документації вимогам стандартів	Нормоконтролери ОКБ

Технічна документація визначає по суті основи технологічних процесів і організацію виробництва, оскільки технічний рівень і якість виробів багато в чому зумовлюються прогресивністю наукових ідей і якістю конструктивних і технологічних рішень використовуваних в роботі над створенням нових виробів. Тому контроль технічної документації має бути виконаний на високому рівні. Після кожного виду контролю документація підписується відповідними виконавцями. Після затвердження документація передається у виробництво.

Тема 6 ЗАГАЛЬНИЙ І ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Загальний контроль включає перевірку точності зображення деталей і вузлів зварної конструкції, їх розмірів, обґрунтованості вибору допусків і посадок, точності і чистоти обробки і так далі.

Технологічний контроль є основою створення технічно сучасних і економічно доцільних (тобто технологічних) зварних виробів у процесі їх виготовлення і експлуатації. Створення технологічних зварних виробів

забезпечують шляхом контролю конструкторської документації на технологічність.

Технологічність виробу відображає сукупність його властивостей, які виявляються у можливості мінімізації витрат праці, засобів, матеріалів і часу при виробництві та експлуатації. На стадії проектування зварних виробів рівень технологічності повинен оцінюватися по всій сукупності її показників, що охоплюють заготовчу, оброблювальну, складально-зварювальну і післязварювальну стадії виробництва, а також експлуатацію. Технологічність конструкції, таким чином, включає поняття виробничої і експлуатаційної технологічності. Виробнича технологічність визначається стосовно виготовлення, а експлуатаційна технологічність – стосовно виконання технічного обслуговування і ремонту виробів в процесі їх експлуатації.

І в тому, і іншому випадку проблема технологічності за своїм змістом щонайтіснішим чином пов'язана з проблемою забезпечення раціонального використання трудових і матеріальних ресурсів та устаткування.

При контролі і відпрацюванні виробів на виробничу технологічність приділяють увагу наступним чинникам:

- 1) Вибір матеріалу і аналіз його фізико-хімічних властивостей;
- 2) Використання початкових заготовок і деталей простої форми, виконаних з листового і фасонного прокату, гнутих і штампованих елементів;
- 3) Схема розчленовування зварних конструкцій на вузли, визначення мінімальної кількості з'єднань, забезпечення доступу інструменту до зони зварювання, схема складання;
- 4) Вибір типу і розмірів зварних з'єднань;
- 5) Вибір способів зварювання, виходячи з аналізу їх технічних можливостей і технологічних особливостей;
- 6) Забезпечення точності виготовлення зварних конструкцій (розробка технологічних заходів, що забезпечують мінімальні напруження і деформації).

Основними кількісними показниками, що характеризують рівень технологічності виробів, є:

- трудоємкість;
- собівартість;
- матеріалоємність.

Під *трудоємкістю* розуміють витрати праці на виготовлення даного виробу.

Під *матеріалоємністю* розуміють не тільки витрати на матеріал, необхідні для виготовлення одиниці виробу, але і масу відходів при виготовленні продукції. При цьому вводиться коефіцієнт використання матеріалів (КВМ).

$$\text{КВМ} = (\text{маса виробу}) / (\text{маса всього витраченого матеріалу})$$

Під *собівартістю* розуміють суму матеріальних витрат на виробництво виробів по всіх витратних статтях виготовлення продукції.

Перераховані показники розраховуються і порівнюються з нормативними (базовими) показниками.

Після передачі конструкторської документації у виробництво, відповідальність за відповідність фактичних показників технологічності розрахунковим, несе технологічна служба підприємства-виготівника продукції.

Стосовно зварювального виробництва зварний виріб вважається технологічним, якщо він сконструйований з такої кількості елементів, з отриманням ним таких розмірів і форм, та з використанням таких марок матеріалів, технології, типів устаткування і технологічного оснащення, методів організації і управління виробництвом, які при заданій програмі випуску і повному дотриманні експлуатаційних характеристик виробу забезпечують його просте і економічне виготовлення.

При відпрацюванні зварних виробів на технологічність необхідно враховувати ряд загальних вимог:

- технологічність виробів в значній мірі залежить від програми випуску, типу зварювального виробництва (одиничне, серійне, великосерійне і масове) і специфіки підприємства-виготівника;

- технологічність окремих елементів або вузлів конструкції повинна розглядатися з технологічністю виробу в цілому;
- відпрацювання технологічності конструкції необхідно розглядати як комплексне завдання, що враховує вимоги до всіх стадій виробничого процесу, починаючи від заготовок і кінчаючи випробуванням готових виробів, а також до стадії їх експлуатації;
- при відпрацюванні технологічності виробів необхідно виходити з обліку передового досвіду і показників найбільш високого технологічного рівня, досягнутого в зварювальному виробництві.
- контроль технічної документації і відпрацювання виробів на технологічність мають бути безперервним процесом, що починається з моменту розробки ескізного проекту і продовжується на всіх стадіях проектування і виготовлення дослідних зразків і встановочних серій виробів.

Складовою частиною аналізу конструкції на технологічність є оцінка її контролепридатності.

Контролепридатність - сукупність властивостей виробів, що забезпечують можливість контролю зварних з'єднань одним або декількома методами неруйнуючого контролю і інструментальну доступність до контрольованих зон зварних з'єднань.

Конструктор розробляє технічну документацію на контроль, включаючи визначення і складання переліку контрольованих зварних з'єднань, методи, що рекомендуються, і засоби контролю, критерії бракування виробів.

Роботи по забезпеченню контролепридатності і створенню технічної документації з контролю конструктор виконує спільно з технологами, фахівцями-дефектоскопістами і експлуатаційниками. На основі аналізу розрахункових напружень, результатів випробувань дослідних зразків, а також з урахуванням статистики відмов при експлуатації виробів конструктор визначає високонавантажені деталі і вузли, зони концентраторів напружень і можливих руйнувань, методи контролю виробів при експлуатації. При цьому

ставка робиться не тільки на виявлення дефектів готових виробів, але і на профілактику (запобігання) відмов зварних виробів при експлуатації.

При контролі технічної документації контролюють встановлені норми допустимих дефектів на конкретні види продукції. Норми встановлюють залежно від ступеня категорії зварних з'єднань.

У різних галузях промисловості, як правило, існує три категорії відповідальності зварних виробів.

1 (перша) - найвища. Для першої категорії відповідальності зварних з'єднань встановлюються найжорсткіші норми дефектності, оскільки з'єднання працюють у дуже складних експлуатаційних умовах.

Вироби 2 (другий) і 3 (третьою) категорій відповідальності працюють в менш напружених умовах і тому норми дефектності знижуються.

Тема 7 МЕТРОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА І НОРМОКОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Основною метою метрологічної експертизи є аналіз і оцінка технічних рішень по вибору параметрів, що підлягають вимірюванню, встановленню норм точності і забезпеченню методами і засобами вимірювань технологічного процесу виготовлення продукції, що підлягає випуску.

У завдання метрологічної експертизи технічної документації входять:

- встановлення правильності метрологічних термінів і найменування фізичних величин і їх одиниць;
- визначення номенклатури контрольованих (вимірюваних) параметрів;
- оцінка правильності вибирання засобів і методів вимірювань заданому рівню точності і ін.

Для метрологічної експертизи технічної документації мають бути розроблені нормативно-технічні документи, що визначають метрологічні правила і норми у вигляді стандартів.

У виробництві зварних виробів номенклатуру контрольованих параметрів можна об'єднати у чотири групи:

1. Параметри, що характеризують якість продукції на всіх стадіях технологічного процесу, починаючи від початкового матеріалу і кінчаючи готовою продукцією;

2. Параметри, що характеризують метрологічні характеристики використовуваного технологічного устаткування. Від точності характеристик технологічного устаткування залежить точність розмірів виробів, що виготовляються.

3. Параметри, що характеризують режим роботи технологічного устаткування. Від стабільності підтримання заданих режимів залежить якість продукції.

4. Параметри, що характеризують умови виконання технологічних процесів, норми безпеки праці і охорони навколишнього середовища (вологість, температура і ін.).

Метрологічну експертизу проводить експерт-метролог на підставі переліку технічних документів, що підлягають експертизі і затверджених керівником підприємства-розробника технічної документації. Експертиза проводиться по мірі розробки технічних документів. Експерт повинен мати в своєму розпорядженні необхідну інформацію і рекомендації по проведенню цього контролю.

Нормоконтроль (контроль стандартизації) - контроль технічної документації на дотримання в ній норм і правил, встановлених комплексами державних стандартів (ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП).

ЕСКД встановлює види конструкторських документів (складальні креслення, креслення деталей, специфікації), стадії їх розробки (ескізне проектування, технічне проектування, робоче проектування), загальні правила їх оформлення і виконання, а також зберігання, розмноження і обліку.

ЕСТД встановлює види (маршрутна карта, директивна карта, операційна карта) і форми технологічних документів, правила їх оформлення, терміни і визначення, правила зберігання, розмноження і обліку.

ЕСТПП встановлює єдині правила з організації і технологічній підготовці виробництва, що передбачає застосування типових технологічних процесів, стандартного технологічного оснащення, засобів механізації, автоматизації і ін.

Контроль технічної документації на відповідність ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП дозволяє збільшити рівень типізації технологічного процесу і використання уніфікованих технологічних документів, а також дозволяє забезпечити підготовку виробництва до серійного випуску продукції в мінімальні терміни і забезпеченні якості продукції, що випускається.

Під *уніфікацією* розуміють приведення виробів і документів до одноманітності на основі встановлення раціональної кількості їх різновидів. Уніфікація є одним з ефективних засобів зниження витрат часу і ресурсів при розробці конструкторської і технологічної документації, потрібних для виготовлення виробу, за рахунок скорочення її кількості. Уніфікація також знижує потрібну кількість технологічного оснащення, підвищує серійність деталей і складальних одиниць і забезпечує зниження трудомісткості і собівартості виготовлення.

Типізація - метод уніфікації, що полягає в розробці типових рішень для застосування їх при створенні нових виробів, процесів або проведенні відповідних робіт.

Як правило, нормоконтроль технічної документації здійснюється нормоконтролерами служби стандартизації підприємства. Нормоконтроль є завершуючим етапом розробки технічної документації.

Всі види контролю технічної документації рекомендується проводити на робочих місцях контролерів-виконавців. У процесі розробки технічних документів консультації контролерів-виконавців, відповідних видів контролю, можуть проводитися і на робочих місцях розробників документації.

У випадку невідповідності результатів кожного з видів контролю технічної документації встановленим вимогам оформляються експертні висновки і протоколи узгодження, куди вносяться всі зауваження і пропозиції про необхідність внесення змін в технічну документацію.

Після доопрацювання технічних документів і виконання заходів щодо усунення зауважень проводиться повторний їх контроль і дається загальний висновок по контролю. При відсутності зауважень технічна документація підписується виконавцями всіх видів контролю, затверджується керівництвом підприємства-розробника і передається підприємству виготівникові.

Тема 8 СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Найважливішою функцією системи організації виробництва продукції підприємством-виготівником є її технічний контроль, під яким розуміють перевірку відповідності об'єкту контролю встановленим технічним вимогам.

Система технічного контролю передбачає організацію на підприємстві служби технічного контролю, яка разом з технологічними службами повинна забезпечувати високу якість продукції, що випускається.

Система технічного контролю включає наступні основні елементи:

- об'єкт контролю;
- метод і засоби контролю;
- виконавці;
- технічна документація.
-

Під об'єктом контролю розуміють продукцію на тій або іншій стадії технологічного процесу, засоби виробництва і технологічні процеси.

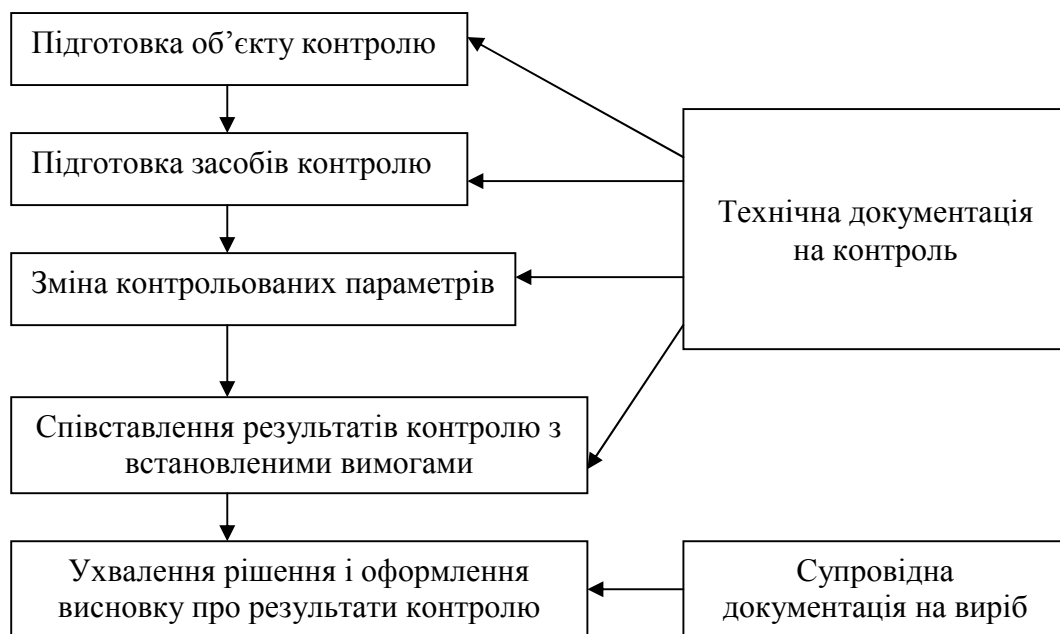
Метод контролю – це сукупність певних принципів і правил виконання контролю.

До засобів контролю відносять контрольні-вимірювальні прилади, інструменти, апаратуру, матеріали, вживані при контролі (наприклад, рентгенівська плівка).

Під виконавцями контролю розуміють фахівців відділу технічного контролю (ВТК) і працівників центральної заводської лабораторії (ЦЗЛ), що займаються перевіркою і ремонтом засобів вимірювання.

При технічному контролі виявляють відхилення об'єкту контролю від встановлених вимог НТД (нормативно-технічної документації).

Технічний контроль проводиться відповідно до технічної документації і виконується згідно правил, встановлених стандартом підприємства. Алгоритм виконання операції контролю представлений на схемі.



Аналіз приведеної схеми показує, що суть технічного контролю визначається виконанням двох наступних функцій:

- отримання інформації про фактичний стан об'єкту контролю, його контролюємих параметрів і показників якості (цю інформацію називають первинною);
- зіставлення первинної інформації із встановленими вимогами, критеріями і нормами (інформація про відхилення фактичних параметрів і показників якості від заданих називається вторинною).

