

ЗАСТОСУВАННЯ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ЩОДО ВИРОБНИЦТВА КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНИ

Перевезення вантажів на сьогодні, в період військового стану та блокування кордонів, є надзвичайно важливим і критичним для економіки України.

Все частіше перевізники та власники обирають перевезення вантажів в контейнер-цистернах автомобільним та залізничним транспортом.

Застосовуючи контейнер-цистерни, можна проводити транспортування газів; рідких, порошкоподібних та гранульованих небезпечних вантажів, в яких для їх випорожнення періодично утворюється тиск вище 0,07 МПа та ін. як по території країни так і за її межами.

Міжнародні перевезення вантажів різного типу є наразі дуже необхідними для підтримки економіки країни, розвитку машинобудування та будування партнерських відносин з європейськими країнами.

Аналіз перевізників і власників України дає змогу зробити висновок, що в 2023-2024 роках з'явилась тенденція до оновлення парків контейнер-цистерн і у зв'язку з чим виникає необхідність у виробництві нової продукції. Основою для якісного виробництва контейнер-цистерн, окрім іншого, є кваліфікована технологія зварювання, яка відповідає вимогам міжнародних стандартів.

Ключові слова: зварювання, міжнародні стандарти, контейнер-цистерна, якість, зварні з'єднання, матеріали.

Постановка проблеми. Для розробки нового складу наплавного матеріалу з метою отримання в наплавленому металі метастабільного зносостійкого покриття було визначено основні цілі: формування метастабільного аустеніту наплавленому металі; зниження витрат на легуючі елементи насамперед нікелю; регулювання властивостей наплавленого металу під час деформаційного мартенситного перетворення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологія зварювальних робіт у виробництві є досі вивченою науковою і практичною темою, і висвітлюється в роботах Маслова В.І., Биковського О.Г., Александрова О.Г., Пінковського І.В., а також на наукових конференціях, в монографіях та підручниках. Питання удосконалення конструкцій вагонів-цистерн в своїх роботах розглядав Павлюченко М.В.. Однак тема дослідження «Технологія зварювальних робіт при виробництві контейнер-цистерн» на 2024 рік не являє собою об'єкт загальних досліджень, основні вимоги до процесів розробляються виробниками контейнер-цистерн і викладаються у вигляді Технологічних інструкцій і Технічних умов на рівні практичного застосування. Однак, на думку авторів, ця тема повинна мати науковий підхід і практичний обмін, для можливості покращення виробничого прогресу в цій галузі.

Мета дослідження. Метою роботи є вивчення міжнародних стандартів при виконанні зварювальних робіт щодо виробництва контейнер-цистерн.

Основний матеріал дослідження. Основним показником якісної контейнер-цистерни є стандартизований підхід до технології зварювання. Найрозповсюдженіша контейнер-цистерна – представляє собою циліндричну цистерну, жорстко закріплену між двома торцевими рамами. У верхній частині знаходиться арматурний відсік контрольно-виміральної арматури, у нижній частині знаходиться арматурний відсік зливно-наливної арматури (див. рисунок 1). Котел, в свою чергу, є звареною циліндричною ємністю,

Машинобудування і зварювальне виробництво

виготовленою з листового прокату. З торців котла вварені днища. В одному з днищ встановлений люк-лаз діаметром 450-600 мм. У верхній та нижній частині обичайки вварені фланці та труби з фланцями для кріплення на них запірної, запобіжної, контроль-виміральної арматури.

