

ГЛОСАРІЙ ФІЗИЧНИХ ТЕРМІНІВ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ

70 термінів за п'ятьма змістовими модулями. Навчально-методичне видання для самостійної роботи

Дисципліна: Фізика (ОК 7)

Галузь знань: G — Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G9 — Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво»

Освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

ЯК КОРИСТУВАТИСЯ ЦИМ ГЛОСАРІЄМ

Це не перелік означень для механічного заучування. Проблема більшості технічних словників у тому, що після прочитання означення термін залишається таким самим незрозумілим, як був. Тут кожне поняття розкрито у трьох вимірах:

Визначення. Як поняття формулюється у фізиці — коротко й точно, з математичним записом там, де він потрібен.

У зварювальному виробництві. Де саме це працює у вашій майбутній роботі: у дузі, у ванні, у шві, на посту, у лабораторії контролю.

На що зважати. Типова помилка, характерна похибка або практичний нюанс, через який розрахунок дає невірний результат.

Терміни згруповано за п'ятьма змістовими модулями курсу. Користуйтеся глосарієм під час підготовки до модульних контролів, виконання самостійної роботи та оформлення розрахунків — точність термінології входить до критеріїв оцінювання.

МОДУЛЬ I. МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ ГІДРОСТАТИКИ АБСОЛЮТНА ПОХИБКА

Визначення. Модуль різниці між вимірним і дійсним значенням величини. Позначається Δx , має ту саму розмірність, що й сама величина.

У зварювальному виробництві. Визначає, скільки цифр у результаті вимірювання мають фізичний зміст. Шаблон УШС-3 із ціною поділки 0,5 мм не дозволяє записати катет шва як 6,37 мм — правильний запис 6,5 мм.

На що зважати. Похибку округлюють у більший бік до однієї значущої цифри, а результат — до того самого розряду, що й похибка.

ВІДНОСНА ПОХИБКА

Визначення. Відношення абсолютної похибки до виміряного значення, виражене у відсотках. Характеризує якість вимірювання.

У зварювальному виробництві. Дозволяє порівняти точність вимірювань різних величин. Похибка 10 А при струмі 400 А несуттєва, при струмі 60 А — робить вимірювання марним.

На що зважати. При множенні й діленні складаються відносні похибки, при додаванні — абсолютні. Точність кінцевого результату визначає найгірший прилад у ланцюжку.

КЛАС ТОЧНОСТІ

Визначення. Число, що показує зведену похибку приладу у відсотках від верхньої межі його шкали, а не від показу.

У зварювальному виробництві. Амперметр класу 2,5 зі шкалою до 500 А дає похибку 12,5 А на будь-якій позначці. Тому прилад підбирають так, щоб робоче значення лежало у верхній третині шкали.

На що зважати. Найпоширеніша помилка — рахувати похибку у відсотках від показу. На початку шкали реальна відносна похибка може перевищувати клас точності вдесятеро.

ШВИДКІСТЬ ЗВАРЮВАННЯ

Визначення. Відношення довжини виконаного шва до часу його виконання. У технологічних картах подається в см/хв, м/год або м/хв.

У зварювальному виробництві. Разом зі струмом і напругою визначає погонну енергію, а через неї — розміри ванни, глибину проплавлення й ширину зони термічного впливу.

На що зважати. Збільшення швидкості вдвічі при незмінному струмі вдвічі зменшує погонну енергію. Наслідок — менше проплавлення й ризик непровару, а не просто «швидше зроблено».

СИЛА ТЕРТЯ КОВЗАННЯ

Визначення. Сила, що протидіє відносному руху дотичних поверхонь. Пропорційна силі нормального тиску з коефіцієнтом тертя, залежним від пари матеріалів і стану поверхонь.

У зварювальному виробництві. Одночасно корисна й шкідлива: завдяки тертю ролики проштовхують дріт, і через тертя дріт застрягає в забрудненому напрямному каналі пальника.

На що зважати. Нестабільне горіння дуги при напіваавтоматичному зварюванні найчастіше спричинене не джерелом, а зім'ятим або забрудненим каналом і зношеним наконечником.

ПОТУЖНІСТЬ ДУГИ

Визначення. Добуток напруги на дузі та зварювального струму. Вимірюється у ватах і кіловатах.

У зварювальному виробництві. Основна енергетична характеристика режиму. Саме вона перетворюється на теплоту в дузі, частина якої надходить у виріб.

На що зважати. Не плутайте три різні потужності: споживану з мережі, потужність дуги та корисну теплову. Кожен перехід між ними супроводжується множенням на ККД, менший за одиницю.

КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ

Визначення. Відношення корисно використаної енергії до затраченої. Завжди менший за одиницю.