Вторинна інформація використовується для вироблення рішення, що управляє, направлено на об'єкт контролю. При цьому вирішується головне завдання управління якістю - зведення до мінімуму або повного усунення виявлених відхилень в ході технологічного процесу виготовлення продукції.

Окрім відмічених, до інших понять, використовуваних при контролі відносяться:

- об'єм контролю - відношення загальної кількості проконтрольованих об'єктів до загальної кількості виготовлених;
- тривалість контролю - час, необхідний для його підготовки, проведення і аналізу результатів;
- вартість контролю - матеріальні витрати на проведення контролю;
- контрольований параметр - кількісна або якісна характеристика об'єкту контролю;
- достовірність контролю - вірогідність відповідності фактичних результатів дійсним значенням контрольованих ознак.

Тема 9 ВИДИ І ЗАСОБИ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Залежно від вимог до зварних з'єднань і категорії їх відповідальності встановлюється певна система організації контролю продукції на підприємстві. У основу цієї системи покладена класифікація видів технічного контролю за окремими ознаками.

- 1) По стадіях технологічного процесу контроль розділяють на:
 - А) вхідний (попередній);
 - Б) операційний (поточний);
 - В) остаточний (готової продукції).

До вхідного контролю пред'являють основний і зварювальний матеріали (присадочний дріт, флюси, гази, електроди), напівфабрикати і комплектуючі. Під терміном попередній контроль розуміють не тільки перевірку матеріалу, але і працездатність зварювального обладнання і кваліфікації виконавців робіт.

Операційному контролю піддають технологічні процеси з окремих операцій маршрутної технології після її завершення або під час виконання.

2) За об'ємом контрольованою продукції:

А) суцільний;

Б) вибірковий.

Суцільний контроль виконують для відповідальних зварних конструкцій.

Вибірковий –

при контролі виробів великосерійного і масового виробництва.

3) По місцю проведення контролю:

А) стаціонарний;

Б) рухомий.

Стаціонарний контроль проводиться на спеціальному обладнаному контрольному пункті або у спеціальному приміщенні (наприклад, рентгеноконтроль виконують в ізольованих боксах).

Рухомий контроль проводиться безпосередньо на робочому місці (наприклад, ультразвуковий контроль)

4) По характеру контролю:

А) інспекційний;

Б) летючий.

Під інспекційним контролем розуміють вибірковий контроль продукції спеціальними особами (інспекторами) для додаткової перевірки якості проконтрольованої продукції.

Летючий контроль виконується з довільною періодичністю, носить інспекційний характер і виконується працівниками ВТК. При цьому контролюється дотримання технологічних процесів (контроль технологічної дисципліни), наприклад, послідовність виконання швів, дотримання правил зберігання і умов транспортування виробів на відповідність вимогам технічної документації.

При перевірці дотримання технологічного процесу особлива увага приділяється раціональній організації робочих місць, яка припускає наявність

необхідної технологічної документації, оснащення і контрольно-вимірювальних приладів і інструменту їх стану, дотримання правил і норм техніки безпеки, стан робочого місця і відповідність його вимогам технологічної документації. Таку перевірку часто називають контролем виробничої дисципліни.

5) По меті контролю:

- А) приймальний;
- Б) статистичний.

Приймальний контроль має відбраковочний характер і проводиться з метою відділення якісної продукції від браку. Статистичний контроль використовується у великосерійному і масовому виробництві в системі управління якістю продукції. Статистичний контроль є засобом профілактичної дії на хід технологічного процесу з метою його корегування і виключень появи браку.

б) По можливості використання проконтрольованої продукції:

- А) руйнівний;
- Б) неруйнуючий.

Руйнівний контроль застосовують для отримання контрольованих кількісних показників продукції. У деяких випадках контроль проводять з частковим порушенням цілосності матеріалу виробу, тобто шляхом випробувань без руйнування виробу.

Неруйнуючий контроль не робить впливу на цілісність продукції і побічно характеризує її якість.

7) По засобах контролю і отримання інформації:

- А) візуальний;
- Б) інструментальний.

Візуальному контролю піддають 100% виробів.

Інструментальний контроль є досконалішим, оскільки здійснюється за допомогою різноманітних технічних засобів контролю.

Технічні засоби контролю можна розділити на наступні групи.

1) По характеру вимірювання контрольованого параметру:

- А) контрольно-вимірювальні інструменти і прилади;
- Б) контрольно-сортуючі пристрої.

Контрольно-вимірювальні засоби є основними засобами контролю. Контрольно-сортуючі засоби призначені для сортування об'єктів контролю по двох групах: придатний, непридатний; або по декількох групах, виходячи, наприклад, з геометричних розмірів.

2) По ступеню дії на хід технологічного процесу:

- А) засоби пасивного контролю;
- Б) засоби активного контролю.

Засоби пасивного контролю відносяться до звичайних контрольно-вимірювальних засобів, що фіксують отриманий результат або контрольно-сортуючим пристроям. Засоби активного контролю вбудовуються в технологічне устаткування і використовуються для безпосереднього управління технологічними процесами. Досягнувши граничних значень контролюємих параметрів, ці пристрої автоматично управляють режимом роботи обладнання, забезпечують задану точність, і мають значно більшу ефективність попередження браку.

3) По ступеню автоматизації:

- А) ручні;
- Б) механізовані;
- В) автоматичні.

Засоби ручного контролю використовують там, де застосування механізованих автоматичних контрольних пристроїв затруднене або практично неможливе. Ефективність використання автоматичних контролюючих пристроїв обумовлено можливістю отримання документу або протоколювання результатів контролю. При використанні механізованих засобів контролю протоколювання результатів контролю здійснює контролер.

Тема 10 СИСТЕМА ВИПРОБУВАНЬ В ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Випробування є особливим видом контролю, оскільки по їх результатах оцінюється якість продукції і можливість її використання за призначенням.

Програма випробувань включає дані про об'єкт випробувань, мету і завдання випробувань, номенклатуру контрольованих параметрів, вигляд і об'єм випробовуваних зразків, умови, організацію і порядок оформлення результатів випробувань.

Випробування проводяться на різних стадіях життєвого циклу продукції і включають:

- Дослідницькі випробування (стадія проектування);
- Доводочні і приймальні випробування (стадія впровадження);
- Випробування при вхідному контролі, операційному контролі, типові випробування, приймально-здавальні випробування (стадія серійного виробництва);
- Приймально-здавальні післяремонтні випробування (стадія експлуатації).

На стадії проектування проводять дослідницькі випробування, які носять порівняльний характер, і здійснюються з метою вибору матеріалу, типу з'єднання, способу і режиму зварювання, відпрацювання технологічних прийомів, що забезпечують отримання якісних зварних з'єднань. Дослідницькі випробування проводять на технологічних зразках або моделях, які імітують натурні вироби або вузли.

Об'єктом доводочних випробувань на стадії впровадження є або дослідний зразок, або установочна партія виробів. Ці випробування дозволяють довести технологію виготовлення виробу до оптимального варіанту. Для запуску продукції у виробництво проводяться приймальні випробування. Для особливо відповідальної продукції проводяться відомчі або державні випробування, які є різновидом приймальних випробувань.

На стадії серійного виробництва проводяться випробування металу при вхідному контролі і випробування зварних технологічних зразків при проведенні пробного зварювання.

На стадії серійного виробництва можуть бути проведені типові випробування, якщо вносяться зміни в конструкцію або технологію виготовлення. Для виробів першої категорії відповідальності проводять приймально-здавальні випробування для перевірки придатності виробу до експлуатації і відповідності їх вимогам НТД або контрольним зразкам. На прийнятті до експлуатації продукцію оформляється формуляр (паспорт). Приймально-здавальні випробування проводять і на стадії експлуатації після ремонту зварних з'єднань.

За остаточну прийнятту вважається продукція, що пройшла з позитивними результатами приймально-здавальні випробування в об'ємі і послідовності передбаченої НТД, повністю укомплектована і упакована у відповідну тару.

У випробуваннях використовуються технічні засоби, що пройшли метрологічну перевірку в терміни, встановлені технічною документацією на ці засоби.

У зварювальному виробництві всі види випробувань можна класифікувати на дві групи: руйнівні і неруйнуючі. Це обумовлено великою різноманітністю використовуваних матеріалів і їх властивостей, конструктивними особливостями і технологією виробництва, особливостями експлуатації і ремонту виробів.

Тому передбачається комплекс випробувань, взаємодоповнюючих один одного. Руйнівні випробування проводять вибірковим методом на зразках-свідках, моделях або натурних зразках зварних з'єднань. Такі випробування дозволяють кількісно оцінити показники працездатності (міцність, пластичність, корозійну стійкість і ін.) і надійності виробів. До руйнівних випробувань відносять механічні, корозійні і технологічні випробування і дослідження хімічного складу і структури матеріалу.

Неруйнуючі випробування дозволяють визначити наявність дефектів у виробі і непрямим шляхом оцінити працездатність і надійність виробів. Ці випробування засновані на різних фізичних явищах і тому їх часто називають фізичними методами контролю.

До неруйнуючих випробувань відносять такі методи контролю як: радіаційні, акустичні, магнітні, вихорострумові, теплові, електричні, оптичні, радіохвильові і проникаючі речовини.

Залежно від ступеню відповідальності виробів ті або інші види випробувань мають пріоритетне значення.

Тема 11 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Технічний контроль у зварювальному виробництві розділяють на вхідний, операційний і приймальний.

До вхідного контролю відносять контроль основних і зварювальних матеріалів і напівфабрикатів, призначених для використання при виготовленні виробів, а також попередній контроль зварювального устаткування і кваліфікації зварювальників. Вхідний контроль основних і зварювальних матеріалів має на меті не допустити використання неякісної продукції поставщика, що поступила до виготівника зварних виробів.

Метою попереднього контролю є оцінка працездатності зварювального обладнання і допуск виробничого персоналу до виконання зварювальних робіт.

Система операційного контролю передбачає контроль технологічного процесу і продукції під час виконання або після завершення технологічної операції. Контроль технологічного процесу зварювання включає контроль підготовки зварюваних деталей, їх складання під зварювання, безпосередньо процесу зварювання і отриманих зварних з'єднань.

Приймальний контроль зварних виробів включає зовнішній огляд виробу і визначення його розмірів, а також випробування (неруйнуючі для всіх виробів

і руйнівні для певного об'єму виробів). При приймальному контролі перевіряється відповідність виготовленої продукції вимогам НТД і ухвалюється рішення про її придатність до використання.

Таким чином, враховуючи особливі вимоги до виготовлення зварних виробів, організація технічного контролю у зварювальному виробництві має бути направлена не тільки на приймальний контроль продукції, але і на контроль всіх стадій виробничого процесу її виготовлення, а також всіх чинників, що впливають на якість продукції.

Тема 12 КОНТРОЛЬ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ

На початку основний матеріал перевіряють на наявність сертифікату, заводського маркування і товарного знаку виготівника.

У сертифікаті вказується марка і хімічний склад, номер плавки, маса і номер партії, результати всіх випробувань, відповідних стандартів на матеріал, номер стандарту, тип профілю і розміри.

Після контролю сертифікату метал піддають зовнішньому огляду з метою виявлення поверхневих дефектів, спотворення форми і ін.

У разі відсутності дефектів метал сортують по типорозмірам і маркують. Під *типорозміром* металу розуміють метал конкретного типу (форми) і виконання з певними значеннями контрольованих параметрів, наприклад, лист певної товщини. Маркування металу виконують ударним способом (клеймом), електрогравіюванням і нанесенням фарбою марки металу, наприклад, уздовж подовжньої кромки листа. Матеріал зберігається у закритих приміщеннях в стійких штабелях або на стелажах.

Основний матеріал приймають партіями і, якщо він не відповідає вимогам технічної документації, то складається акт-рекламація (претензія) підприємству-виготівникові матеріалу.

Перевірений метал піддають пробному зварюванню, після якої проводять механічні або технологічні випробування, аналіз хімічного складу і аналіз металографії зварного шва.

У основному металі можуть бути дефекти, пов'язані з відливанням злитка і викликані його подальшою обробкою тиском.

До дефектів злитка відносять:

- гарячі і холодні тріщини;
- газову пористість і усадкові раковини;
- неметалічні включення і оксидні плівки і ін.

Дефекти литва при подальшій обробці злитків тиском приводять до утворення розшарувань, волосовин, розкриттю тріщин при гарячій деформації і іншим дефектам.

Під розшаруваннями розуміють ланцюжок неметалічних частинок після плющення.

Волосовини - дрібні тріщини, що утворилися з газових міхурів або неметалічних включень при обробці тиском.

При обробці тиском якісного металу можуть утворитися дефекти, пов'язані тільки з технологією обробки металу тиском. До таких дефектів відносять:

- захід (складки) обробки;
- вм'ятини;
- риси;
- кувальні тріщини і ін.

Під заходом розуміють задирки, що втиснулись в поверхню металу, піднесення, горбки. *Вм'ятини* утворюються на поверхні у вигляді місцевих поглиблень, що викликаються попаданням сторонніх частинок на поверхню металу або валів.

Ризики - дефекти у вигляді канавок на поверхні заготовок при плющенні.

Грубі дефекти виявляються візуально, а дрібніші - методами дефектоскопії.

Не виявлені і не усунені дефекти в основному металі можуть привести до їх розкриттю при зварюванні і появі нових дефектів в зварному шві на їх основі.

Відповідно до загальної кваліфікації дефекти в основному металі є металургійними дефектами, оскільки вони виникають при литві і обробці тиском, що відносяться до металургійних процесів.

Тема 13 КОНТРОЛЬ ЗВАРЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Контроль зварювальних матеріалів так само, як і основного матеріалу включає:

- 1) перевірку наявності сертифікату;
- 2) перевірку збереження упаковки і наявності на ній етикеток;
- 3) зовнішній огляд;
- 4) пробне зварювання з випробуванням отриманих зварних з'єднань (перевірка технологічних властивостей зварювальних матеріалів).

До зварювальних матеріалів відносять електроди, присадний дріт, флюс і захисні гази.

Електроди приймають партіями. Вони упаковані в пачки, які мають етикетку з вказівкою марки, стандарту, заводу-виготівника.

Контроль зовнішнього вигляду здійснюють вибіркоким шляхом певної кількості електродів з пачки.

При цьому контролюють наявність на поверхні рисок, тріщин, сколів покриття, пор. На кожен з дефектів встановлюються норми бракування. Потім перевіряють міцність покриття шляхом вигину електроду і падіння його на сталеву плиту з висоти (0,5-1м).

Перевіряють покриття на вологостійкість після перебування у воді протягом доби. Контролюють різновшчиність покриття по довжині електроду.

При проведенні пробного зварювання оцінюють:

- легкість займання дуги;

- стабільність горіння дуги;
- ступінь розбризкування металу;
- рівномірність плавлення покриття;
- віддільність шлаку і так далі

Після зварювання зварні з'єднання руйнують і оглядають злами, проводять механічне випробування, хімічні і металографічні дослідження.