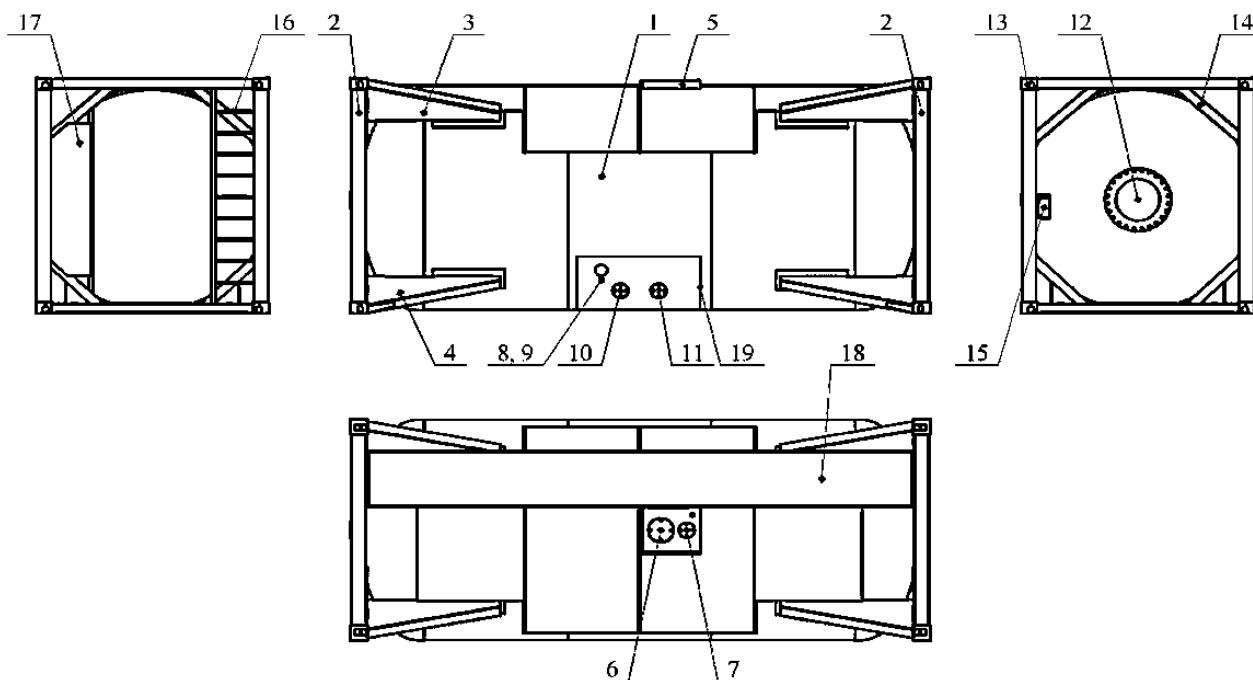


Рисунок 1 – Вигляд контейнер-цистерни

На рисунку 1 зображенні основні частини контейнер-цистерни, 1 – котел, 2 – торцеві рами, 3 – верхня опора, 4 – нижня опора, 5 – відсік контроль-виміральної арматури, 6 – клапан запобіжний, 7 – рівнемір, 8 – вентиль, 9 – манометр, 10 – пристрій зливу-наливу газової фази, 11 – пристрій зливу-наливу рідкої фази, 12 – люк-лаз, 13 – фітинг, 14 – розкіс, 15 – пенал, 16 – сходи, 17 – лист, 18 – площадка, 19 – нижній арматурний відсік [6].

При виготовленні контейнер-цистерни важливо розділяти дві основних складових виробу: ємність (резервуар) та рама. Для виготовлення ємності та рами можуть використовуватися різні марки сталі, відповідно до технологічної карти та процедури виробництва, що в свою чергу зобов'язує виробника, відповідно до міжнародних вимог, нормативних актів, та стандартів, використовувати різні методи зварювання. Рама виконується, в переважній більшості, із конструкційних марок сталі, наприклад S355J2+N. Рама контейнер-цистерни.

Обов'язковим етапом виробництва є незалежне підтвердження якості та присвоєння номера затвердження типу компетентним органом. Без виключення, виготовлення контейнер-цистерн відбувається під наглядом незалежного Сертифікованого органу (такого як Bureau Veritas, SGS, DNV GL та інші), далі СО, який в свою чергу контролює всі етапи виробництва, в тому числі і технологію зварювання [2].

Машинобудування і зварювальне виробництво



Рисунок 2 – Підготовка рами до зварювальних робіт



Рисунок 3 – Зварювання рами

Технологічні процеси зварювання, зварювальні матеріали, механічні характеристики зварних з'єднань повинні бути погоджені з СО, відповідати вимогам нормативної, конструкторської документації, технологічних карт. Міжнародне зварювальне виробництво контейнер-цистерн є складним і багатоаспектним процесом, з чітким виконанням нормативних вимог стандартів (див. рисунок 4, додаток 1). Основні критерії до якісного зварювального виробництва, відповідно до вимог міжнародних стандартів, включають в себе[2]:

- вимоги до персоналу, залученого до зварювального виробництва;
- вимоги до якості зварювального виробництва;
- вимоги до процесу випробування зварних швів і готової продукції;
- вимоги до технологічних процесів зварювального виробництва.