У зварювальному виробництві. Ефективний ККД нагрівання виробу: ручне дугове 0,7–0,8; під флюсом 0,85–0,9; аргонодугове неплавким електродом 0,5–0,6; газове 0,3–0,4.

На що зважати. Термічний ККД проплавлення — інша величина, вона рідко перевищує 0,3. Більшість теплоти йде на нагрівання деталі поза швом, а не на плавлення.

ПОГОННА ЕНЕРГІЯ

Визначення. Кількість теплоти, введена в метал на одиницю довжини шва. Дорівнює ефективній тепловій потужності, поділеній на швидкість зварювання. Вимірюється в кДж/см або кДж/мм.

У зварювальному виробництві. Узагальнений параметр режиму. Визначає розміри ванни, ширину зони термічного впливу та швидкість охолодження, а через неї — структуру і властивості з'єднання.

На що зважати. Збільшення погонної енергії знижує ризик загартування й холодних тріщин, але розширює зону термічного впливу, укрупнює зерно й підвищує деформації. Це завжди компроміс, тому в карті вказують діапазон, а не одне число.

ТИСК

Визначення. Сила, що діє перпендикулярно до поверхні, віднесена до площі цієї поверхні. Одиниця СІ — паскаль.

У зварювальному виробництві. Тиск у балоні 15 МПа для аргону й кисню, 5–6 МПа для вуглекислоти; робочий тиск на виході редуктора — десяті частки мегапаскаля.

На що зважати. $1 \text{ МПа} \approx 10 \text{ бар} \approx 10,2 \text{ кгс/см}^2$. Переведення виконують до початку розрахунку, а не після. Показ манометра — надлишковий тиск, абсолютний більший на атмосферний.

ЗАКОН ПАСКАЛЯ

Визначення. Тиск, створений у рідині або газі, передається в усі боки без зміни.

У зварювальному виробництві. Основа роботи гідравлічних пресів для гнуття й правки листа, гідроприводів затискачів у складально-зварювальних пристроях, домкратів.

На що зважати. Виграш у силі супроводжується програшем у переміщенні: великий поршень проходить у стільки ж разів менший шлях. Енергія не створюється.

РІВНЯННЯ НЕРОЗРИВНОСТІ

Визначення. Для стаціонарного потоку добуток площі перерізу на швидкість сталий: де переріз вузький, там швидкість більша.

У зварювальному виробництві. Пояснює прискорення струменя захисного газу в соплі пальника й у соплі плазмотрона.

На що зважати. У парі з рівнянням Бернуллі пояснює, чому надто швидкий струмінь підсмоктує повітря: тиск у ньому падає нижче атмосферного, і в зону зварювання затягується кисень та азот.

МЕХАНІЧНЕ НАПРУЖЕННЯ

Визначення. Внутрішня сила, віднесена до площі перерізу. Позначається σ для нормального й τ для дотичного. Одиниця — паскаль, на практиці мегапаскаль.

У зварювальному виробництві. Саме напруження, а не сила, визначає, чи витримає з'єднання. Для кутового шва небезпечний переріз дорівнює добутку 0,7 катета на довжину шва.

На що зважати. Кутовий шов практично завжди працює на зріз, а не на розтяг. Розрахунок за повним катетом замість 0,7 катета завищує міцність приблизно на 40 %.

МОДУЛЬ ЮНГА

Визначення. Коефіцієнт пропорційності між напруженням і відносною деформацією в пружній області. Характеризує жорсткість матеріалу.

У зварювальному виробництві. Для сталі приблизно 200 ГПа, для міді 110 ГПа, для алюмінію 70 ГПа. Використовується в розрахунку термічних напружень і пружних деформацій конструкції.

На що зважати. Жорсткість і міцність — різні властивості. Чавун має високий модуль Юнга і водночас крихкий. Великий модуль означає малу деформацію, а не високу несучу здатність.

ГРАНИЦЯ ТЕКУЧОСТІ

Визначення. Напруження, за якого матеріал починає деформуватися без помітного зростання навантаження. Для сталі Ст3 становить близько 245 МПа.

У зварювальному виробництві. Базова величина для призначення допустимих напружень; робочі напруження приймають із запасом від півтора до трьох відносно неї.

На що зважати. Границя текучості знижується з підвищенням температури. Саме тому при 600–650 °С залишкові напруження релаксують — на цьому побудований високий відпуск для зняття напружень.

КОНЦЕНТРАТОР НАПРУЖЕНЬ

Визначення. Місцева особливість геометрії або дефект, біля якого напруження значно перевищує середнє по перерізу.

У зварювальному виробництві. Підріз, непровар, шлакове включення, різкий перехід від шва до основного металу, необроблений кратер, гострий кут конструкції.

На що зважати. Концентратор не зменшує міцність матеріалу, а перерозподіляє напруження. При змінному навантаженні втомне руйнування практично завжди починається саме від нього, навіть коли статичної міцності вистачало з великим запасом.