Після перевірки електроди зберігаються в герметичних контейнерах у сухих приміщеннях. При тривалому зберіганні електроди перед зварюванням просушують.

Зварювальний дріт поставляють в бухтах, котушках або касетах. Дріт забезпечений металевими бірками, в яких вказаний стандарт, марка і завод-виготівник. Кожна партія має сертифікат.

Під час подачі дроту проводять її очищення від протикорозійних мастил і оксидів. Очищення від мастил, оксидів і фарб виконують механічними або хімічними засобами (механічних способів для сталей, хімічний спосіб для алюмінієвих сплавів).

Після очищення, дріт намотується на касети. При намотуванні здійснюють контроль за поверхневими дефектами.

В деяких випадках проводять хімічний аналіз дроту і потім здійснюють пробне зварювання з аналізом хімічного складу і механічних властивостей наплавленого металу. При зварці звертають увагу на властивості дуги, шлаку, характер плавлення.

Дріт повинен зберігатися на складах в умовах, що виключають іржавіння і забруднення поверхні. З метою виключення утворення іржі використовують спеціальний оміднений дріт.

Порошковий дріт при тривалому зберіганні обов'язково слід прожарювати і перевіряти механічні і технологічні властивості при зварюванні зразків.

Зварювальний флюс упаковують в герметичні мішки, які перевіряють на наявність етикеток. У етикетках вказані марка, стандарт і завод-виготівник.

Зварювальний флюс контролюють на розмір зерна шляхом просіювання через сито з очками, відповідними верхній і нижній межах розмірів зерен. Потім флюс перевіряють на вміст вологи. Вологість не повинна перевищувати 0,1 %.

Пробу масою 100 грам просушують при температурі 300°C і зважують через визначені інтервали часу. Просушування припиняють, коли результати зважування стають однаковими. Кількість вологи визначається по різниці між першим і останнім зважуванням.

Флюс використовують одночасно з дротом при пробному зварюванні. При виконанні зварювання оцінюють стійкість горіння дуги, а після зварювання віддільність шлакової кірки при невеликому простукуванні шва гумовим молотком.

У необхідних випадках контролюють механічні властивості і хімічний склад наплавленого металу.

Флюс чутливіший до вологи ніж електрод. Тому флюс повинен зберігатися в герметичних ємкостях і перед зварюванням обов'язково піддаватися просушуванню.

Захисний газ поставляють в балонах, забезпечених етикетками, в яких вказані марка, хімічний склад, завод-виготівник. Газ по етикетках перевіряють на наявність домішок. Газ контролюють на наявність вологи шляхом подачі струменя на фільтрувальний папір. За наявності вологи газ пропускають через осушувач, заповнюваний силікогелем (кристалічна речовина). Для осушення аргону використовуються осушувачі з титановою стружкою, яка нагрівається до температури 400 - 450° С.

На прийнятті зварювальні матеріали працівниками ВТК складається приймальний акт. На неякісні матеріали складається рекламацийний акт, що направляється виготівникові.

Тема 14 КОНТРОЛЬ КВАЛІФІКАЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНИКІВ

Контроль кваліфікації зварювальників здійснюють зварювальною лабораторією відділу головного зварювальника (ВГЗ). При цьому на кожного зварювальника заводиться формуляр, де окрім звичайних відомостей про робітника наводяться дані про його кваліфікацію (зварювані матеріали, способи зварювання, просторові положення, розряд). Періодично формуляр доповнюється відомостями по атестації зварювальників. Система атестації узаконена українськими правилами атестації зварювальників, що затверджуються Держгіртехнаглядом або іншими галузевими організаціями, які ведуть нагляд за проведенням зварювальних робіт, на підприємствах галузі.

На підставі загальних правил на підприємствах складаються відомчі інструкції по атестації зварювальників.

Атестація проводиться при використанні нових матеріалів, типів виробів і видів зварювання, до яких допускається зварювальник. Атестація проводиться шляхом перевірки теоретичних знань і практичних навиків зварювальника по програмах, розроблених стосовно специфіці зварювальних робіт на підприємстві.

Процедура атестації по правилах Держгіртехнагляду України включає задачу загального, спеціального і практичного іспиту. Загальний іспит проводиться на знання основних положень теорії і практики зварювального виробництва, а спеціальний іспит - на знання особливостей технології зварювального виробництва конкретних об'єктів, зварювання яких виконує зварювальник. Атестацію зварювальників починають з проведення практичного іспиту, на якому перевіряють практичні навички зварювальника.

Перевірка теоретичних знань і практичних навиків проводиться атестаційною комісією на підприємствах або атестаційних центрах. Результати атестації оформляються протоколом і відбиваються як у формулярі зварювальника, так і в його атестаційному посвідченні. Атестація підрозділяється на:

- 1) первинну;
- 2) додаткову;
- 3) періодичну;
- 4) позачергову.

Первинну атестацію проходять зварювальники, що не мали раніше допуску до зварювальних робіт. Посвідчення зварювальника дається на один рік.

Додаткову атестацію проходять зварювачі, що пройшли первинну атестацію, перед їх допуском до виконання зварювальних робіт, не вказаних в їх атестаційних посвідченнях, а також після перерви понад 6 місяців у виконанні зварювальних робіт.

Періодична атестацію (переатестація) проводиться не рідше за один раз на 1 - 2 роки в цілях продовження зазначеного терміну дії атестаційних посвідчень.

Позачергову атестацію проходять зварювальники після їх тимчасового усунення від роботи за порушення технології зварювання або незадовільна якість зварних з'єднань, що повторюється.

Відповідно до “Правил атестації зварювальників і фахівців зварювального виробництва”, затвердженими Держгіртехнаглядом України у 2008 р. атестацію повинні проходити і фахівці зварювального виробництва, що здійснюють керівництво і технічний контроль за проведенням зварювальних робіт, а також атестаційних комісій, що беруть участь в роботі, і органів з підготовки і атестації зварювальників і фахівців зварювального виробництва. Спеціалістам, що пройшли атестацію, видається сертифікат з терміном дії на 5 років.

До фахівців зварювального виробництва відносяться майстри, технологи і інженери з середньою або вищою технічною освітою по зварювальному виробництву.

Вказані вище Правила адаптовані до європейських норм.

До об'єктів, підконтрольних Держгіртехнагляду України відносяться:

- об'єкти котлонагляду (парові водонагрівальні котли, судини хімічного, нафтохімічного машинобудування);
- підйомні споруди (крани, підйомники, ліфти);
- об'єкти газового нагляду (газопроводи);
- об'єкти вугільної і гірничорудної промисловості (шахтні і ліфтові установки);
- об'єкти нафтогазовидобувної промисловості;
- об'єкти металургійного виробництва;
- технологічні трубопроводи підприємств.

Атестацією зварювальників і фахівців на підприємствах, непідконтрольних Держгіртехнагляду, займаються галузеві органи нагляду.

Тема 15 КОНТРОЛЬ ЗВАРЮВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ

На підприємстві розробляється система планово-запобіжного ремонту (ПЗР), яка є сукупністю організаційно-технічних заходів щодо нагляду, обслуговуванню і ремонту устаткування, що проводяться по заздалегідь складеному плану. План включає ремонтні роботи і профілактичні огляди. Під ремонтними роботами розуміють малі (поточні) і середні ремонти.

Поточний ремонт проводиться на робочому місці, а середній ремонт - у майстернях підприємства. Між ремонтами здійснюються профілактичні огляди. Межоглядовий цикл зварювального устаткування складає 150 - 200 годин. Міжремонтний цикл складає 900 - 1000 годин. Повний ремонтний цикл, тобто час між введенням устаткування у експлуатацію і до першого капітального ремонту, складає 13 - 14 тисяч годин, наприклад, для механізованого зварювального устаткування.

Метою оглядів є перевірка працездатності устаткування.

При оглядах, наприклад, зварювальних апаратів, перевіряють стан струмопідводящих дротів, електричних контактів, справність регулюючих механізмів, знос подаючих елементів, зазори в кінематичних системах, ступінь

забризкування захисних пристроїв, стан струмопідводячих елементів і так далі.

У машинах для контактного зварювання перевіряють надійність і справність систем подачі води і повітря, знос робочих поверхонь електродів і роликів, стан електричних контактів в зварювальному контурі машини і так далі.

При використанні складально-зварювального устаткування, наприклад, для дугового зварювання, контролюють поверхні притискних елементів, стан і форму зварювальних підкладок, справність тепловідводних пристроїв, працездатність приводів і так далі.

Будь-яку контрольну-вимірну апаратуру перевіряють порівнянням її свідчень зі свідченнями еталонних засобів вимірювання. Така операція проводиться метрологічною службою підприємства і називається *метрологічною перевіркою*.

Устаткування, що знов вводиться, і оснащення перевіряють на відповідність технічних параметрів, вказаних в паспорті. Після капітального ремонту проводиться атестація устаткування, що включає внесення змін до паспорта.

На допуск устаткування до експлуатації оформляється свідоцтво, що знаходиться у зварювальника або налагоджувальника. За справний стан і безаварійну роботу устаткування між ремонтами відповідають зварювальник і налагоджувач. Для зварювального устаткування встановлюються певні норми обслуговування одним наладчиком.

Результати профілактичних оглядів, малих і середніх ремонтів відображаються в журналах, передбачених системою ППР.

Тема 16 ОПЕРАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ

Система операційного контролю в зварювальному виробництві включає чотири операції: контроль підготовки, складання, процесу зварювання і отриманих зварних з'єднань.

1) Контроль підготовки деталей під зварюванні.

Він передбачає контроль обробки лицьової і зворотної поверхонь, а також торцевих кромок зварюваних деталей.

Поверхні зварюваних кромок мають бути зачищені від забруднень, що консервують мастила, іржі і окалини, на ширину 20 - 40 мм від стику. Підготовку поверхні проводять механічним способом (з використанням металевих щіток, шабера) і хімічного протруєння.

Перед обробкою поверхні проводять її знежирення дрантям або волосяними щітками. Знежирення виконують за допомогою розчинників (гас, бензин, ацетон). Після знежирення слідує механічна або хімічна обробка.

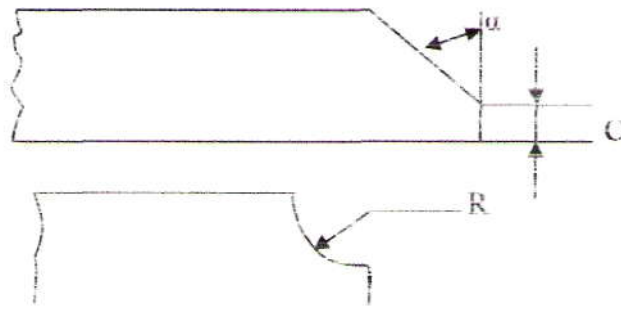
Для контролю використовують еталони або контрольні зразки. Для відповідальних конструкцій з алюмінієвих сплавів кількісним показником якості підготовленої поверхні є електричний контактний опір двох зварюваних деталей.

При виготовленні зварюваних деталей використовують різні способи розрізання металу. Різання виконують механічним і термічним способами.

При різанні механічним шляхом на поверхні торцевих кромок мають місце сколи, місцеві тріщини.

При термічній обробці спостерігається оплавлений шар. Тому після термічної обробки необхідно проводити механічну шліфовку торцевих кромок з подальшим їх контролем.

Контроль торцевих кромок при зварці товстостінних конструкцій включає: перевірку форми і геометричних параметрів оброблення кромок. До геометричних параметрів оброблення кромок під зварку відносять величину притуплення, кута скосу кромок і радіус того, що округляє кореня оброблення.



α - кут скосу кромки; притуплення;

R - радіус скруглення

Для контролю геометричних параметрів оброблення кромки використовують вимірвальний інструмент і шаблони (бесшкальна міра).

В деяких випадках при підготовці зварюваних деталей виконують контроль розмітки, наприклад, при контактному зварюванні нахлесточних з'єднань контролюють крок між зварними точками, а при дуговому зварюванні стикових тонколистових з'єднань контролюють настановну відстань від стику до притиску. Іноді розрізняють початок і кінець шва. Розмітка початку і кінця шва контролюється, якщо при складанні стикових з'єднань не встановлюються вивідні планки і креслення передбачає подальше відрізання.

Геометричні параметри підготовки зварюваних кромки узаконені відповідними державними або галузевими стандартами. Відхилення від встановлених значень звичайно приводять до утворення зварювальних дефектів.

Так, наприклад, в результаті завищення кута скосу кромки відбувається перевитрата електродного металу і зростають деформації. Зменшений кут скосу кромки затрудняє надійне проплавлення вершини кута оброблення і приводить до непровару кореня шва. Збільшення величини притуплення викликає непровар, а зменшення – пропалення.

При підготовці зварюваних деталей з алюмінієвих сплавів, необхідно контролювати час зберігання деталей перед зварюванням. Цей час не повинен

перевищувати 3 години механічної обробки і 8 годин для хімічного протруєння.

2) Контроль складання зварюваних деталей

Складання - установка зварюваних деталей у відповідне положення один щодо одного.

При складанні стикових з'єднань увагу звертають на складальні зазори і зсуви торцевих кромки. Відхилення цих величин у бік збільшення приводить до пропалювань.

Важливу роль відіграє контроль положення стику зварюваних деталей по відношенню до осі джерела. При зварюванні неплавким електродом контролюють величину дугового проміжку.

При складанні нахлесточних з'єднань контролюється величина зашморгування, а при зварюванні таврових з'єднань - перпендикулярність зварюваних деталей.

При складанні деталей типу тіла обертання контролюють їх соосність. У всіх випадках контроль здійснюється відповідно до креслення виробу.

З метою фіксації зібраних деталей у встановленому положенні виконують прихватку, що запобігає зсуву деталей при подальшому зварюванні або транспортуванні від складального до зварювального місця. Прихватку часто виконують ручним дуговим зварюванням покритим електродом. При цьому контролюється відстань між прихватками, довжина прихваток і їх кількість.

При перевірці якості прихваток слід звертати увагу на стан поверхні і висоту прихваток. Забруднені і з невидаленим шлаком прихватки можуть привести до шлакових включень в металі шва, а прихватки великої висоти - до непровару.

Після виконання прихваток здійснюють зачистку поверхні прихваток, а також знімають посилення і бризки металу. Практично завжди посилення прихваток не допускається, оскільки воно може викликати непровар або зменшення ширини зварного шва в зоні прихватки.

При зварюванні високовідповідальних стикових з'єднань з торців зварюваних деталей встановлюють вивідні технологічні планки, на яких починають і закінчують зварювання. Планки повинні мати товщину і форму оброблення кромки, відповідні зварюваним деталям. При складанні планок із зварюваними деталями контролюють точність їх стиковки. При розмітці початку і кінця шва, коли кресленням передбачається механічне обрізання, вивідні планки не використовують.