Машинобудування і зварювальне виробництво



Рисунок 4 – Міжнародні вимоги до якості зварювального виробництва контейнер-цистерн

Найпоширеніші методи зварювання: при виробництві контейнер-цистерн найпоширенішим методом зварювання є зварювання під шаром флюсу, на думку міжнародного фахівця Михайлова О.Є., міжнародного зварника Bureau Veritas, він має високу продуктивність процесу, необхідну якість і стабільність властивостей зварного з'єднання для виробництва контейнер-цистерн. При зварюванні під флюсом практично відсутні втрати на розбризкування електродного металу (не більше за 4%). Для утримання флюсу від зсипання при виконанні кільцевих швів необхідно використати спеціальні пристосування для утримання флюсу. Необхідно застосовувати ручне або напівавтоматичне зварювання із зворотної сторони для запобігання протіканню розплавленого металу в зазор.

Машинобудування і зварювальне виробництво

Зварювання може бути використане для з'єднання нових компонентів з існуючими конструкціями під час модернізації об'єкта.

Ручне дугове зварювання – сучасні технології (рис 5. (ММА)) є найпоширенішим і універсальним методом, який застосовується. Він дозволяє зварювати різні типи металів та здійснювати ремонт різних деталей та конструкцій [4]. Дозволяє виконати зварювальний шов в важкодоступному місці навіть в стелевому положенні що найчастіше необхідно для уникнення аварійної ситуації [5].

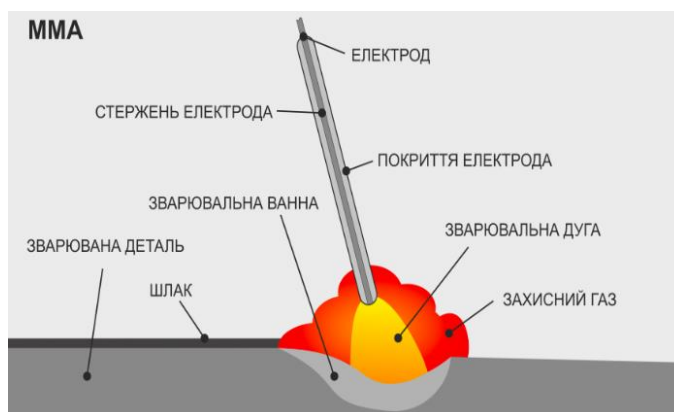


Рисунок 5 – ММА (ручне дугове зварювання)

Також в ході виробництва контейнер-цистерн використовують зварювання в захисних газах, цей метод, на думку Ніко Остхейзен, аудитора Welfit Oddy, потужного виробника контейнер-цистерн, має високу продуктивністю і в порівнянні зі зварюванням під шаром флюсу є більш чистим способом. В якості газів використовуються активні гази (CO_2 , O_2 , H_2 , N_2 , повітря), інертні гази (Ar , He), а також їх суміші. Інертні гази в основному застосовуються при виробництві контейнер-цистерн для зварювання кольорових металів і сплавів, а також середньо- і високолегованих неіржавіючих, жароміцних сталей..

Напівавтоматичне зварювання в захисному газі (рис. 2 (MIG/MAG)) використовує електродний дріт, який подається автоматично, що забезпечує більш високу якість зварювання порівняно з ручним дуговим зварюванням [5].

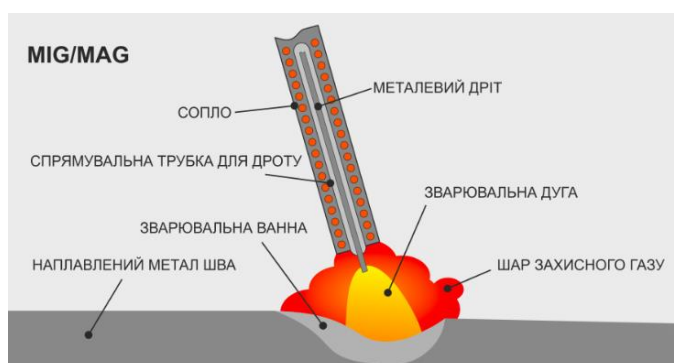


Рисунок 6 – MIG-MAG (напівавтоматичне зварювання)

Також слід відмітити, використання активних газів має важливий недолік – підвищене розбризкування розплавленого металу, доцільніше використати суміші активних і інертних

Машинобудування і зварювальне виробництво

газів [3]. Проте практика заводів-виробників контейнер-цистерн показує, що для зварювання даної конструкції раціональніше використати зварювання в середовищі захисних газів, звертаємо увагу, що цим способом зварювання виконуються не тільки основні шви, але і робляться прихвати при складанні.