МОДУЛЬ П. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ

Визначення. Теорія, що пояснює властивості речовини рухом і взаємодією її частинок. Спирається на три положення: речовина складається з частинок, частинки рухаються хаотично, частинки взаємодіють.

У зварювальному виробництві. Пояснює природу тиску в балоні, залежність цього тиску від температури й дифузії водню в рідкий метал ванни.

На що зважати. *Температура є мірою середньої кінетичної енергії частинок, а не «кількості теплоти в тілі». Плутанина між температурою і теплотою — найчастіша помилка цього розділу.*

ІДЕАЛЬНИЙ ГАЗ

Визначення. Модель газу, у якій нехтують розмірами молекул і силами притягання між ними, враховуючи лише пружні удари.

У зварювальному виробництві. Аргон, гелій і кисень у балоні при звичайних умовах поведуться близько до ідеального газу, тому до них застосовні всі газові закони.

На що зважати. *Вуглекислота в балоні перебуває у зрідженому стані, і модель ідеального газу до неї не застосовна. Саме тому її заправляють за масою, а не за тиском.*

АБСОЛЮТНА ТЕМПЕРАТУРА

Визначення. Температура, відлічена від абсолютного нуля за шкалою Кельвіна: $T = t + 273$.

У зварювальному виробництві. Використовується в усіх газових розрахунках: тиск у балоні при нагріванні, приведення об'єму газу до нормальних умов.

На що зважати. *Підстановка градусів Цельсія замість кельвінів — найпоширеніша груба помилка модуля. Вона одразу виявляється за безглуздим результатом, наприклад від'ємним тиском.*

ІЗОХОРНИЙ ПРОЦЕС

Визначення. Процес при сталому об'ємі. Тиск прямо пропорційний абсолютній температурі.

У зварювальному виробництві. Балон — посудина сталого об'єму, тому нагрівання балона підвищує тиск у ньому. Нагрівання від 20 до 60 °C піднімає тиск приблизно на 14 %.

На що зважати. *Це фізичне підґрунтя вимог зберігати балони в затінку, не ближче ніж за метр від опалювальних приладів і за п'ять метрів від відкритого вогню.*

РІВНЯННЯ КЛАПЕЙРОНА — МЕНДЕЛЄЄВА

Визначення. Рівняння стану ідеального газу, що пов'язує тиск, об'єм, кількість речовини та абсолютну температуру: $pV = (m/M) \cdot R \cdot T$.

У зварювальному виробництві. Дозволяє визначити масу газу в балоні за тиском, об'ємом і температурою або перевірити відповідність заправки паспортним даним.

На що зважати. *Універсальна газова стала $R = 8,31$ Дж/(моль·К) вимагає підстановки тиску в паскалях і об'єму в кубометрах. Мегапаскалі та літри дадуть результат, помилковий на кілька порядків.*

ВНУТРІШНЯ ЕНЕРГІЯ

Визначення. Сумарна енергія хаотичного руху й взаємодії частинок тіла. Залежить від температури, маси та агрегатного стану.

У зварювальному виробництві. Зростає при нагріванні дугою, а також при виконанні механічної роботи — саме так нагрівається метал при зварюванні тертям з перемішуванням.

На що зважати. *Внутрішня енергія залежить лише від стану тіла, а не від способу, яким тіло в цей стан потрапило. Нагріте дугою й нагріте в печі до тієї самої температури тіло має однакову внутрішню енергію.*

ПИТОМА ТЕПЛОЄМНІСТЬ

Визначення. Кількість теплоти, потрібна для нагрівання одного кілограма речовини на один градус.

У зварювальному виробництві. Для сталі близько 460 Дж/(кг·K), для алюмінію 920, для міді 385. Використовується в розрахунку теплоти на попередній підігрів.

На що зважати. *Алюміній потребує вдвічі більше теплоти на градус, ніж сталь, але має вдвічі нижчу температуру плавлення. Обидва чинники треба враховувати разом, а не окремо.*

ПЕРШИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ

Визначення. Підведена до системи теплота йде на зміну її внутрішньої енергії та на виконання нею роботи: $Q = \Delta U + A$.

У зварювальному виробництві. Основа будь-якого теплового балансу: енергія дуги розподіляється між плавленням, нагріванням деталі та втратами, і сума завжди сходиться.

На що зважати. *Закон забороняє вічний двигун першого роду. Якщо в балансі «зайва» енергія, помилка в розрахунку, а не у відкритті.*

АДІАБАТНИЙ ПРОЦЕС

Визначення. Процес без теплообміну з довкіллям. Газ, що швидко розширюється, охолоджується за рахунок власної внутрішньої енергії.

У зварювальному виробництві. Пояснює обмерзання вуглекислотного редуктора при великій витраті газу та нагрівання повітря при стисканні в компресорі.