Зібрані, але не зварені протягом дня, конструкції підлягають повторному контролю.

3) Контроль процесу зварювання.

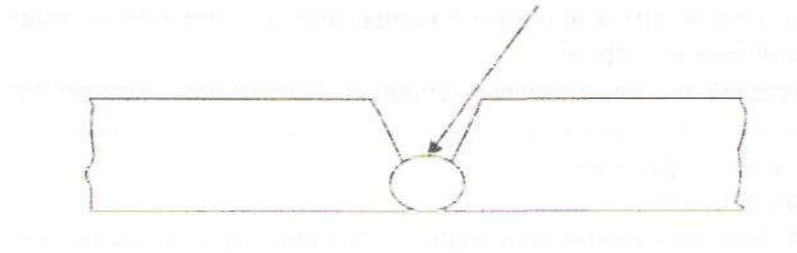
Контроль включає візуальне спостереження за процесом плавлення металу і формування шва, контроль стабільності параметрів режиму і працездатності устаткування. При контактному зварюванні контролюють постановку зварювальних точок, а при дуговому зварюванні стійкість горіння дуги і стабільність захисту від окислення. Зовнішній вигляд зварного шва, що утворюється, і форми зварних точок характеризують правильність режиму зварювання. Тому постійний контроль за режимом зварювання за показниками контрольно-вимірювальних приладів і візуальні спостереження за процесом дозволяють оперативно реагувати на можливі відхилення, забезпечує якість зварних з'єднань. При зварюванні відповідальних конструкцій використовують системи автоматичного управління і регулювання параметрів режиму за допомогою датчиків автоматичного контролю, вбудованих у зварювальне устаткування. В деяких випадках ведуть безперервний запис параметрів.

При двосторонньому зварюванні і зварюванні товстостінних конструкцій обов'язковий контроль першого (кореневого) шва (проходу).

Контролюють також порядок накладення і кількість шарів, стан поверхні кожного шару, якість зачистки попереднього шва, час перерв між проходами, послідовність виконання зварних швів і так далі. При двосторонньому зварюванні алюмінієвих сплавів перед накладенням другого шва із зворотного

боку корінь першого шва вирубують або вифрезерують і потім ведуть контроль вибірки.

Зона зачистки від шлаку попереднього шва.



При контролі складних конструкцій необхідно звертати увагу на дотримання послідовності і режимів виготовлення конструкцій в цілому, оскільки якісне виконання зварних з'єднань на вузлах або підвузлах не гарантує якості конструкції в цілому.

4) Контроль зварних з'єднань.

Після зварювання зварні з'єднання, як правило, контролюють візуальним способом. Огляду піддають зварний шов і біляшовну зону. Зазвичай контроль проводять неозброєним оком. При виявленні поверхневих дефектів розміром менше 0,1 мм використовують оптичні пристрої, наприклад, лупу 4-7 кратного збільшення. Необхідність застосування для візуального огляду оптичних приладів з вказівкою кратності їх збільшення має бути оговорена в технічній документації на контроль.

При контролі недоступних для зовнішнього огляду зварних з'єднань використовують оптичні прилади, наприклад, ендоскоп на основі гнучких світлопровідних трубок.

Якщо технологічний процес передбачає механічну обробку зварних швів, то контроль виконують і після її проведення.

Зварні вироби, що підлягають термообробці, також контролюються після її проведення. Зовнішній огляд, як правило, суміщають з вимірюванням конструктивних елементів зварних швів або точок з метою виявлення відхилення по розмірах і формі швів і точок від вимог стандартів, креслень, технічних умов і інструкцій із зварювання виробів.

Основними конструктивними елементами зварних швів є:

- ширина шва;
- висота посилення і проплавлення;
- плавність переходу від посилення до основного металу і т.ін.

У зварних точках контролюють:

- її форму і діаметр;
- глибину відбитку;
- відстань між точками і ін.

При огляді виявляють, як правило, поверхневі пори, тріщини всіх видів і напряду, напливи, пропали, свищі, подрізи, незаварені кратери, непровари і інші дефекти-несуцільності. Якість вважається за незадовільну, якщо будуть виявлені недопустимі дефекти.

Норми допустимих дефектів указуються в НТД і приводяться на кресленнях виробів. За відсутності кількісних показників дефектів, контроль проводять по еталонах або контрольним зразкам. Таке порівняння доцільне при аналізі нерівномірності і величини лусок, зони кольорів побіжалості, форми катета кутових швів і так далі

При виявленні і виправленні недопустимих дефектів зварні з'єднання повторно підлягають контролю.

Тема 17 ПРИЙМАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ ЗВАРНИХ ВИРОБІВ

Приймальний контроль включає перевірку зовнішнього вигляду виробу і визначення його розмірів (візуальний контроль). Для відповідальних зварних виробів проводять випробування. Випробування підрозділяють на руйнівні і неруйнуючі.

Неруйнуючі випробування, часто називають фізичними методами контролю. До них відносять:

- рентгенографічний;
- ультразвуковий;

- контроль герметичності і ін.

Неруйнуючі випробування дозволяють визначити в зварних швах внутрішні або наскрізні дефекти, недоступні зовнішньому огляду. Ці випробування непрямым чином характеризують показники працездатності зварних виробів.

Руйнівні випробування дозволяють оцінити прямим шляхом показники якості зварних виробів.

До руйнівних випробувань відносять:

- механічні випробування;
- аналіз металографії і ін.

Ці випробування, як правило, проводяться на вибіркових натурних зразках або на спеціальних виробах, підготовлених для випробувань і виготовлених за стандартною технологією. За наслідками випробувань оформляється протокол, де вказуються їх результати.

При позитивних результатах випробувань зварні вироби маркують, консервують в упаковку або тару і перевіряють наявність і комплектність супровідної документації. До такої документації відносять паспорт, в якому дається висновок про придатність виробу до експлуатації.

При негативних результатах складається відомість зауважень, відповідно до якої проводиться доопрацювання (ремонт) виробу і потім повторні випробування.

Тема 18 РЕМОНТ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І КОНТРОЛЬ ПІДВАРІВ

При виявленні допустимих дефектів проводять ремонт зварних з'єднань. Ремонт дефектних дільниць включає наступні операції:

- 1) оформлення запису в технологічному паспорті на виріб в графі «відомість зауважень» про необхідність доопрацювання зварних з'єднань;
- 2) розмітка дефектної дільниці на виробі. При розмітці необхідно дотримувати певні умови. Так довжина дільниці, що видаляється, має бути на

10-15 мм більше довжини виявленого дефекту, а ширина дільниці, що видаляється, має бути такою, щоб ширина шва після заварки не перевищувала подвійної ширини шва до заварки.

Розмітку виконує слюсар, атестований на цю роботу. Контроль правильності розмітки дефектної дільниці здійснює контролер БТК (бюро технічного контролю).

3) оброблення (вибірка) дефектної дільниці.

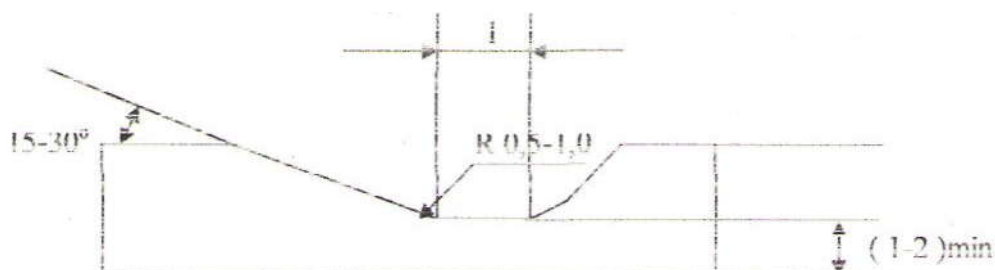
Основними способами оброблення є:

а) механічні (вирубка пневмозубилом, висвердлювання, вишліфовка, вифрезерівка);

б) термічні (легко-дугова, плазмово-дугова строжка); Під строжкою розуміють поверхнєве зняття металу.

4) Обробка поверхні оброблення шабером або шарошкой. Шарошка - набір шлифовальних дисків або фрез різного діаметру, насаджених на один вал, а шабер - інструмент у вигляді загостреного з одного боку тригранного напилка.

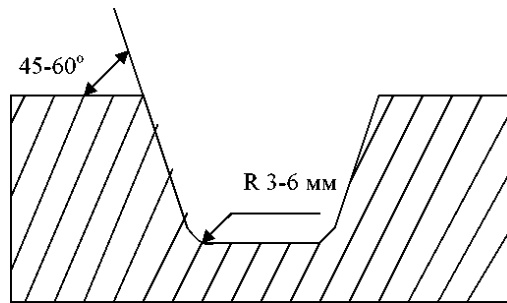
Обробка поверхні оброблення проводиться з метою усунення гострих виступів і кутів і забезпечення плавних контурів оброблення, а також видалення науглероженого шару при термічному обробленні сталей. Форми подовжнього і поперечного оброблення для зварних з'єднань алюмінієвих конструкцій мають наступний вигляд:



Поздовжнє оброблення.

l - довжина вибірки не менше 30

Поперечне оброблення.



Вибірка на всю товщину зварного шва не виконується. Товщина металу, що залишається, має бути не менше 1мм. Після виконання оброблення проводиться контроль, включаючи рентгенографічний.

5) Заварка дефектної ділянки.

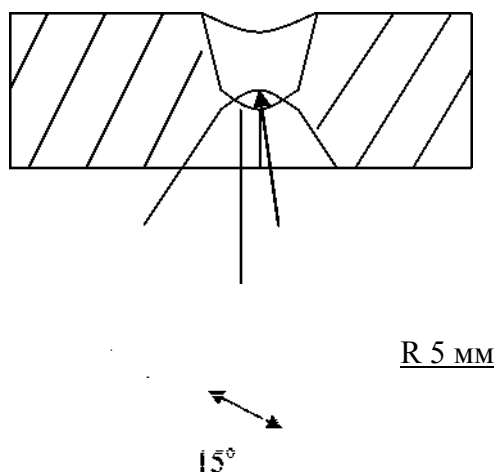
Після заварки зачищаються нерівності поверхні із збереженням посилення шва.

б) Повторний контроль зварного з'єднання неруйнуючими методами.

Залежно від ступеня відповідальності зварних з'єднань допускається 2-х або 3-х кратне підварювання дефектної ділянки. При цьому контролюється довжина підварива і сумарна довжина всіх підварів на ремонтваному виробі. Сумарна довжина ділянок зварних швів зі всілякими дефектами, що підлягають доопрацюванню за допомогою підварювання, не повинна перевищувати 30% при довжині шва 500мм і 20% при довжині шва більш 500мм.

Дефектні ділянки з наскрізними тріщинами не вибирають, а засверлюють по кінцях, відступая від краю тріщини на 10-15 мм. Діаметр свердла - 4 - 5мм. Дефектну ділянку потім проварюють на всю товщину. При товщині металу до 2,5мм використовується свердло діаметром 1,5-2,5мм.

Непровари в корені шва вибирають, виконуючи оброблення наступної форми із зворотною сторони:



Заварку дефектних ділянок, як правило, здійснюють в основному ручним зварюванням. В деяких випадках, якщо це допускається, заварку проводять на автоматах. В якості присадочного матеріалу при підварюванні застосовують дрід тієї ж марки, що і при зварюванні основного металу. Для алюмінієвих сплавів перед підварюванням дрід протравлюють і шабрують до металевого блиску. Збудження дуги при підварюванні проводять на технологічній пластині, а виведення її після закінчення підварювання виконують на зварний шов. Виведення дуги на основний метал забороняється. Перед підварюванням підбирають режим підварювання на технологічних зразках, товщина яких дорівнює товщині підварюваної ділянки в зоні ділянки.

При контактному зварюванні дефектні точки засверлюють з установкою на їх місце заклепок або заваркою отвору ручним дуговим зварюванням. Якщо допускається, то ставлять повторну точку поряд з першою.

Тема 19 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗВАРЮВАЛЬНІ ДЕФЕКТИ

Під дефектом розуміють кожну окрему невідповідність продукції встановленим вимогам.

Дефекти в зварних з'єднаннях за походженням можна розділити на:

1. металургійні;

2. технологічні.

Металургійні дефекти виникають при виготовленні відливань і подальшому їх плющенні або пресуванні.

До технологічних дефектів відносять дефекти, отримані при механічній і термічній обробці матеріалів, а також формоутворенні зварюваних елементів методами згинання, штампування і так далі.

До технологічних дефектів відносяться також і зварювальні дефекти, які класифікують на дефекти підготовки, складання і самого процесу зварювання.

Дефекти в зварних з'єднаннях можна розділити на три групи:

1. дефекти – несучільності зварного шва або зварних точок (на їх частку доводиться приблизно 50% всіх дефектів);

2. дефекти - спотворення форми і відхилення геометричних розмірів зварного шва або зварних точок (приблизно 25% всіх дефектів);

3. дефекти - невідповідності хімічного складу і структури металу зварного шва або зони термічного впливу.

Дефекти - несучільності зварювання плавленням класифікуються по наступних ознаках:

- по можливості виявлення :

явні; приховані. Явні дефекти виявляють зовнішнім оглядом, а приховані - методами неруйнуючого контролю.

- по можливості усунення:

поправні; непоправні. Дефекти типу крізних тріщин і прожогів є, як правило, непоправними і вироби з такими дефектами підлягають бракуванню, тобто доопрацювання вони не допускають.

по протяжності

поодинокі (окремі);

непротяжні (розташовані компактно);

протяжні (витягнуті в лінію).

Прикладом поодиноких дефектів є окрема пора або включення. До компактно розташованих дефектів відносять групу з декількох пір, відстань

між якими не більше 2-3-х діаметрів. Прикладом протяжних дефектів є ланцюжок пор, наприклад, що утворюється, при дуговому зварюванні алюмінієвих сплавів і розташовується уздовж лінії сплаву.

- формою

площинні (тріщини, непровари); об'ємні (пори, включення). Площинні дефекти є найнебезпечнішими дефектами у зв'язку з концентрацією напруги в їх зоні.

- по місцю розташування

поверхневі); внутрішні (підповерхневі і глибинні); крізні. Дефекти можуть розташовуватися і в різних зонах зварного з'єднання, тобто в шві по межі сплаву або в біляшовній зоні.

Приведена класифікація дефектів дозволяє оптимізувати вибір методів неруйнівного контролю.

При оцінці якості продукції по її дефектності необхідно нормувати характеристики допустимих дефектів. Ці характеристики класифікують на:

- абсолютні;
- відносні;
- статистичні.

До абсолютних характеристик відносять лінійні розміри дефектів (довжина, висота, глибина), їх кількість в зварному шві і відстань між ними (для поодиноких дефектів). Для компактно розташованих дефектів визначають площу дефектної ділянки, а для протяжних дефектів визначають їх сумарну довжину.