Емпіричний метод дослідження типів контейнер-цистерн показав, що найпоширенішим матеріалом для виготовлення ємності є нержавіюча сталь марки 316L. Аналіз технічної документації та процедур зварювального виробництва міжнародних виробників контейнер-цистерн показав, що найбільш поширенішими в зварюванні є наступні три види газу для зварювання нержавіючої сталі:

1) Аргон (група I: інертні гази та суміші інертних газів). Зварювання нержавіючої сталі напівавтоматом в середовищі аргону широко використовується через естетичність одержуваних швів, але має недоліки у вигляді великої кількості бризок, нестабільності дуги і високої вартості.

2) Вуглекислий газ (група C: високоокислювальний газ та сильноокислювальні суміші). Зварювання напівавтоматом нержавіючої сталі в середовищі вуглекислого газу - найдешевший варіант, але через ще більшу кількість бризок, ніж при аргоні, шви виходять дуже грубими.

3) Суміш аргону та вуглекислого газу (групи M1, M2 та M3: окисні суміші, що містять кисень та/або діоксид вуглецю;). В основному ці суміші містять 98% аргону та 2% вуглекислого газу, або 95% і 5% відповідно. Це найоптимальніший варіант, тому що він поєднує в собі і доступну вартість, і хорошу якість шва.

В залежності від типу зварювання використовують різні електроди або дріт, наприклад:

– **ER318Si** - дріт застосовується для зварювання нержавіючих Cr-Ni-Mo і Cr-Ni сталей, стабілізованих або нестабілізованих, наприклад: 316, 316L і 316Ti, також як 304, 304L, 321, 347, для температури експлуатації до 40. міжкристалітної корозії і піттингу;

– **ER317L** - дріт застосовується для зварювання нержавіючих Cr-Ni-Mo низьковуглецевих сталей, наприклад: 316L, 317L, для застосування в агресивних корозійних умовах, у т.ч. нафтохімічної та целюлозно-паперової промисловості;

– **AWS E-316** - рутиловий нержавіючий електрод призначений для зварювання сталей типу 1.4435 / 316L. Електроди BÖHLER AWS E316L-17 мають хороші зварювально-технологічні властивості при зварюванні як на постійному, так і на змінному струмі, високу допустиму щільність струму, мінімальне розбризування, гладкий і чистий наплавлений валик; вологостійке покриття та герметичну упаковку електродів, що перешкоджає утворенню пористості. Високолегований сердечник електрода забезпечує найбільш надійну корозійну стійкість. Стійкість до міжкристалітної корозії до + 400 ° C;




– **AS P 316L** - електроди для зварювання AS P 316L мають дуже малий вміст водню. Відмінно зарекомендували себе при зварюванні, коли до стійкості до міжкристалітної корозії передбачені підвищені вимоги. Початковий і повторний підпал комфортний, шлак легко видаляється без залишків, шов має дрібношуйчастий вигляд.

Після зварювання всі шви та навколошовні зони мають бути очищені від слідів шлаку та зварювальних бризок. Допускаються окремі зварювальні бризки, зварені з металом. Усі зварні шви цистерни підлягають тавруванню, що дозволяє встановити зварювальника, який виконав шви. Результати неруйнівного контролю зварних швів повинні зберігатися на підприємстві-виробнику протягом 15-20 років, це загально прийнятий термін життєдіяльності контейнер-цистерни. Для виготовлення деталей, що піддаються зварюванню, застосовується сталь із гарантією зварюваності. Всі матеріали, що застосовуються для виготовлення контейнер-цистерни, повинні мати сертифікати підприємств-постачальників з відміткою погодження СО [7-9].