На що зважати. *Підігрівник газу на вуглекислотному балоні компенсує саме адіабатне охолодження, а не «низьку температуру балона».*

ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ

Визначення. Теплота самочинно переходить лише від гарячого тіла до холодного; неможливо перетворити теплоту на роботу повністю, без передавання частини її холодильнику.

У зварювальному виробництві. Пояснює, чому ККД дизельного зварювального агрегата принципово обмежений 35–40 %, і чому остигання деталі необоротне.

На що зважати. *Закон не забороняє переносити теплоту від холодного до гарячого — він забороняє робити це самочинно, без зовнішньої роботи. Саме тому холодильна машина йому не суперечить.*

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ

Визначення. Передавання теплоти крізь речовину без переносу самої речовини. Характеризується коефіцієнтом λ , Вт/(м·К).

У зварювальному виробництві. Сталь близько 45, аустенітна нержавна сталь 15, алюміній 220, мідь 400 Вт/(м·К). Різниця у 25 разів між нержавійкою та міддю визначає різницю в технології.

На що зважати. *Нержавна сталь погано відводить теплоту, тому при тому самому струмі ванна більша й жолоблення сильніше. Мідь і алюміній, навпаки, потребують підвищених струмів або підігріву.*

ШВИДКІСТЬ ОХОЛОДЖЕННЯ ШВА

Визначення. Швидкість зниження температури металу в заданому інтервалі. Для сталей визначальним є інтервал від 800 до 500 °С.

У зварювальному виробництві. Визначає структуру шва й зони термічного впливу: при повільному охолодженні утворюється пластичний перліт, при швидкому — крихкий мартенсит, що спричиняє холодні тріщини.

На що зважати. *Зростає зі збільшенням товщини металу, при переході від стикового з'єднання до таврового, при зниженні температури довкілля та при зменшенні погонної енергії. Протяг у цеху шкідливий саме тому.*

ПИТОМА ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕННЯ

Визначення. Кількість теплоти, потрібна для перетворення одного кілограма речовини з твердого стану на рідкий при температурі плавлення.

У зварювальному виробництві. Для сталі близько 270 кДж/кг, для алюмінію близько 390 кДж/кг. Входить у розрахунок повної теплоти на утворення ванни.

На що зважати. *Під час фазового переходу температура не змінюється, хоч теплота підводиться. Тому на графіку нагрівання з'являється горизонтальна ділянка, і її наявність часто забувають пояснити.*

КРИСТАЛІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ВАННИ

Визначення. Перехід металу ванни з рідкого стану у твердий з утворенням кристалічної структури. Відбувається від країв до центру, від холодніших ділянок до гарячіших.

У зварювальному виробництві. Кристали ростуть назустріч один одному, і в центрі шва збираються останні порції рідкого металу, збагачені сіркою, фосфором і газами.

На що зважати. Саме тому гарячі тріщини й ліквації зосереджені по осі шва. Це не випадковість розташування, а прямий наслідок напрямку кристалізації.

ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ

Визначення. Сила, що діє вздовж поверхні рідини й прагне зменшити її площу.

У зварювальному виробництві. Визначає форму краплі на торці електрода, момент її відриву та здатність ванни утримуватися у вертикальному й стельовому положеннях.

На що зважати. Чим більша ванна, тим більша її вага, і тим імовірніше, що натяг її не втримає. Тому в стельовому положенні знижують струм і працюють короткою дугою.

УГАР ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Визначення. Втрата частини елементів складу металу через випаровування та окиснення в зоні дуги.

У зварювальному виробництві. Марганець кипить при 2060 °С, цинк — при 907 °С, тому вони випаровуються інтенсивно. Склад металу шва завжди відрізняється від складу дроту.

На що зважати. Саме через угар марганець і кремній вводять у дрот і покриття з надлишком. Зварювання оцинкованої сталі завжди супроводжується білим димом оксиду цинку й ризиком пор.

ТОЧКА РОСИ

Визначення. Температура, при охолодженні до якої водяна пара в повітрі стає насиченою і починає конденсуватися.

У зварювальному виробництві. Нормується для захисних газів: для аргону вищого сорту не вище мінус 55 °С. Визначає ризик конденсату на холодному металі, занесеному в теплий цех.

На що зважати. Волога — головне джерело водню у зварному шві. Ланцюжок простий: волога — дисоціація в дузі — розчинення водню в рідкому металі — пори або холодні тріщини.

КОЕФІЦІЄНТ ЛІНІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ

Визначення. Відносне подовження тіла при нагріванні на один градус. Позначається α , вимірюється в K^{-1} .

У зварювальному виробництві. Для сталі близько $12 \cdot 10^{-6}$, для аустенітної нержавної сталі $17 \cdot 10^{-6}$, для алюмінію $24 \cdot 10^{-6}$, для міді $17 \cdot 10^{-6}$.