Відносні характеристики дефектності використовують для порівняльної оцінки різних технологічних рішень, наприклад, при виборі методу і режимів обробки.

До відносних характеристик відносять такі величини, як відношення лінійних розмірів дефектів, або сумарну їх довжину, або кількість дефектів, до одиничної довжини або товщини зварного шва.

Під одиничною довжиною зварного шва розуміють або один погонний його метр, або - 100 мм (для коротких швів).

Відносною характеристикою є також площа дефектної ділянки, віднесена до площі поперечного перетину шва для компактно розташованих дефектів.

До статистичних показників дефектності відносять, наприклад, сумарну довжину дефектів по довжині шва, віднесену до загальної кількості дефектів. Статистичні показники використовують при аналізі великої кількості зварних з'єднань (100 - 1000) у великосерійному і масовому виробництві.

Норми допустимих дефектів встановлюють в нормативно-технічній документації.

Тема 20 ДЕФЕКТИ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВЛЕННЯМ

Дефекти зварювання плавленням класифікують по місцю розташування на поверхневі, внутрішні і наскрізні.

До поверхневих дефектів відносять:

- а) непровари в корені шва;
- б) подрізи;
- в) напливи;
- г) кратери;
- д) заниження (ослаблення) лицьовій поверхні шва;
- є) угнутість кореня шва;
- ж) зсув зварених кромок;
- з) різкий перехід від шва до основного металу (неправильне сполучення зварного шва);
- і) бризки металу;
- к) поверхневе окислення;
- л) поверхневі тріщини.

До внутрішніх дефектів відносять:

- а) пори;
- б) включення;
- в) оксидні плівки;
- г) внутрішні тріщини;
- д) непровари по кромці з основним металом і між окремими шарами;
- е) свищі.

До кризних дефектів відносять тріщини і прожоги.

Окрім дефектів-несуцільностей до дефектів зварювання плавленням відносять: спотворення форми з'єднання, пов'язане з деформацією, і невідповідність геометричних розмірів зварного шва або точок, регламентованим значенням, встановленим НТД (нормативно-технічною документацією).

Загальні відомості про дефекти зварювання плавленням приведені в таблиці.

Дефекти	Визначення дефектів (ГОСТ 2601-84)	Причини утворення дефектів	Особливості дефекту і засоби виправлення його появи
Непровари - в корені шва; - між окремими шарами; - по кромці з основним металом;	Дефект у вигляді місцевого несплавлення внаслідок неповного розплавлення зварювальних кромок або поверхонь раніше виконаних валів	- мала погонна енергія; - незадовільна підготовка поверхонь - неправильна форма розділення; - велика величина притуплення; - малі зазори; - зсув електроду; - неякісна зачистка шва після виконання прохода	Найбільш характерний при алюмінієвих сплавах і під флюсом; Є концентратором напруги. Важко виявляються в кільцевих швах. Виправлення - підварка з видаленням кореневої частини.

Прожоги - одиночні; - протяжні; - дискретні	Дефект у вигляді наскрізного отвору, виявлений внаслідок витікання зварювальної ванни	- велика погонна енергія; - збільшений зазор; - мала величина притуплення; - великий зсув кромки; - викривлення кромки відставання їх від підкладки при зварюванні	Характерні при зварюванні тонкостінних елементів, а так само першого (кореневого) шва при багат шаровому зварюванні. Як правило, брак, якщо можливо виконують підварюванням.
Кратери	Дефекти у вигляді воронкоподібного поглиблення, яке з'явилося внаслідок раптового припинення зварювання або швидкого вимкнення зварювального струму	- порушення техніки зварювання	Ослаблення перетину. Супроводжується усадкою і тріщинами усадкового походження. Концентратор напруги. Виправлення – видалення дефектної ділянки і заварка. При автоматичному зварюванні використовують технологічні планки для виводу кратера або плавне відключення струму
Напливи на зварному з'єднанні	Дефект у вигляді натікання рідкого металу на поверхню основного або раніше виконаного валика і несплавлення з ним	- великий струм; - велика швидкість зварювання; - довга дуга (велика напруга); - зсув електроду; - велика швидкість подавання присадного дроту; нахил електроду (неправильне ведення)	Виникає з лицьової сторони з'єднання або зворотної сторони із-за неякісного підтискання до підкладки і, як правило, при зварюванні в горизонтальному і вертикальному положенні, а також на спуск і на підйом. Концентратор напруги. Виправлення -
Підрізи зони сплаву - односторонній - двосторонній	Дефекти у вигляді протяжного поглиблення уздовж лінії сплаву основного металу і шва	- великий струм; - велика швидкість; - довга дуга; - нахил електроду (неправильне ведення)	Як правило, виникає при зварюванні концентрованими джерелами в режимі глибокого проплавлення, а також при зварюванні кутових швів. Концентратор напруги. Ослаблення перетину. Виправлення – загладжування дугою при неглибоких підрізах і підварка при глибоких швах

Неповне сполучення зварного шва	Дефект у вигляді різкого переходу поверхні зварного шва до основного металу	недотримання техніки зварювання; велика швидкість подачі присадного дроту	Концентратор напруги. Виникає в кутових швах. Виправлення – зашліфовка або плющення роликками
Бризки металу	Дефект у вигляді затверділих крапель рідини металу на поверхні зварного з'єднання	- недотримання техніки зварювання; - довга дуга.	Виникає при зварюванні товстопокритими електродами, в CO ₂ або електропроменеве зварювання з глибоким проплавленням. Виправлення – вирубка.
Угнутість кореню шва	Дефект у вигляді поглиблення на зворотній поверхні зварного одностороннього шва	- великі зазори; - мале притуплення.	Виникає в стикових і кутових швах. Ослаблення перетину шва. Виправлення – підварка.
Заниження шва	Дефект у вигляді провисання зварного шва.	- великий зазор; - великий кут розділення кромки; - недотримання техніки зварювання.	Виникає при зварюванні алюмінієвих сплавів. Виправлення – підварювання з використанням присадочного дроту.
Зсув зварених кромки	Дефект у вигляді неспівпадання зварених кромки по висоті із-за неякісного складання зварного з'єднання	- порушення технології складання.	Виникає, як правило, при зварюванні стикових тонкостінних елементів. Концентратор напруги. Виправлення - підварювання.
Свищ зварного шва	Дефект у вигляді наскрізного углублення у зварному шві.	- неякісний основний метал; - порушення захисту.	Супроводжує тріщини, що виходять на поверхню. Найчастіше виникають при зварюванні в CO ₂ . Виправлення - підварювання з обробленням.

<p>Поверхнєве окислення зварного з'єднання.</p>	<p>Дефект у вигляді окисної плівки з різними кольорами побіжалості на поверхні зварного з'єднання.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - мала витрата захисного газу; - наявність домішок в захисному газі; - забруднення поверхні сопла; - неправильно підібраний діаметр сопла і відстань його від поверхні металу; - відсутність додаткових захисних козирків; - порушення техніки зварювання. 	<p>Виникає при зварюванні активних металів. Виправлення – зачистка поверхні.</p>
<p>Тріщини:</p> <ul style="list-style-type: none"> - поверхнєві; - внутрішні; - крізні; - подовжні; - поперечні; - розгалужені. 	<p>Дефект у вигляді розриву у зварному шві по лінії сплавлення або в біляшовній зоні</p>	<ul style="list-style-type: none"> - жорстка конструкція виробу; - зварка в жорстко закріплених пристосуваннях; - великий час між зварюванням і термообробкою; - велика швидкість охолодження; - помилка в проектуванні зварного шва (близько розташовані концентратори); - порушення технології (температура підігріву, порядок накладення швів); - порушення захисту; - неякісний основний метал. 	<p>Найбільш небезпечний і недопустимий дефект, як правило, брак. Виправлення - підварювання з попереднім розділенням або засверленням кінців тріщинами.</p>
<p>Пори зварного шва:</p> <ul style="list-style-type: none"> - одиночні; - розсіяні; - скупчення; - ланцюжок 	<p>Дефект зварного шва у вигляді порожнини округлої або довгастої форми, яка заповнена газом.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вологий флюс; - електроди, що зволожилися ; - неякісна підготовка зварювальних кромки і поверхні зварювального дроту; - збільшений діаметр електроду; - довга дуга; - збільшена швидкість зварювання; - неякісний захист; - неякісний основний метал. 	<p>Як правило, виникає при зварюванні алюмінієвих і титанових сплавів, у глибоких стикових швах, при утрудненні дегазації. Ослаблення перетину. Зниження герметичності. Виправлення - одиничні пори залишають, в решті всіх випадків підварка.</p>

Включення: - шлакові; - оксидні; - вольфрамові; - нітридні	Дефекти у вигляді неметалічних частинок або іншорідного металу в металі шва.	- неякісна підготовка поверхні; - неякісний основний метал; - порушення технології зварювання; - порушення захисту.	Мають сферичну або довгасту форму, а також у вигляді прошарків. Концентратори напруги. Виправлення – підварювання з обробленням.
---	--	--	--

Основні методи дефектоскопії зварних з'єднань, приведені в таблиці

Дефекти	Методи неруйнуючого контролю
Зовнішні	Візуальний і візуально-оптичний. Капілярний, магнітний, вихореструмний.
Внутрішні	Акустичний (ультразвуковий), магнітний, радіаційний (рентгенографічний)
Наскрізні	Капілярний. Течієшукачем.

Тема 21 ДЕФЕКТИ КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Дефекти контактного зварювання класифікують на поверхневі і внутрішні.

До поверхневих дефектів відносять:

- а) зсув центрів зварних точок або зварного шва від осі розмітки;
- б) глибокі вм'ятини;
- в) великий діаметр вм'ятини;
- г) потемніння поверхні;
- д) зовнішні тріщини;
- е) зовнішній виплеск.

До внутрішніх дефектів відносять:

- а) непровар;
- б) внутрішній виплеск;
- в) усадкові дефекти.

При контактному зварюванні в деяких випадках може утворитися і наскрізний дефект – пропал.

Загальні відомості про дефекти контактного зварювання приведені в таблиці

Дефект	Причини утворення дефекту	Особливості дефекту
Зсув центрів зварних точок або зварного шва від осі розмітки	- Порушення технології; Несправність устаткування; - Низька кваліфікація зварювальника.	Може супроводитися розривами накладки
Неправильна форма відбитку	- знос електродів; - неправильне заточування електродів; - неспіввісність електродів.	Може супроводитися зовнішнім виплеском.
Глибокі вм'ятини	- великий струм; - велика тривалість імпульсу; - мала робоча поверхня електродів.	Супроводиться виплеском і утворенням дефектів усадкового походження (рихлості, тріщини).
Великий діаметр вм'ятини	- велике зварювальне зусилля; - велика робоча поверхня електродів.	Приводить до зменшення діаметру ядра.
Потемніння поверхні відбитків («кольори побіжалості»)	- малий час проковування	Не є значним дефектом в сталях, але приводить до масопереносу і зниження корозійної стійкості в алюмінієвих сплавах.
Зовнішні тріщини	- мале зварювальне і кувальне зусилля; - неякісна підготовка поверхні; - забруднення поверхні електроду.	Часто супроводиться підплавленням поверхні точки. Небезпечний дефект при дії змінних навантажень.
Зовнішній виплеск: - початковий; - кінцевий.	- великий струм; - мала тривалість імпульсу; - мале зварювальне зусилля; - перекіс електродів; - неякісна підготовка поверхні.	Іноді супроводиться утворенням крізного отвору у верхньому листі. Має місце при зварюванні плоскими електродами. Знижує корозійну стійкість зварної точки.

Непровар: - повний; - частковий.	- малий зварювальний струм; - мала тривалість імпульсу; - велике зварювальне зусилля; - великий розмір робочої поверхні електроду; - малий крок між крапками; - велика товщина плакування; - великі зазори між деталями; - раннє включення кувального зусилля.	Найбільш небезпечний і важковиявлений. Особливо небезпечний дефект у вигляді повного непровару. Ознака непровару – малий діаметр відбитку. Фіксується шляхом ручного відгинання кромки при зварюванні пластичного металу.
Внутрішній виплеск: - початковий; - кінцевий.	- великий струм; - велика тривалість імпульсу; - мале зварювальне і кувальне зусилля; - великі складальні зазори; - погана підготовка поверхні; - мала накладка.	Ознака виплеску – велика глибина відбитку. Приводить до забруднення частинами металу внутрішньої порожнини при зварюванні оболочкових конструкцій.
Усадкові дефекти (рихлини, тріщини)	- мале зварювальне зусилля; - великий струм; - велика тривалість імпульсу; - погана підготовка поверхні; - запізнювання включення кувального зусилля.	Як правило, виникають у сплавень, що мають великий температурний інтервал кристалізації. Малонебезпечні при статичних навантаженнях.
Пропалення точки	- мале зусилля стискування при його відсутності; - раннє включення струму; - великі зазори; - погана підготовка поверхні; - забруднення електроду.	Крізний отвір діаметром більше діаметру електроду

Основні методи дефектоскопії зварних з'єднань.

Дефекти	Методи неруйнуючого контролю
Зовнішні	- візуальний і візуально-оптичний
Внутрішні	- ультразвуковий; - вихорострумовий; радіаційний (з використанням рентгеноконтрастних матеріалів)

Тема 22 ВИБІР МЕТОДІВ ДЕФЕКТОСКОПІЇ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Методи дефектоскопії відносяться до методів неруйнуючого контролю зварних швів. Їх використовують з метою виявлення дефектів - несуцільностей.

На практиці відомо десять видів неруйнуючого контролю, що розділяються на методи залежно від способу виявлення дефектів. Основними методами контролю дефектів-несуцільностей зварних з'єднань є радіографічний і радіоскопічний, ультразвуковий, магнітопорошковий і магнітографічний, капілярний, вихореструмний, течішуканням, візуальний і візуально-оптичний. Кожен з методів має свої особливості і область використання. Основні чинники, що визначають застосування методів, зводяться до наступних: «Фізичні властивості матеріалу».

Радіаційні методи використовують для контролю будь-яких конструкційних матеріалів, магнітні - для феромагнітних матеріалів (метали на основі Fe, Ni, Co), а вихореструмові - для електропровідних матеріалів.

- Товщина і розміри виробу.

Радіаційний і ультразвуковий контроль використовують для зварних з'єднань різної товщини, а вихореструмові і магнітний контроль для малої товщини.

- Стан поверхні.

При ультразвуковому контролі необхідно зачищати контрольовану ділянку зварного з'єднання з нанесенням контактної мастила. У магнітному контролі необхідно знімати надмірне посилення шва. Особливістю капілярного контролю є особливо ретельна підготовка поверхні.

- Характеристики дефектів.