Машинобудування і зварювальне виробництво

Основним методом підтвердження якості зварювального виробництва є підтвердження виконання вимог до процесу випробування зварних швів і готової продукції: неруйнівний контроль зварних стикових з'єднань котла, швів приварювання люка, штуцерів робиться в обсязі 100% після остаточного збирання котла під наглядом СО. При контролі зварних з'єднань котла на наявність дефектів перевіряється просвічуванням рентгенівськими або гамма-променями. Дефектні ділянки зварних швів, виявлені під час неруйнівного контролю, мають бути видалені, знову заварені і знов пройти неруйнівний контроль. Методи та якість усунення дефектів повинні забезпечувати необхідну надійність та безпеку роботи контейнер-цистерни. Приклади основних дефектів наведені в Таблиці 1, відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 6520-1 [10-16], міжнародні стандарти якості наведено у таблиці 2.

Таблиця 1 – Основні дефекти зварювання

| Фото дефекту | Вид дефекту | Опис/шляхи усунення дефекту |
|---|---------------------------|---|
|  | непровари | усувають за допомогою підвищення потужності дуги зварювання, збільшенням динаміки дуги, і зменшенням її довжини. Для уникнення необхідно стежити за швидкістю зварювання та готувати сполучні кромки для зварювання |
|  | кратери | можуть проявитися при різкому обриві дуги. |
|  | гарячі та холодні тріщини | з'являються при застосуванні невідповідного матеріалу для присадки, або неправильного зварювання кратера |
|  | пори | відносяться до найпоширенішого дефекту зварювальних швів, можуть утворюватися через бруд, поганий захист ванни, масла, фарби або іржі. Усунувши ці причини, кількість цих дефектів буде зменшено в кілька разів. |

Машинобудування і зварювальне виробництво

Кожен контейнер-цистерна після складання та проведення контролю зварних з'єднань (фланці, патрубки та інші деталі та вузли, що працюють під тиском, а також штатні металовироби їх кріплень) підлягає зовнішньому та внутрішньому огляду, гідравлічним випробуванням під тиском (див. рисунок 7-8), випробовується на герметичність, на міцність та щільність металу та зварних швів випробувальним тиском відповідно до характеристики контейнер-цистерни та конструкторської документації.



Рисунок 7 – Гідравлічні випробування



Рисунок 8 – Зовнішній огляд під час гідравлічних випробувань

Машинобудування і зварювальне виробництво

Таблиця 2 – Міжнародні стандарти якості зварювального виробництва

| Назва міжнародних стандартів | Опис вимоги |
|--|---|
| EN ISO 9606-1:2017 Qualification testing of welders - Fusion welding - Part 1: Steels (Кваліфікаційні випробування зварників. зварювання плавленням. Частина 1. Сталі) | Встановлення вимог для персоналу, залученого до зварювального виробництва |
| ISO 9606-2:2004 Qualification test of welders Fusion welding Part 2: Aluminium and aluminium alloys (Кваліфікаційні випробування зварників. зварка плавленням. Частина 2. Алюміній та алюмінієві сплави) | |
| ISO 9606-3:1999 Approval testing of welders Fusion welding Part 3: Copper and copper alloys (Кваліфікаційні випробування зварників. зварка плавленням. Частина 4. Нікель і нікелеві сплави) | |
| ISO 9606-5:2000 Approval testing of welders Fusion welding Part 5: Titanium and titanium alloys, zirconium and zirconium alloys (Кваліфікаційні випробування зварників. зварка плавленням. Частина 5. Титан і титанові сплави, цирконій і цирконієві сплави) | |
| ISO 14732:2013 Welding personnel. Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials (Зварювальний персонал – кваліфікаційні випробування операторів зварки і налагоджувачів зварювального обладнання для механізованої і автоматичної зварки металевих матеріалів) | |
| ISO 9712:2021 Non-destructive testing Qualification and certification of NDT personnel (Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу неруйнівного контролю) | |
| ISO 17660-1:2006 Welding. Welding of reinforcing steel. Part 1: Load-bearing welded joints (Зварювання. зварювання арматурної сталі. Частина 1. Несучі зварні шви) | |
| ISO 3834-1:2021 Quality requirements for fusion welding of metallic materials Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements (Вимоги до якості зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 1. Критерії для вибирання відповідного рівня вимог до якості) | Вимоги якості до зварювального виробництва |
| ISO 3834-2:2021 Quality requirements for fusion welding of metallic materials. Part 2: Comprehensive quality requirements (Вимоги до якості для зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 2. Комплексні вимоги до якості) | |
| ISO 3834-3:2021 Quality requirements for fusion welding of metallic materials. Part 3: Standard quality requirements (Вимоги до якості зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 3. Типові вимоги до якості) | |
| ISO 3834-4:2021 Quality requirements for fusion welding of metallic materials. Part 4: Elementary quality requirements (Вимоги до якості зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 4. Елементарні вимоги до якості) | |