На що зважати. У різномірному з'єднанні вуглецевої та аустенітної сталі напруження виникають навіть без зовнішнього навантаження — метали розширюються неоднаково.

ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ І ДЕФОРМАЦІЇ

Визначення. Напруження й зміни форми, що зберігаються у конструкції після завершення зварювання й повного охолодження, за відсутності зовнішнього навантаження.

У зварювальному виробництві. Виникають тому, що нагріта зона не може вільно розширитися, зазнає пластичного осадження, а при охолодженні скорочується сильніше, ніж розширювалася.

На що зважати. Жорстке закріплення в кондукторі зменшує деформації, але підвищує залишкові напруження. Це компроміс, а не універсальне рішення.

ТЕПЛОТА ЗГОРЯННЯ

Визначення. Кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні одиниці кількості палива. Для газів подається в МДж/м³.

У зварювальному виробництві. Для ацетилену приблизно 48 МДж/м³. Для згорання одного об'єму ацетилену теоретично потрібно 2,5 об'єму кисню, з яких 1,1–1,2 подають із балона.

На що зважати. Температуру полум'я визначає не лише теплота згорання, а й швидкість горіння. Пропан має більшу теплоту згорання за об'ємом, але горить повільніше й дає нижчу температуру полум'я.

МОДУЛЬ ІІІ. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Визначення. Силова характеристика поля: сила, що діє на одиничний заряд. Для однорідного поля дорівнює напрузі, поділеній на відстань.

У зварювальному виробництві. Визначає умову іонізації повітряного проміжку. Коли напруженість досягає критичного значення, проміжок пробивається і запалюється дуга.

На що зважати. *Осцилятор в установках аргонодугового зварювання подає імпульси у кілька тисяч вольтів саме для того, щоб створити потрібну напруженість без дотику вольфрамового електрода до виробу.*

ЕЛЕКТРИЧНА МІЦНІСТЬ ДІЕЛЕКТРИКА

Визначення. Напруженість поля, при перевищенні якої настає пробій діелектрика. Для сухого повітря приблизно 3 кВ/мм.

У зварювальному виробництві. Визначає вимоги до ізоляції зварювальних кабелів, електродотримача та рукавиць.

На що зважати. *Електрична міцність різко знижується при підвищенні вологості й забрудненні поверхні. Ізоляція, надійна в сухому цеху, може не витримати всередині резервуара.*

СИЛА СТРУМУ

Визначення. Заряд, що проходить через переріз провідника за одиницю часу. Одиниця — ампер.

У зварювальному виробництві. Головний регульований параметр режиму. При контактному зварюванні сягає десятків тисяч ампер за соті частки секунди.

На що зважати. *Тепловиділення пропорційне квадрату струму. Збільшення струму на 20 % підвищує нагрівання на 44 %, а не на 20 %.*

ГУСТИНА СТРУМУ

Визначення. Сила струму, віднесена до площі перерізу провідника. Вимірюється в А/мм².

У зварювальному виробництві. Допустима густина для мідного кабелю приблизно 5 А/мм², для електродного стрижня 10–20 А/мм² залежно від типу покриття.

На що зважати. *Саме густина струму, а не сила струму, визначає нагрівання. Перевищення для електрода призводить до перегріву стрижня, обсіпання покриття й погіршення захисту ванни.*

ЗАКОН ОМА

Визначення. Сила струму в ділянці кола прямо пропорційна напрузі й обернено пропорційна опору. Для повного кола враховують внутрішній опір джерела.

У зварювальному виробництві. Дозволяє оцінити падіння напруги на кабелях і контактах, а отже — реальну напругу на дузі.

На що зважати. *Дуга не є лінійним опором, тому закон Ома до неї безпосередньо не застосовують. Поведінку дуги описує її вольт-амперна характеристика.*

ПИТОМИЙ ОПІР

Визначення. Опір провідника одиничної довжини й одиничного перерізу. Одиниця — Ом·мм²/м.

У зварювальному виробництві. Мідь 0,017; алюміній 0,028; вуглецева сталь близько 0,1; аустенітна нержавна сталь близько 0,7.

На що зважати. *Електроди для нержавних сталей роблять коротшими й зварюють на знижених струмах саме через високий питомий опір стрижня — він розігрівається значно сильніше.*

ЗАКОН ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА

Визначення. Кількість теплоти, що виділяється у провіднику, пропорційна квадрату сили струму, опору та часу.

У зварювальному виробництві. Фізична основа контактного зварювання: найбільше теплоти виділяється там, де найбільший опір, — у місці контакту деталей.