При виявленні об'ємних дефектів (пори, включення) раціональний радіаційний контроль, а площинних (тріщини, непровари) - ультразвуковий, магнітний і вихореструмний контроль.

Дефекти, розташовані в поверхневому шарі найнадійніше виявляються вихореструмовим, капілярним і магнітним контролем, а внутрішні дефекти - радіаційними і акустичними методами.

- Розміри допустимих дефектів.

Вони визначають технічні умови на відбракування зварних швів і залежать від умов експлуатації зварних виробів.

- Технічні характеристики.

Основними технічними характеристиками методів неруйнуючого контролю є чутливість, що сприяє здатності і достовірності.

Чутливість методу визначається найменшими розмірами дефектів, які виявляються, що визначає здатність - найменшими відстанями між двома сусідніми дефектами, що виявляються, а достовірність - вірогідністю пропуску дефектів з недопустимими розмірами.

Радіаційні методи контролю чутливі до об'ємних і площинних дефектів, розташовані у напрямі просвічування, ультразвукові методи — до будь-яких площинних внутрішніх дефектів, а магнітні і капілярні методи - до плоских поверхневих дефектів. Ці ж методи мають високу роздільну здатність і достовірність контролю.

- Техніко-економічні показники.

До техніко-економічних показників відносять продуктивність, можливість механізації і автоматизації, доступність технічних засобів, можливість документування результатів контролю, вартість контролю і ін.

Найпродуктивнішим є рентгенографічний контроль. Ультразвуковий і вихореструмовий методи контролю мають високу продуктивність, а також можливість обробки, зберігання і реєстрації дефектоскопічної інформації.

- Умови виконання контролю.

При використанні радіаційного контролю необхідно ретельно контролювати радіаційну обстановку у виробничих приміщеннях і використовувати спеціальні заходи захисту. Решта методів контролю

використовується за умови виконання загальних вимог з техніки безпеки і експлуатації устаткування.

Тема 23 ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ-НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Працездатність зварних з'єднань залежить безпосередньо від їх дефектності. Оскільки отримати бездефектну продукцію практично неможливо, то необхідно встановити норми допустимих дефектів або бракування. Встановлення в технічних документах жорсткіших норм дефектності підвищує працездатність зварних з'єднань.

При обґрунтуванні норм дефектності для зварних з'єднань, що працюють під навантаженням, необхідно визначити їх вплив на механічні властивості зварного з'єднання. Основною механічною властивістю є міцність при статичних і змінних навантаженнях. Норми дефектності встановлюють за наслідками механічних випробувань, аналізу зламів (фрактографія) і металографії зварних з'єднань. В результаті досліджень встановлюється кореляційний зв'язок між геометричними характеристиками дефекту і міцністю з'єднання.

Вплив дефектів визначається не тільки розмірами, але і їх форми. До найбільш небезпечних дефектів відносять тріщини, непровари і подрізи. Менш небезпечними дефектами є пори. Проміжні положення займають включення. Кожен з перерахованих дефектів характеризується певним значенням концентрації напруги.

Коефіцієнт концентрації напруги визначається по формулі:

$$K_d = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{ср}} \text{ в зварному з'єднанні}$$

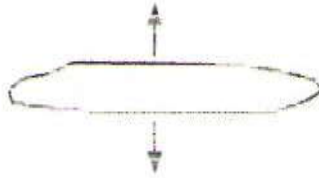
де σ_{\max} – максимальна напруга в зоні дефекту,

$\sigma_{\text{ср}}$ - середня напруга в зварному з'єднанні.

Коефіцієнти концентрації напруги відповідають 2-3 (для пір), 3-10 для включень, 10-100 (для тріщин, подрізів і непроварів в корені шва). Коефіцієнт

K_d залежить від розташування дефекту по відношенню до напрямку навантаження, що діє.

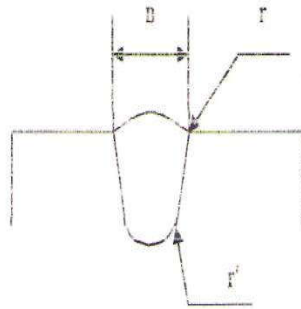
Найбільш небезпечною спрямованістю тріщин є така, при якій найбільша розтягуюча напруга діє перпендикулярно до її площості.



Найменшою небезпекою характеризуються дефекти, при яких дія розтягуючої напруги паралельна основному напрямку дефекту.

Небезпека дефектів зростає для витягнутих пір - свищів, що особливо виходять на поверхню, а також для ланцюжків або скупчень пор або включень.

При визначенні ступеня небезпеки об'ємних дефектів необхідно зіставляти їх коефіцієнти концентрації напруги K_d і коефіцієнти концентрації напруги K_ϕ форми шва.

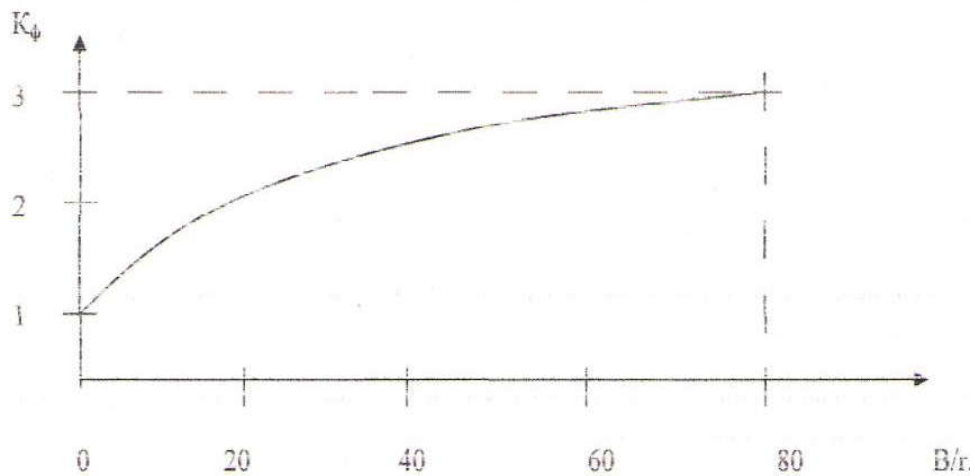


b – ширина шва;

r, r' – радіуси переходу

Якщо $K_{\phi} > K_{д}$, то руйнування зварного шва може бути викликано неплавним сполученням зварного шва навіть при малих розмірах пір і включень.

Вплив дефектів на якість зварних з'єднань збільшується із зростанням кінцевих зварювальної напруги в зварному з'єднанні, що необхідно враховувати при розробці технології зварювання.

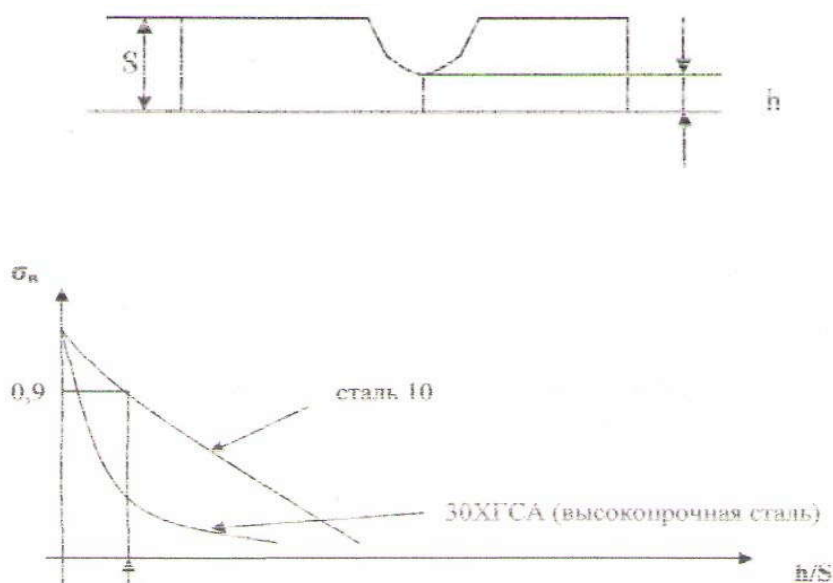


Ще більшу небезпеку на працездатність зварних з'єднань являють дефекти в процесі експлуатації зварних з'єднань. Тому необхідно підтримувати таку якість технологічного процесу, щоб дефектність на стадії виготовлення виробів була б нижча за рівень, потрібний при експлуатації, тобто вимоги до дефектності, виходячи з технологічного

чинника, мають бути жорсткішими, ніж з експлуатаційного чинника. Тому основна оцінка норм допустимих дефектів повинна визначатися в умовах дії навантажень, які характерні для експлуатаційних умов.

Розглянемо вплив площинних (на прикладі непровару) і об'ємних (на прикладі пор) дефектів на міцність зварних з'єднань.

При статичному навантаженні і пластичному металі із збільшенням непровару в корені шва міцність зварних з'єднань зменшується пропорційно його величині.



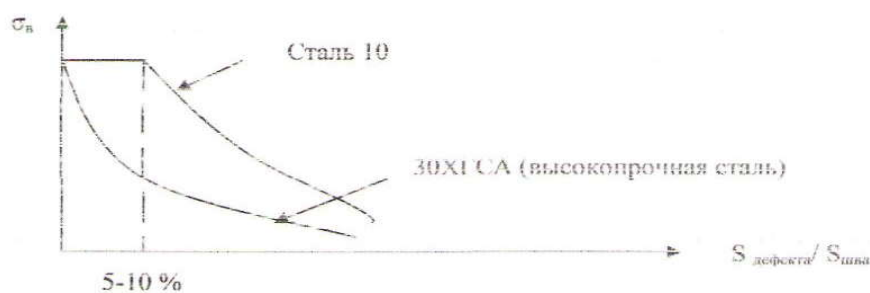
критичний розмір дефекту

Визначивши залежність міцності зварного з'єднання від величини дефекту і задаючись міцністю зварного з'єднання $(0,9)\sigma_{осн. Me}$ визначаємо критичний розмір дефекту. При малопластичному металі (високоміцна сталь) із збільшенням величини непровару, межа міцності зменшується різкіше в порівнянні з пластичним металом. При цьому, якщо у сталі 10 непровар певної величини ще допустимий, то для сталі 30ХГСА, як правило, є браком.

При змінних навантаженнях падіння міцності зварного з'єднання залежно від розміру дефекту ще більше посилюється і тому площинні дефекти типу тріщин і непроварів взагалі недопустимі.

Об'ємні дефекти з площею дефектної зони до 5-10% площі поперечного перетину шва, при статистичному навантаженні і пластичному металі практично не роблять впливу на межу міцності. При малопластичному металі характер залежності істотно змінюється.

іноді майже до 20% для пластичного металу



При контактному зварюванні основним дефектом є непровар, який чинить такий же вплив, як і площинні дефекти при зварюванні плавленням (з підвищенням площі непровару граничне навантаження зменшується).

Дефекти усадкового типу, розташовані в центрі ядра зварних точок при статичному навантаженні є незначними концентраторами і вплив на міцність з'єднання практично не чинять, оскільки найбільші напруги концентруються по межі зварної точки, де і відбувається її руйнування.

При змінних навантаженнях внутрішні дефекти у зварній точці чинять помітно більший вплив в порівнянні із статичними навантаженнями.

Працездатність зварних з'єднань, що експлуатуються при підвищених або низьких температурах і мають різні концентратори напруги, визначається показниками ударної в'язкості, отриманими в результаті динамічних (ударних) випробувань.

Ударні випробування не дають прямих даних для розрахунку норм дефектності, але вони дають можливість виявити вплив змін структури металу на механічні властивості, які не виявляються за наслідками статичних випробувань.

Динамічні випробування дозволяють також прослідкувати впливи явища зміцнення і розміцнення металу зварного шва, пов'язані з укрупненням зерна, випаданням карбідів, нітридів і так далі.

Для зварних з'єднань, що працюють при підвищеному або зниженому тиску, показником працездатності є герметичність, контроль якою забезпечує виявлення наскрізних дефектів. Для оцінки герметичності використовуються показники натікання газу або рідини при заповненні контрольованого об'єкту.

При експлуатації зварних з'єднань в корозійних середовищах норми дефектності мають бути уточнені з урахуванням цього чинника.

Тема 24 НОРМИ ДЕФЕКТНОСТІ І КАТЕГОРІЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Норми дефектності дозволяють провести сортування зварних з'єднань по трьом групам якості:

- 1 група - придатні зварні з'єднання;
- 2 група - дефектні зварні з'єднання (можливе усунення дефектів і ремонт виробу);
- 3 група - браковані зварні з'єднання (ремонт виробів не допускається).

Норми дефектності вказують в технічних умовах на виготовлення зварного з'єднання (ТУ) або в будівельних нормах і правилах для будівельних зварних конструкцій (БН і П).

Норми допустимих дефектів виражають зазвичай в значеннях мінімальних розмірів недопустимих дефектів або максимальних розмірів допустимих дефектів, виходячи з показників працездатності. Їх розраховують проектувальники, з урахуванням думок металознавців, технологів і дефектоскопістів. На підставі норм дефектності вибирають технічні засоби контролю, а також еталонні або тест-зразки і визначають умови проведення контролю.

При використанні неруйнуючих методів контролю встановлюють зв'язок між реальними розмірами дефектів і їх параметрами, що оцінюються при контролі. Ці параметри є критеріями бракування зварних з'єднань.

Так, наприклад, при ультразвуковому контролі про розмір дефекту судять по амплітуді відображеного сигналу від дефекту, тому для встановлення залежності між амплітудою відображеного сигналу від дефекту і його розмірами використовують еталони або тест-зразки з моделями допустимих дефектів.

У машинобудівних галузях промисловості, що випускають різні зварні вироби, норми допустимих дефектів встановлюють виходячи із ступеня

відповідальності виробів і з урахуванням практики розробки норм бракувань, що склалася, на конкретні види продукції.

По ступеню відповідальності зварні вироби розділяють, як правило, на три категорії. Кожній категорії відповідає певний рівень вимог до якості виробів. Так, в авіаційній промисловості відомі наступні три категорії відповідальності:

1 категорія - особливо відповідальні зварні вироби;

2 категорія - відповідальні зварні вироби;

3 категорія - маловідповідальні зварні вироби.

Для виробів першої категорії, що експлуатуються при змінних навантаженнях і в корозійному середовищі, використовують комплексну систему контролю, що передбачає застосування декількох методів неруйнуючого контролю. Для цієї категорії встановлюють найвищий рівень вимог. Вироби, що відносяться до третьої категорії відповідальності, зазвичай контролюють візуально. У зварних з'єднаннях цієї категорії не допускаються тільки наскрізні дефекти.

Категорію відповідальності встановлює конструктор спільно з експлуатаційниками виробів.

Тема 25 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

В процесі експлуатації зварних виробів відбувається старіння матеріалу, яке супроводиться зносом і руйнуванням. Ці явища приводять до появи несправностей і відмов виробів.