Машинобудування і зварювальне виробництво

| | |
|---|--|
| ISO 3834-5:2021 Quality requirements for fusion welding of metallic materials. Part 5: Documents with which it is necessary to conform to claim conformity to the quality requirements of ISO 3834-2, ISO 3834-3 or ISO 3834-4 (Вимоги до якості для зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 5. Документи на відповідність вимогам якості ISO 3834-2, ISO 3834-3 або ISO 3834-4) | |
| ISO 17639:2022 Destructive tests on welds in metallic materials Macroscopic and microscopic examination of welds (Руйнуючі випробування зварних швів металевих матеріалів-Макроскопічне і мікроскопічне дослідження зварних швів) | |
| EN ISO 22825:2017 Non-destructive testing of welds Ultrasonic testing. Testing of welds in austenitic steels and nickel-based alloys (Неруйнівний контроль зварних швів. Ультразвуковий контроль. Контроль зварних швів в аустенітних сталях і сплавах на основі нікелю) | |
| EN ISO 17636-2:2022 Non-destructive testing of welds - Radiographic testing - Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors (ISO 17636-2:2022, Corrected version 2023-02) (Неруйнівне випробування зварних швів. Радіографічне випробування. Частина 2. Методи рентгенівського та гамма-випромінювання з цифровими детекторами (ISO 17636-2:2022, виправлена версія 2023-02)) | Випробування на перевірка зварних швів |
| EN ISO 5178:2019 Destructive tests on welds in metallic materials. Longitudinal tensile test on weld metal in fusion welded joints (Руйнівні випробування зварних швів металевих матеріалів. Випробування на поздовжній розтяг металу швів у зварних з'єднаннях оплавленням) | |
| ISO 5817:2023 Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections (Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів) | |
| ISO 17639:2022 Destructive tests on welds in metallic materials. Macroscopic and microscopic examination of welds (Випробування на руйнування зварних швів металевих матеріалів. Макроскопічне та мікроскопічне дослідження зварних швів) | |
| EN 764-5:2014 Pressure equipment - Part 5: Inspection documentation of metallic materials and compliance with the material specification (Обладнання, що працює під тиском. Частина 5. Документи щодо контролювання металевих матеріалів і відповідності специфікації на матеріали) | |
| EN 10222-4:2017/FPRA1 Steel forgings for pressure purposes - Part 4: Weldable fine grain steels with high proof strength (Поковки сталеві для роботи під тиском. Частина 4. Зварювальні дрібнозернисті сталі з високою границею плинності) | Технічні умови та технологічні аспекти зварювального виробництва |
| EN 10222-5:2017 Steel forgings for pressure purposes - Part 5: Martensitic, austenitic and austenitic-ferritic stainless steels (Поковки сталеві для роботи під тиском. Частина 5. Мартенситні, аустенітні та аустенітно-феритні неіржавкі сталі) | |
| EN 10253-2:2021 Butt-welding pipe fittings - Part 2: Non alloy and ferritic alloy steels with specific inspection requirements | |

Машинобудування і зварювальне виробництво

| | |
|---|--|
| (Фітинги для стикового зварювання. Частина 2. Нелеговані та феритні леговані сталі з вимогами особливого контролювання) | |
| ISO 14172:2023 Welding consumables Covered electrodes for manual metal arc welding of nickel and nickel alloys. Classification (Сварочные материалы. Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки никеля и его сплавов. Классификация) | |
| EN ISO 14175:2008 Welding consumables - gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes (Зварювальні матеріали - гази та газові суміші для зварювання плавленням та суміжних процесів) | |
| EN ISO 9692-2:2024 Welding and allied processes - Joint preparation - Part 2: Submerged arc welding of steels (Зварювання та споріднені процеси. Підготовка з'єднання. Частина 2. Дугове зварювання під флюсом сталі) | |