На що зважати. *Пояснює лавиноподібний перегрів поганого контакту зворотного кабелю: опір дає нагрів, нагрів підвищує опір, і процес наростає сам собою.*

ІОНІЗАЦІЯ ГАЗУ

Визначення. Утворення в газі вільних електронів та іонів, завдяки яким газ починає проводити електричний струм.

У зварювальному виробництві. У зварювальній дузі підтримується термічною іонізацією: висока температура забезпечує іонізацію, а вона підтримує температуру.

На що зважати. У покриття електродів для змінного струму вводять сполуки калію, натрію й кальцію — вони знижують потенціал іонізації й полегшують повторне запалювання дуги двічі за період.

ЕЛЕКТРИЧНА ДУГА

Визначення. Стійкий самостійний електричний розряд у газовому проміжку між електродом і виробом. Має катодну область, стовп і анодну область.

У зварювальному виробництві. Температура стовпа 5000–7000 К, плазмового струменя при різанні — до 20 000 К. Більша частина падіння напруги припадає на тонкі приелектродні області.

На що зважати. Розподіл теплоти між катодом і анодом нерівномірний, і саме він визначає технологічний вибір полярності.

ВОЛЬТ-АМПЕРНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДУГИ

Визначення. Залежність напруги на дузі від сили струму при незмінній довжині дуги. Має спадну, жорстку та зростаючу ділянки.

У зварювальному виробництві. У парі із зовнішньою характеристикою джерела визначає робочу точку — значення струму й напруги, при яких дуга горить стійко.

На що зважати. Стійкість визначається не самим фактом перетину характеристик, а тим, чи повертається система в точку перетину після малого збурення.

ЗОВНІШНЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛА

Визначення. Залежність напруги на виході джерела від струму навантаження. Буває крутоспадною, пологоспадною, жорсткою та зростаючою.

У зварювальному виробництві. Крутоспадна потрібна для ручного дугового та аргонодугового зварювання неплавким електродом, жорстка — для напівавтоматичного зварювання плавким електродом.

На що зважати. Саморегулювання дуги працює лише при жорсткій характеристиці: при подовженні дуги струм падає, дріт плавиться повільніше, і довжина дуги відновлюється сама.

ПОЛЯРНІСТЬ

Визначення. Схема підключення при зварюванні постійним струмом. Пряма — виріб є анодом, зворотна — анодом є електрод.

У зварювальному виробництві. Пряма полярність дає глибше проплавлення виробу, зворотна — менше проплавлення й більше тепла на електроді.

На що зважати. Алюміній зварюють на зворотній полярності або на змінному струмі, бо саме при роботі виробу катодом руйнується оксидна плівка з температурою плавлення понад 2000 °С.

ТЕРМОЕЛЕКТРОРУШІЙНА СИЛА

Визначення. ЕРС, що виникає між вільними кінцями двох спаяних різнорідних провідників при нагріванні місця з'єднання. Явище Зеебека.

У зварювальному виробництві. Основа термопар — головного засобу вимірювання температури попереднього підігріву й термообробки. Хромель-алюмелева працює до 1100 °С.

На що зважати. ТермоЕРС залежить від різниці температур робочого й холодного спаїв. Якщо температура холодного спаю змінилася і це не враховано, виникає систематична похибка.

МАГНІТНЕ ДУТТЯ

Визначення. Відхилення стовпа дуги вбік під дією зовнішнього магнітного поля. Стовп дуги — провідник зі струмом, тому на нього діє сила Ампера.

У зварювальному виробництві. Спричиняється несиметричним під'єднанням зворотного кабелю, близькістю великої маси феромагнітного металу, залишковою намагніченістю труби, великими постійними струмами.

На що зважати. *Усувається зміною точки під'єднання зворотного кабелю, нахилом електрода в бік дуття, зниженням струму, розмагнічуванням деталі або переходом на змінний струм, де дуття практично не проявляється.*

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ

Визначення. Виникнення ЕРС у контурі при зміні магнітного потоку крізь нього. Напрямок індукційного струму визначає правило Ленца.

У зварювальному виробництві. Фізична основа трансформатора, генератора зварювального агрегата та індукційних нагрівників.

На що зважати. *Трансформатор працює тільки на змінному струмі: на постійному потік не змінюється, і ЕРС у вторинній обмотці не виникає.*

ВИХРОВІ СТРУМИ

Визначення. Замкнені індукційні струми, що виникають у суцільному провіднику, вміщеному у змінне магнітне поле.

У зварювальному виробництві. Використовуються цілеспрямовано в індукційному підігріві стиків труб і в індукційній термообробці, а також у вихрострумівій дефектоскопії.

На що зважати. *Вихрострумівій контроль застосовний до будь-яких електропровідних матеріалів, зокрема немагнітних. Магнітопорошковий — лише до феромагнітних, тому для аустенітної нержавної сталі він не працює.*

КОЕФІЦІЄНТ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Визначення. Відношення чисел витків первинної та вторинної обмоток; дорівнює відношенню напруг і оберненому відношенню струмів.