Несправність - це стан зварного з'єднання, при якому воно не відповідає хоча б одній вимозі НТД. Виріб, що характеризується несправністю, можна експлуатувати з урахуванням забезпечення постійного контролю за його експлуатацією.

Відмова - це повне порушення працездатності виробу, при якому подальша його експлуатація неможлива. Відмови можуть бути поступові і раптові.

Поступові відмови пов'язані з повільним (в'язким) руйнуванням виробу, а раптові відмови - з крихким руйнуванням виробу.

Знос - зміна розмірів, форми і стану поверхні зварного з'єднання. При зносі спостерігається поглиблення, збільшується шорсткість поверхні і має місце залишкова деформація поверхневого шару (наклеп).

Серед зварних з'єднань найбільш схильні до зносу зварні з'єднання, виконані контактним зварюванням.

Знос класифікують на види:

- механічний знос, виникає в елементах, що труться;
- абразивний знос, виникає в результаті попадання твердих частинок в зазор між елементами, які труться;
- корозійний знос, виникає за наявності навантажень і корозійного середовища;
- втомний знос, виникає при змінних навантаженнях.

Знос супроводиться руйнуванням і виникненням поверхневих мікротріщин. У зварних виробках виникають також втомні тріщини, а також тріщини, пов'язані з явищем повзучості.

Поява втомних тріщин пов'язана насамперед з впливом концентраторів напруг (забоїни, ризики, різкі переходи від шва до основного металу, від однієї товщини до іншої, наявність отворів). При дії змінних навантажень в найбільш слабкому місці виробу, де виникає залишкова напруга, що перевищує межу витривалості, з'являються мікротріщини, які розвиваються надалі до втомних тріщин, що приводять до раптового руйнування з'єднання (відмові) без видимих пластичних деформацій.

Великий вплив на втому має зміна температурних умов експлуатації (теплозміни) і дія корозійного середовища.

При цьому руйнування з'єднання відбувається при значно меншій напрузі. Поява тріщин повзучості пов'язана з повільним наростанням в часі пластичною деформацією матеріалу при тривалих механічних діях і нагріві.

Матеріали і зварні з'єднання, що працюють тривалий час при високих температурах, поступово руйнуються при напрузі значно меншій межі текучості.

На появу тріщин втоми і повзучості робить вплив низька пластичність металу, наявність дефектів - несучільностей у зварному шві, а також структурні зміни, пов'язані із зміцненням і розміцненням металу у процесі експлуатації..

При експлуатаційному контролі важливо фіксувати не тільки появу тріщин, але і знати кінетику їх розвитку в часі. Дослідження кінетики розвитку тріщин і руйнувань є завданням технічної діагностики зварного з'єднання.

Технічна діагностика - займається встановленням і вивченням ознак, які характеризують технічний стан виробів, для прогнозу можливих відхилень контролюємих параметрів (наприклад, довжина тріщини або товщина виробу) за допустимі межі, внаслідок чого виникають раптові відмови.

Технічна діагностика дає можливість оцінити тривалість експлуатації виробу, тобто його довговічність при появі дефектів. Методи технічної діагностики використовують для раціональної організації контролю працездатності зварних виробів у процесі експлуатації. Методи технічної діагностики розділяють на:

- експлуатаційні;
- розрахункові.

У розрахункових методах визначають напружений стан контрольованого зварного виробу за наявності дефектів. При цьому виконують моделювання стану дефектного з'єднання за допомогою комп'ютерної техніки.

До експериментальних методів дослідження працездатності дефектного з'єднання, відносять механічні випробування, наприклад, випробування на крихкість (тріщиностійкість), використане в механіці руйнування, для оцінки стійкості зварного з'єднання до крихкого руйнування.

Випробування на крихкість проводяться на зварних з'єднаннях із статичним вигином зразку, у якого виконаний надріз, у вершині зразка є штучна втомна тріщина. Зразок навантажують до моменту швидкого (нестабільного) розвитку тріщини. Потім по величині навантаження і довжині тріщини розраховують коефіцієнт інтенсивності напруги:

$$K_{ic} = \sigma_a \sqrt{\pi l_{тр}},$$

σ_a - максимальна (амплітудна) напруга;

$l_{тр}$ – довжина тріщини, при якій починається швидке її зростання.

Цей коефіцієнт є головним критерієм оцінки крихкості руйнування зварного з'єднання.

Якщо $\sigma \sqrt{\pi l} < K_{ic}$, де σ - напруга в даний момент навантаження, а l - поточна довжина тріщини, то тріщина не розвивається і руйнування не настає. Якщо $\sigma \sqrt{\pi l} > K_{ic}$, то тріщина нестабільна, швидко розвивається по довжині і виникає крихке руйнування.

Випробування на крихкість проводять для різних умов навантаження, що дозволяє встановити ресурс роботи виробу і оцінити вірогідність виникнення відмови. Знаючи коефіцієнт інтенсивності напруги і межу текучості металу можна по приведеній формулі визначити критичну величину тріщини, перевищення якої викликає крихке руйнування зварного з'єднання.

Аналогічні коефіцієнти можна визначити не тільки при статичних, але і динамічних навантаженнях.

Велику інформацію за визначенням характеру зон руйнування і зв'язок її з дефектами і концентраторами дають методи фрактографії (методи аналізу зламів).

По вигляду зламу можна визначити пластичність або крихкість металу чи зварного виробу.

Пластичні в'язкі метали дають волокнистий (з виступами) сірий злам з матовою поверхнею, оскільки характеризуються дрібнозернистою структурою. Крихкі матеріали мають блискучий, кристалічного вигляду злам, так як характеризуються грубозернистою структурою. Для вивчення макро- і мікрозламів використовують мікроскопи металографії і електронні.

По вигляду зламу можна судити також про дефекти зварного шва:

- пори виглядають як округлі або витягнуті порожнечі;
- гарячі тріщини мають темну окислену поверхню;
- холодні тріщини мають блискучу поверхню;
- металічні включення мають вид порожнеч з гострими краями;
- оксидні плівки, наприклад на алюмінієвих сплавах, мають волокнистий вигляд.

До експериментальних методів технічної діагностики відносять також методи товщинометрії, структуроскопії і інтроскопії, що є методами неруйнуючого контролю.

Тема 26 ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕРУЙНУЮЧОГО КОНТРОЛЮ В СТРУКТУРОСКОПІЇ, ТОВЩИНОМЕТРІЇ І ІНТРОСКОПІЇ ЗВАРНИХ ВИРОБІВ

Під *структуроскопією* розуміють контроль хімічного складу і неоднорідностей структури зварного з'єднання по аналізу його фізико-хімічних властивостей. До методів структуроскопії відносяться:

- Ультразвуковий структурний аналіз. Він заснований на визначенні амплітуди ультразвукових сигналів, отриманих на різних частотах, залежно від величини зерна або глибини міжкристалічної корозії.
- Вихореструмний структурний аналіз. Він заснований на залежності величини електропровідності металу від його структурного стану.
- Магнітний структурний аналіз. Він заснований на залежності магнітних властивостей металу при зміні його структури.

До методів товщинометрії відносять:

- Радіаційний метод. Він заснований на залежності інтенсивності іонізуючого випромінювання, що пройшов через контрольований об'єкт, від його товщини.

- Ультразвуковий метод. Реалізовується у вигляді ехо-імпульсного і резонансного методів. Ехо-імпульсний метод заснований на визначенні часу проходження імпульсу до зворотної поверхні і назад, а резонансний метод заснований на визначенні частоти ультразвукових коливань, при якій в контрольованому об'єкті виникають «стоячі хвилі», обумовлені явищем резонансу.

- Струмовихоровий метод. Він заснований на вимірюванні величини електроопору матеріалу при зміні його товщини.

До методів інтроскопії, заснованих на візуальному спостереженні внутрішньої будови контрольованого об'єкту відносять:

- Рентгеноскопічний метод. Він заснований на перетворенні іонізуючого випромінювання, яке пройшло через об'єкт, у електронне зображення на екрані відеомонітора з використанням рентгенотелевізійних установок.

- Метод рентгенівської обчислювальної томографії.

Він вирішує зворотню задачу інтроскопії, коли за об'ємною інформацією вимірювання інтенсивності випромінювання, що пройшло через контрольований об'єкт в різних напрямках, створюється світлотіньове зображення структури контрольованого шару виробу на екрані відеомонітора.

- Тепловий метод. Він заснований на отриманні видимого зображення структури контролюємого об'єкту по його тепловому випромінюванню.

- Метод ультразвукової томографії. Він дозволяє отримати на відеомоніторі поперечний перетин контрольованого об'єкту з вказівкою місця розташування дефекту і його координатами.

Тема 27 ОРГАНІЗАЦІЯ СЛУЖБИ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Технічний контроль розглядають як один з основних елементів системи управління якістю продукції, що випускається, на підприємстві. Інформація про якість контрольованої продукції є дуже важливою. Її правильне і своєчасне використання дозволяє оперативно удосконалювати конструкцію виробів і технологію їх виробництва, проводити необхідне регулювання технологічного процесу, не чекаючи появи дефектних виробів і вирішувати багато інших завдань. Вирішення цих завдань покладається на службу технічного контролю підприємства.

Основною метою служби технічного контролю є попередження появи браку продукції, що випускається.

Основним органом служби технічного контролю на підприємстві є відділ технічного контролю (ВТК). Склад, структура, права і обов'язки його визначаються «Положенням про відділ технічного контролю», затверджуваним керівником підприємства. Цей документ розробляється відповідно до галузевого типового положення про ВТК.

При організації відділу технічного контролю дотримуються наступних принципів:

- ВТК виконує контроль на всіх стадіях виробничого циклу виготовлення продукції, починаючи від матеріалів, що поступають на підприємство, і напівфабрикатів, і закінчуючи випуском готової продукції;
- ВТК централізується в єдиному органі по контролю якості продукції;
- ВТК є незалежним органом підприємства, оскільки начальник ВТК підчиняється тільки керівникові підприємства і працівники ВТК не залежать від адміністрації цехів і відділів;
- До складу працівників ВТК входять співробітники з числа висококваліфікованих спеціалістів виробництва;
- Операції технічного контролю вносять до технологічних карт в єдиній послідовності з виробничими операціями по виготовленню продукції.

- ВТК координує роботу не тільки по випуску якісної продукції, але і підтверджує зв'язок з її споживачами через розгляд рекламаций і відгуків гарантійних майстерень і ремонтного відділу підприємства;

- ВТК забезпечує постійне і надійне збереження єдності вимірювальних заходів на підприємстві і відповідність їх державним еталонам;

- ВТК організовує роботу і взаємовідношення з керівниками цехів і відділів по забезпеченню випуску якісної продукції.

Основними завданнями служби технічного контролю є:

- Вхідний контроль основних і зварювальних матеріалів, заготовок і напівфабрикатів;

- Операційний контроль технологічного процесу виготовлення виробів;

- Приймальний контроль готової продукції;

- Інспекційний контроль виробничого процесу виготовлення продукції (зберігання, транспортування, складування);

- Контроль за дотриманням і впровадженням нової нормативно-технічної документації (НТД);

- Накопичення, облік і аналіз інформації за якістю;

- Вдосконалення системи контролю і управління якістю;

- Участь в розробці методів і засобів контролю;

- Контроль за збереженням єдності вимірювальних заходів.

Відповідно до завдань на кожному підприємстві розробляється відповідна структура служби технічного контролю. У цю структуру входять:

- група вхідного контролю, що працює в системі служби матеріально-технічного постачання;

- група приймання готової продукції, що працює в системі служби збуту;

- лабораторія неруйнуючих методів контролю;

- технічне бюро та ін.

Основним завданням групи вхідного контролю є технічне приймання матеріалів, що поступають на підприємство, і напівфабрикатів, а групи

приймання готової продукції – перевірка відповідності її вимогам, що представляються. На неякісний матеріал оформляється акт – рекламація, що направляється підприємству-виготівникові, а на неякісну готову продукцію акт–повідомлення про брак, що направляється в цехи.

Під *рекламацією* розуміють заяву споживача про невідповідність продукції установленим вимогам.

Технічне бюро веде облік і аналіз браку, вивчає причини утворення дефектів і браку, розглядає рекламації споживачів продукції і аналізує причини її несправностей і відмов, бере участь в проведенні випробувань продукції, контролює заходи щодо усунення дефектів, підбирає і систематизує науково-технічну літературу, керівні і нормативні матеріали.

Основу відділу технічного контролю складають бюро технічного контролю (БТК), що працює у виробничих цехах підприємства. У обов'язки БТК входять:

- контроль за виготовленням продукції;
- оформлення технічної документації;
- облік браку;
- розробка заходів щодо усунення браку;
- інспекційний контроль за дотриманням технологічного процесу.

На підприємствах великосерійного і масового виробництва створюються групи статистичного контролю, які ведуть систематичний облік і аналіз якості продукції.

Група статистичного контролю здійснює статистичний аналіз стану технічного процесу і статистичний приймальний контроль готової продукції, а також займається питаннями розробки заходів щодо статистичного управління якістю продукції, що випускається, з метою попередження утворення браку.

Тема 28 ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ КОНТРОЛЮ

Технічну документацію контролю розділяють на три види:

1. Технологічна документація;
2. Супровідна документація;
3. Накопичувальна документація.

Під технологічною документацією розуміють операційні карти і відомості операцій.

Операційні карти (ОК) і відомості операцій (ВОП) використовують для опису технологічних операцій і технологічних процесів технічного контролю. У складі комплексу ЄСТД розроблений ГОСТ 3.1502-85 «ЄСТД. Форми і правила оформлення документів на технічний контроль».

Вибір технологічного документа визначає технолог виробництва, погоджуючи його з ВТК і метрологічною службою.

Операційні карти призначені для опису технологічних операцій технічного контролю з вказівкою змісту і послідовності переходів. Під переходом розуміють елементарну частину технологічної операції. Операційні карти, як правило, розробляють для складних операцій з великою кількістю переходів. Вони використовуються у великосерійному і масовому виробництві. В них указують контрольовані параметри, дані про вживані засоби технологічного оснащення і норм часу.

Відомості операцій призначені для операційного опису технологічних операцій технічного контролю в технологічній послідовності з вказівкою переходів. Їх розробляють в тому випадку, якщо технологічний процес містить велику кількість операцій технічного контролю, а самі операції складаються з двох - трьох нескладних переходів.

Відомості операцій і операційні карти повинні застосовуватися спільно з маршрутною картою (МК) або замінюючими її картами технологічного процесу (КТП) або картою типового (групового) технологічного процесу (КТТП)

залежно від того, розробляється комплект документів на одиничний або типовий (груповий) технологічний процес.

Залежно від складності виробу і об'єму контрольованих параметрів операції технічного контролю можуть входити в самостійний технологічний процес технічного контролю, так і бути складовими частинами технологічних процесів, спеціалізованих по методах обробки, оформлення і складання.