ВИСНОВКИ

Технологія зварювальних робіт при виробництві контейнер-цистерн повинна відповідати сучасним вимогам зварювального виробництва, таким як міжнародні стандарти ISO 3834, ISO 15614, ISO 9606-1, ISO 17662 та інші, впроваджуючи прогресивне зварювальне обладнання і сучасні технології зварювання. На всіх етапах зварювального виробництва контейнер-цистерн повинний бути використаний принципово якісний підхід, який ґрунтується на вимогах міжнародних стандартів серії ISO 3834. Сучасний виробник повинен акцентувати увагу на поліпшенні якості виготовлення контейнер-цистерн. Оскільки навіть при добре відпрацьованій технології зварки можливі дефекти, що приводять до зниження надійності контейнер-цистерн, необхідна розробка та впровадження сучасних методів неруйнівного контролю, відповідно до вимог міжнародних стандартів EN ISO 9712, EN ISO 17637, EN ISO 17640 та інших. Практика сучасних заводів-виробників контейнер-цистерн світу, таких як VAN HOOL, WELFET ODDY, Nantong CIMC Tank Equipment Co. Ltd., MCC TianGong Equipment Ltd., показує, що правильна організація процесів, а також стандартизоване застосування та поєднання методів і технологій зварки при контролі, дозволяють з великою вірогідністю оцінити якість зварних з'єднань і виготовити якісну продукцію.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 668:2015 Вантажні контейнери серії 1. Класифікація, розміри та номінальні характеристики (ISO 668:2013, IDT).
2. ISO 3834-2:2021, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 2: Comprehensive quality requirements/
 URL: <https://i2.saiglobal.com/management/display/index/4/397513//c106273dee3d5f625fd46a40358159bf>
3. EN ISO 9692-1:2013, Welding and allied processes - Types of joint preparation - Part 1: Manual metal arc welding, gas-shielded metal arc welding, gas welding, TIG welding and beam welding of steels/
 URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=79480

Машинобудування і зварювальне виробництво

4. Nalle, C. Y., Aditya, M. B., Putra, F. G. A. P., Nalle, M. N., & Sumarta, R. P. (2024, January). Analysis of Electric Current on Aluminum Plate Welding Using MMA (Manual Metal Arc) Method. In Proceeding of International Conference on Artificial Intelligence, Navigation, Engineering, and Aviation Technology (ICANEAT) (Vol. 1, No. 1, pp. 144-146). <https://ejournal.icpa-banyuwangi.ac.id/index.php/icaneat/article/view/222>
5. Main types of performance. <https://plasmatec-weld.com.ua/news/osnovni-vidi-zvaryuvannya>
6. EN 13314:2002 Tanks for transport of dangerous goods —Service equipment for tanks — Fill hole cover URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=88219
7. EN 764-5:2014 Pressure equipment - Part 5: Inspection documentation of metallic materials and compliance with the material specification (Обладнання, що працює під тиском. Частина 5. Документи щодо контролювання металевих матеріалів і відповідності специфікації на матеріали) URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/b8fa8758-31c8-459e-a9b0-8629ab3d8978/en-764-5-2014>
8. EN 10222-4:2017/FPRA1 Steel forgings for pressure purposes - Part 4: Weldable fine grain steels with high proof strength (Поковки сталеві для роботи під тиском. Частина 4. Зварювальні дрібнозернисті сталі з високою границею плинності) URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/f0d218fb-4953-4150-926e-01548851438e/en-10222-2-2017-fpra1>
9. EN 10222-5:2017 Steel forgings for pressure purposes - Part 5: Martensitic, austenitic and austenitic-ferritic stainless steels (Поковки сталеві для роботи під тиском. Частина 5. Мартенситні, аустенічні та аустенітно-феритні неіржавкі сталі) URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/5c45a4bd-c201-48a6-ab42-97aaa30bca39/en-10222-5-2017>
10. EN 10253-2:2021 Butt-welding pipe fittings - Part 2: Non alloy and ferritic alloy steels with specific inspection requirements (Фітинги для стикового зварювання. Частина 2. Нелеговані та феритні леговані сталі з вимогами особливого контролювання) URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/e108feee-036e-4a57-bec5-16fd0c22201d/en-10253-2-2007>
11. ISO 14172:2023 Welding consumables. Covered electrodes for manual metal arc welding of nickel and nickel alloys. Classification (Сварочные материалы. Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки никеля и его сплавов. Классификация) URL: <https://www.iso.org/standard/81939.html>
12. ISO 6520-1:2007 Welding and allied processes Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding URL: <https://www.iso.org/ru/standard/40229.html>
13. EN 13094:2020+A1:2022 Tanks for the transport of dangerous goods - Metallic gravity-discharge tanks - Design and construction URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/bf39ff47-dde2-4116-9dbc-6609465f5b70/en-13094-2020a1-2022>
14. ДСТУ EN 13317:2019 Цистерни для перевезення небезпечних вантажів. Устаткування для обслуговування резервуарів. Комплект кришки люка (EN 13317:2002, IDT) URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=88344
15. EN 14025:2003 Tanks for transport of dangerous goods —Service equipment for tanks — Vapour transfer valve URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=88854
16. EN 14432:2014, Tanks for the transport of dangerous goods —Tank equipment for the transport of liquid chemicals and liquefied gases —Product discharge and air inlet valves/ URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=88236
17. EN 14564:2019 Tanks for transport of dangerous goods – Terminology URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/594e6465-d3b0-478c-b9cc-a1d6af60d8ab/en-14564-2019>