У зварювальному виробництві. Зварювальний трансформатор знижує 380 або 220 В до напруги холостого ходу 60–80 В, відповідно підвищуючи струм до сотень ампер.

На що зважати. *Потужність при трансформації майже не змінюється. У скільки разів знижується напруга, у стільки ж зростає струм — це зручна перевірка правильності розрахунку.*

НАПРУГА ХОЛОСТОГО ХОДУ

Визначення. Напруга на виході джерела за відсутності струму навантаження, тобто до запалювання дуги. Для зварювальних джерел 60–80 В.

У зварювальному виробництві. Забезпечує надійне запалювання дуги й водночас є головним чинником електричної небезпеки до її запалювання.

На що зважати. *Опір сухої шкіри — десятки кілоом, вологої — близько кілоома. Тому 70 В, відносно безпечні в сухому цеху, стають смертельно небезпечними всередині резервуара, і для таких умов нормативи вимагають обмежувачів напруги холостого ходу.*

МОДУЛЬ IV. КОЛИВАННЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА

РЕЗОНАНС

Визначення. Різке зростання амплітуди вимушених коливань, коли частота зовнішньої сили збігається з власною частотою системи.

У зварювальному виробництві. З одного боку — причина втомних тріщин у зварних рамах і трубопроводах, що вібрують на власній частоті. З іншого — основа вібраційної обробки для зняття залишкових напружень.

На що зважати. *Втомне руйнування при резонансі починається від концентратора у шві, тому вимоги до якості швів у віброванавантажених конструкціях жорсткіші, ніж міцнісний розрахунок сам по собі передбачає.*

ДОВЖИНА ХВИЛІ

Визначення. Відстань, на яку поширюється хвиля за один період. Дорівнює швидкості, поділеній на частоту.

У зварювальному виробництві. Визначає роздільну здатність ультразвукового контролю: виявляються дефекти, порівнянні з довжиною хвилі або більші за неї.

На що зважати. Швидкість поздовжніх хвиль у сталі близько 5900 м/с, у повітрі 340 м/с. Підстанова «швидкості звуку» без уточнення середовища дає помилку у 17 разів.

УЛЬТРАЗВУК

Визначення. Пружні коливання з частотою вище 20 кГц, тобто вище межі чутності людського вуха.

У зварювальному виробництві. Дефектоскопія швів на частотах 2–5 МГц; ультразвукове зварювання у твердій фазі на частотах 20–40 кГц.

На що зважати. Ультразвукове зварювання не розплавляє метал: коливання руйнують оксидні плівки, і з'єднання утворюється у твердій фазі. Це дозволяє з'єднувати алюміній, мідь і різні матеріали.

ЛУНА-ІМПУЛЬСНИЙ МЕТОД

Визначення. Метод контролю, за якого в матеріал посилається короткий імпульс, а дефект визначається за часом і амплітудою відбитого сигналу.

У зварювальному виробництві. Основний метод ультразвукової дефектоскопії зварних швів. Глибина залягання дефекту дорівнює половині добутку швидкості на час повернення імпульсу.

На що зважати. Поділ на два обов'язковий: імпульс проходить шлях до дефекту й назад. Пропуск цього кроку подвоює розраховану глибину.

КОНТАКТНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Визначення. Шар рідини або гелю між перетворювачем і поверхнею виробу, що забезпечує передавання ультразвуку в метал.

У зварювальному виробництві. Обов'язкова умова ультразвукового контролю. Без нього імпульс не потрапляє в деталь.

На що зважати. Межа «метал — повітря» відбиває ультразвук практично повністю. Саме ця властивість робить метод чутливим до тріщин і вона ж унеможливорює контроль «насухо».

РІВЕНЬ ШУМУ

Визначення. Логарифмічна характеристика інтенсивності звуку, вимірюється в децибелах.

У зварювальному виробництві. Гранично допустимий рівень на робочому місці — 80 дБ. Плазмове різання дає 95–110 дБ, що вимагає протишумових навушників або вкладишів.

На що зважати. Шкала логарифмічна: зростання на 10 дБ означає збільшення інтенсивності вдесятеро. Різниця між 80 і 110 дБ — це тисяча разів, а не третина.

ЗАКОН СТЕФАНА — БОЛЬЦМАНА

Визначення. Потужність теплового випромінювання поверхні пропорційна четвертому степеню її абсолютної температури.

У зварювальному виробництві. Пояснює, чому при температурі дуги випромінювання стає визначальним каналом передавання енергії й чому незахищена шкіра отримує опік за десятки секунд.

На що зважати. Через четвертий степінь підвищення температури удвічі збільшує випромінювання в шістнадцять разів. Оцінка «на око» тут завжди занижена.