Найменування операцій технічного контролю слід застосовувати по класифікаторові технологічних операцій машинобудування і приладобудування.

Операції технічного контролю можуть бути описані в маршрутному або маршрутно-операційному описі (у одиничному і дрібносерійному виробництві) або в операційному описі (у великосерійному і масовому виробництві).

Для розробки технологічної документації на випробування у складі ЄСТД розроблений ГОСТ 3.1507- 84 «ЄСТД. Правила оформлення документів на випробування». Їх розробляють у формі маршрутних карт (МК).

Спільно з ОК, ВОП і МК можуть застосовуватися карти ескізів (КЕ), на яких розміщують графічне зображення зони виробу, що підлягають контролю або випробуванням, таблиці контрольованих параметрів, схеми і тому подібне.

При розробці технологічних документів використовують уніфіковані і машино-орієнтовані форми, що забезпечують можливість обробки що міститься в них інформації із застосуванням засобів обчислювальної техніки.

Супровідна документація супроводжує кожен виріб або партію виробів впродовж всього технологічного процесу. До супровідних документів відносять технологічний паспорт, технологічну бірку і супровідний ярлик.

Технологічний паспорт призначений для вказівки змісту виконуваних при виготовленні виробу операцій і проставляння підписів виконавців і контролюючих осіб. Документ використовується для обліку і аналізу результатів контролю при виготовленні особливо відповідальних виробів.

Технологічний паспорт оформляється також на специфічні технологічні процеси, наприклад, коли час виконання окремих операцій або між їх

виконанням регламентовано. Цей документ після приймання і здачі виробу зберігається у ВТК весь період, розрахований на експлуатацію виробу. У технологічний паспорт можуть входити допоміжні документи: карти вимірювань і випробувань. Їх використовують для реєстрації результатів вимірювання контрольованих параметрів при виготовленні виробів і реєстрації умов, режимів і контрольованих параметрів при проведенні випробувань. На картах проставляються дати виконання і підписи виконавців.

Технологічна бірка є різновидом паспорта і оформляється на декілька виробів одного типу.

Супровідний ярлик - є різновидом технологічної бірки при виготовленні великої партії.

На ряду підприємств до супровідних документів відносять робочі карти (робочі наряди, змінні завдання). У цих документах оформляються відомості, вказуючі загальну кількість контрольованих об'єктів і результати перевірки їх якості.

Накопичувальні документи використовуються для подальшого аналізу і узагальнення результатів контролю і отримання звідних карт (звітів) по контролю. До таких документів відносяться: акти (сповіщення) про брак, рекламацийні картки і журнали контролю технологічного процесу і ін.

Акти про брак оформляються контролерами ВТК. Він є основним первинним документом для обліку і аналізу браку. За брак вважається продукція, яка по своїй якості не відповідає НТД. На підставі актів складаються змінні або щоденні зведення по браку. Вони дозволяють більш поглиблено вивчати причини браку з метою розробки ефективних заходів по його усуненню.

Рекламацийна карта заповнюється після аналізу причин відмов продукції. Вона може бути корисною при подальшому узагальненні і зіставленні з даними контролю по інших рекламациях. У журнали контролю заноситься поточна інформація про контроль якості матеріалів і напівфабрикатів, стан

технологічних операцій і процесів та результати приймального контролю готової продукції.

Накопичувальна документація дозволяє отримати історію якості по випуску продукції даного типу з метою управління процесом виготовлення продукції і прогнозування її якості. Для систематизації відомостей про брак продукції і автоматизації обліку результатів контролю вводяться класифікатори. Вони є шифрами з набору цифр і букв. За допомогою шифру фіксують види і причини браку, а також їх винуватців.

При аналізі причин браку приймають до уваги наступні принципи:

- Спочатку формується припущення (версія), яка потім уточнюється шляхом проведення певної дослідницької роботи;
- Зону пошуку причин дефектності звужують, переходячи від загальної до приватної;
- Встановлюються чинники, що негативно діють на якість, і визначаються параметри, які потрібно контролювати;
- Аналіз причин дефектності має бути направлений на виявлення причинно-наслідкових зв'язків;
- Визначають найбільш істотні причини браку або відмови і результати дослідження зображають у вигляді діаграм або графіків;
- Якщо важко виявити окремі причини браку, які можуть бути залежні від декількох чинників, використовують методи статистичного аналізу.

При вивченні і аналізі браку або відмов зварних виробів можна виявити три групи причин:

1. **КОНСТРУКТИВНІ ПРИЧИНИ.** Вони є наслідком недосконалості методів розрахунку, недостатнього обліку реальних умов експлуатації і помилками у проектуванні виробу і технологічній підготовці виробництва.

2. **ВИРОБНИЧІ ПРИЧИНИ.** Вони є наслідком відхилень у виробничих процесах виготовлення виробів. Виробничі причини, як і дефекти, можна розділити на металургійні і технологічні причини.

Металургійні причини пов'язані з металургійними чинниками виробництва відливань і їх подальшої обробки для отримання зварюваних деталей. Технологічні причини пов'язані з:

- незадовільною підготовкою поверхні;
- низькою якістю складання;
- порушенням технології зварювання;
- низькою кваліфікацією зварювальників;
- несправністю устаткування;
- несприятливими виробничими умовами.

3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПРИЧИНИ. Вони пов'язані з порушенням умов експлуатації виробів.

Тема 29 СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Статистичні методи контролю відносяться до методів активного контролю, які використовуються у великосерійному і масовому виробництвах і якістю продукції, що забезпечує управління. В умовах великосерійного і масового виробництва суцільний контроль, який приймається для особливо відповідальних виробів, неможливий. До того ж суцільний контроль ще не гарантує суцільну якість, оскільки при суцільному контролі контролер швидко втомлюється, його увага слабшає і в результаті він може пропустити дефектний виріб і забракувати придатний виріб. Крім того, при суцільному контролі потрібне збільшення чисельності контролюючого персоналу враховуючи, що трудомісткість контролю нерідко перевищує трудомісткість самих технологічних операцій. У цих умовах вихід може бути знайдений у використанні статистичних методів контролю. Статистичні методи контролю засновані на використанні методів теорії вірогідності і математичної статистики при вибірковому контролі невеликій по кількості виробів вибірці (частини партії) і оцінюванні по її результатах якості всієї партії.

Статистичні методи контролю можна розділити на дві групи:

1. Статистичний приймальний контроль готової продукції;
2. Статистичне регулювання якості технологічних процесів.

Для організації статистичного приймального контролю готової продукції розробляють систему правил - план контролю. План контролю включає такі питання, як: об'єм контрольованої вибірки, процедуру відбору виробів у вибірку, процедуру ухвалення рішень про приймання партії або подальше продовження контролю, методику отримання узагальнених статистичних характеристик і так далі.

Розрізняють приймальний контроль за кількісним і якісним показниками.

До кількісних показників відносять:

- середню кількість дефектів на зварний шов;
- середню довжину дефектів на стик або погонний метр шва і ін.

До якісних показників відносять:

- частку дефектних виробів у партії;
- частку бракованих виробів у партії.

При ухваленні рішення про приймання партії або продовженні контролю можуть бути передбачені дві схеми.

1) Одноступеневий контроль. Рішення ухвалюється за наслідками контролю тільки однієї вибірки.

2) Двохступеневий контроль. Рішення ухвалюється на підставі контролю двох послідовних вибірок.

Якщо за наслідками двоступеневого контролю виявляється брак, то контроль ведуть всієї партії.

Статистичне регулювання якості технологічного процесу є методом попереджувального контролю, і полягає в тому, що в певні моменти часу контролюють параметри продукції і визначають їх відхилення від встановлених значень. Однією з основних умов якості масової продукції є її однорідність, тобто відповідність будь-якої кількості виробів вимогам, заданим на кресленні, у технічних умовах або стандарті. Проте в масовому виробництві навіть при

стабільному стані устаткування і стійкій наладці технологічного процесу виготовлені вироби мають різні відхилення від вимог, що викликаються двома групами причин.

Одна група причин обумовлена відхиленнями, що систематично повторюються, наприклад, у зв'язку із зносом настановних елементів складально-зварювальних пристосувань. Ці причини не випадкові і їх необхідно усувати. Інша група причин обумовлена випадковими відхиленнями. Вони зв'язані, наприклад, з раптовими змінами режиму роботи устаткування. Ці причини не постійні і їх заздалегідь усунути неможливо. Тому, в процесі виготовлення продукції необхідно систематично стежити за виникаючими відхиленнями і оперативно реагувати на них, не допускаючи розладнання технологічного устаткування і технологічного процесу в цілому, і тим самим, забезпечуючи управління якістю.

Для того, щоб забезпечити візуальне уявлення про хід (стабільність або нестабільність) технологічного процесу, необхідно використовувати контрольні карти. Вони будуються на бланках з сіткою, у якій по вертикалі відзначають значення контрольованих показників продукції, а по горизонталі - номери вибірок. Контрольні карти класифікують по кількісним і якісним показникам, а так само і за призначенням (для регулювання середнього стану або розсіяння).

Всяка контрольна карта складається з трьох горизонтальних ліній - контрольних меж. Центральна лінія являє середнє значення контрольованого параметра, а дві крайні лінії відповідають верхньому і нижньому технічному контрольному допуску. Вихід за ці контрольні межі приводить до браку, оскільки вони являють максимально допустимі межі зміни значень контрольованого параметра.

Щоб попередити можливість появи браку на карту між центральною і крайніми лініями наносять дві попереджувальні контрольні межі (попереджувальний допуск).

Попадання контрольованого показника в інтервал між межами технічного і попереджувального допусків є сигналом про відхилення від стабільності

технологічного процесу і можливого у подальшому появі браку при контролі іншої вибірки. У цьому випадку необхідно приймати заходи щодо коректування технологічного процесу. Якщо всі точки, відповідні вибіркоким середнім значенням контрольованого параметра виробу з вибірки, виявляються всередині верхньої або нижньої межі попереджувального допуску, то технологічний процес вважається таким, що знаходиться у контрольованому і стабільному стані. Процес вважається за контрольований, якщо систематичні відхилення регулярно виявляються і усуваються, а залишаються тільки випадкові відхилення, які, як правило, розподіляються відповідно до нормального закону розподілу.

Якщо ж за наслідками контролю вибірки спостерігається тенденція виходу контрольованого параметра за попереджувальні межі, то за процесом слід спостерігати більш уважно. Це дозволяє передбачати можливості появи недопустимих відхилень в майбутньому і розглянути необхідність підналадки устаткування на конкретній операції або ж підрегулювати хід технологічного процесу.

З метою управління якістю продукції окрім контрольних карт використовують гістограми, діаграми і інші інструменти управління.

Тема 30 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ПЕРСОНАЛУ ВІДДІЛУ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Персонал включає контролерів ВТК (БТК) і керівників робіт. До керівників робіт відносяться начальники бюро, груп і лабораторії, старші контрольні майстри і контрольні майстри.

Персонал відділу технічного контролю повинен пройти теоретичну підготовку, скласти іспит і бути атестованим на право проведення контрольних робіт. До персоналу пред'являють певні кваліфікаційні вимоги, встановлені в тарифно-кваліфікаційних довідниках і відомчих нормативних документах.

Контролери повинні мати середню або середню професійну освіту, пройти повний курс підготовки по методах і засобах контролю, знати властивості металу і технологічні особливості процесів виготовлення виробів, характер дефектів, що підлягають виявленню, критерії бракування, технологію контролю і нормативно - технічну документацію, володіти спостережливістю, сумлінністю і відповідальністю. Кваліфікація контролерів-дефектоскопістів відповідає 3-5 розряду.

Керівники робіт є, як правило, висококваліфікованими фахівцями з базовою освітою і стажем практичної роботи.

Для отримання допуску до виконання контрольних робіт і права керівництва цими роботами контролери і керівники мають бути атестовані в спеціальних атестаційних центрах.

Начальники ВТК (БТК) зобов'язані забезпечити роботу відділу технічного контролю на всіх етапах виробничого процесу виготовлення продукції, ухвалювати остаточні рішення про якість продукції, контролювати роботу цехів і відділів підприємства по усуненню причин утворення дефектів, забороняти використання контрольних - вимірювальних приладів, що не пройшли чергової перевірки і так далі

У цехах підприємств встановлюють контрольні пункти, які розташовуються поряд з обслуговуваною виробничою ділянкою по ходу технологічного процесу. Робоче контрольне місце має бути ізольоване від виробничої ділянки і оснащене необхідними контрольними-вимірювальними інструментами і приладами.

У особливо відповідальних випадках в цехах підприємств виділяють окремі приміщення, наприклад, рентгенівські бокси, обслуговуючі всі ділянки цеху.

При використанні простих методів контролю і при труднощах переміщення виробу контроль здійснюють безпосередньо на робочому місці. Контролери забезпечуються необхідною технічною документацією і клеймами для виконання маркування прийнятої продукції.

При проведенні контролю контролерами повинні виконуватися вимоги і правила техніки безпеки. Безпека при роботі з електроприладами забезпечується дотриманням «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» і «Типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств».

Якщо контрольні роботи пов'язані з професійно-шкідливими умовами, як, наприклад, з іонізуючим випромінюванням, вимоги безпеки забезпечуються дотриманням «Основних санітарних правил роботи з радіоактивною речовиною і джерелами іонізуючих випромінювань» і «Норм радіаційної безпеки».

При виконанні капілярного і магнітопорошкового контролю необхідно контролювати межі гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин відповідно до «Санітарних норм проектування промислових підприємств».

При організації праці контролерів важливе місце відводиться організації взаємовідношень ВТК з цехами і відділами підприємства, наприклад відділами головного конструктора, технолога або зварювальника, оскільки контроль ВТК не знімає відповідальності з керівників цехів і відділів за випуск неякісної продукції.

На сучасному етапі проблема підвищення якості випускаємої продукції повинна вирішуватися на основі системного підходу до аналізу всіх умов, що діють, і чинників та забезпечення виробництва ефективними методами контролю і управління якістю.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Волченко В.Н. Контроль качества сварных конструкций. – М.:Машиностроение, 1986.
2. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. – М.:Высшая школа, 1986.
3. Контроль качества сварных и паяных соединений. Учебное пособие/С.А.Федоров, МАТИ, М,1989.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Конспект лекцій з дисципліни «Контроль якості зварювання» для студентів
напряму 6.050504 «Зварювання»/ Укладач Ю.А.Гасило. –
Дніпродзержинськ:ДДТУ, 2015 - 89 с.

Укладач: Гасило Юрій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент

51918, м. Дніпродзержинськ, вул. Дніпробудівська,2

Підписано до друку _____ 2015 р.

Формат 80/34 1/16. Обсяг 2 др. арк.

Наклад 10 примірників. Замовлення _____