18. EN 14595:2005 Tanks for transport of dangerous goods —Service equipment for tanks — Pressure and Vacuum Breather Vent/ URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=88354

19. ISO 17662:2016 Welding — Calibration, verification and validation of equipment used for welding, including ancillary activities/ URL:<https://i2.saiglobal.com/management/display/index/0/422624//443373246712813cdf82ccb37bf67a4d>

Zaharova I.V., Litvinenko Y.S., Svalyavin V.I.

THE USE OF INTERNATIONAL STANDARDS IN THE WELDING PROCESS FOR THE PRODUCTION OF TANK CONTAINERS

The transportation of goods today, during the period of martial law and blocking of borders, is extremely important and critical for the economy of Ukraine.

More and more often, carriers and owners choose to transport goods in tank containers by road and rail transport.

Gas transportation can be carried out using tank containers; liquid, powdery and granular dangerous goods, in which a pressure higher than 0.07 MPa is periodically generated for their emptying, etc. both on the territory of the country and abroad.

International transportation of various types of cargo is currently very necessary to support the country's economy, develop mechanical engineering, and build partnerships with European countries.

The analysis of transporters and owners of Ukraine makes it possible to conclude that in 2023-2024 there is a tendency to update container-tank fleets and in connection with this there is a need for the production of new products. The basis for high-quality production of tank containers, among other things, is a qualified welding technology that meets the requirements of international standards.

Keywords: *welding, international standards, tank container, quality, welded joints, materials.*

Стаття надійшла 20.03.2024 р.

УДК 669.018.44:[620.178.16+620.193]:669.017

doi.org/10.31498/2522-9990272024303149

Івахненко Є.І., Воденнікова О.С., Парахнєвич Є.М.,
Воденніков С.А., Капустян О.Є.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖАРОСТІЙКИХ СПЛАВІВ В УМОВАХ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО АБРАЗІВНО-КОРОЗІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ

Основні процеси горно-металургійного виробництва пов'язані з термічною обробкою матеріалів. Найпоширеніше застосування в цих технологіях мають обертальні термічні печі (технології прокалювання, спікання, обпалювання, сушіння, агломерації та інші). Надійність роботи обладнання обумовлена стійкістю до руйнування окремих деталей обмеженої номенклатури (порогові упори, безболтові полки, колосники, броні та інші). Литі деталі виготовляються з високолегованих аустенітних і аустеніто-феритних сталей марок типу 35X18H24C2Л, 40X24H12CЛ та 35X23H7CЛ згідно з ДСТУ 8781:2018.

Аналіз експлуатації литих деталей за високих температур (900–1200 °С) в складних умовах абразивно-корозійного зношування показав, що їх руйнування відбувається по місцях