КОЕФІЦІЄНТ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПОВЕРХНІ

Визначення. Величина від 0 до 1, що показує, у скільки разів реальна поверхня випромінює слабше за абсолютно чорне тіло за тієї самої температури.

У зварювальному виробництві. Визначальний параметр при вимірюванні температури пірометром. У полірованої сталі він низький, в окисненої — високий.

На що зважати. Той самий пірометр на тій самій температурі покаже різні значення для блискучої й окисненої поверхні. Коефіцієнт треба задавати перед вимірюванням, інакше результат систематично занижений.

СВІТЛОФІЛЬТР

Визначення. Оптичний елемент захисного щитка, що послаблює випромінювання дуги. Характеризується номером затемнення.

У зварювальному виробництві. Номер підбирають за силою струму: до 100 А — 9–10, 100–200 А — 11, 200–300 А — 12, понад 300 А — 13 і вище.

На що зважати. Занизький номер не захищає від ультрафіолету й спричиняє електроофтальмію. Зависокий змушує наближати обличчя до ванни й дихати зварювальним аерозолем. Небезпечні обидві крайності.

МОДУЛЬ V. АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Визначення. Визначення хімічного складу речовини за набором ліній її спектра. Кожен елемент має власний, тільки йому притаманний набір ліній.

У зварювальному виробництві. Стилоскопування — швидкий контроль марки основного металу, зварювального дроту й електродів безпосередньо на робочому місці, а також контроль металу готового шва.

На що зважати. Метод визначає наявність і приблизний вміст елемента, але не структуру металу. Підтвердити марку сталі він може, а оцінити якість термообробки — ні.

РЕНТГЕНІВСЬКЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Визначення. Електромагнітне випромінювання, що виникає при гальмуванні швидких електронів у речовині анода.

У зварювальному виробництві. Джерело для радіографічного контролю. Проникна здатність зростає з напругою на трубці, поглинання — з густиною й товщиною матеріалу.

На що зважати. Трубку можна вимкнути, і поза увімкненим станом вона безпечна. Це головна експлуатаційна відмінність від радіоізотопного джерела.

РАДІОГРАФІЧНИЙ КОНТРОЛЬ

Визначення. Метод неруйнівного контролю, заснований на різному ослабленні проникного випромінювання ділянками шва різної густини.

У зварювальному виробництві. Добре виявляє об'ємні дефекти — пори, шлакові включення — і дає документальне зображення, яке зберігається.

На що зважати. Плоский дефект, розташований уперек променя, може бути невидимим: промінь проходить крізь тріщину майже без додаткового ослаблення. Тому радіографію й ультразвуковий контроль застосовують як взаємодоповнювальні методи.

ПЕРІОД НАПІВРОЗПАДУ

Визначення. Час, за який кількість ядер радіоактивного ізотопу зменшується вдвічі. Незмінна характеристика ізотопу.

У зварювальному виробництві. Іридій-192 — 74 доби, селен-75 — 120 діб, кобальт-60 — 5,3 року.

На що зважати. На період напіврозпаду не впливають ні температура, ні тиск, ні хімічний стан. «Пригасити» джерело неможливо — лише екранувати.

АКТИВНІСТЬ ДЖЕРЕЛА

Визначення. Кількість розпадів за секунду. Одиниця — бекерель; на практиці гігабекерель або кюрі.

У зварювальному виробництві. Визначає час експозиції при гамма-дефектоскопії. Зі спадом активності експозицію доводиться подовжувати.

На що зважати. Через 74 доби іридієве джерело потребує вдвічі довшої експозиції, ніж на початку. Приблизно через рік роботи воно підлягає заміні.

ГАММА-ДЕФЕКТОСКОПІЯ

Визначення. Радіографічний контроль, у якому джерелом випромінювання є радіоактивний ізотоп, а не рентгенівська трубка.

У зварювальному виробництві. Не потребує електромережі, компактна, дозволяє панорамне просвічування кільцевих швів трубопроводу зсередини за одну експозицію. Основний метод на трасі.

На що зважати. Джерело випромінює завжди, і безпека забезпечується лише захисним контейнером та організацією робіт. Це принципова відмінність від рентгенівської трубки.

ЕКВІВАЛЕНТНА ДОЗА

Визначення. Поглинена доза, помножена на коефіцієнт якості випромінювання. Одиниця — зіверт.

У зварювальному виробництві. Природний фон дає 2–3 мЗв на рік; гранично допустима доза для персоналу категорії А — 20 мЗв на рік у середньому за п'ять років.

На що зважати. *Захист будується на трьох принципах: часом, відстанню та екраном. Інтенсивність спадає обернено пропорційно квадрату відстані, тому подвоєння відстані зменшує дозу вчетверо — це найдешевший із трьох засобів.*