

## Особливості зварювання сталей

Олександр Добровольський<sup>1</sup>, Валерій Косенко<sup>2</sup>,  
Вадим Шаленко<sup>3</sup>, Андрій Маслюк<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури,  
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна,  
<sup>1</sup>dobrovolsky34@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4423-889X  
<sup>3</sup>vadshal@i.ua, orcid.org/0000-0002-6984-0302  
<sup>4</sup>Andre.IT@email.ua, orcid.org/0000-0002-6349-084X  
<sup>2</sup>Університет "Україна", вул. Львівська, 23, Київ, Україна,  
<sup>2</sup>ukraina.vdk@mail.ru, orcid.org/0000-0002-0178-5648

Отримано 10.10.2018; прийнято 12.12.2018

DOI: 10.31493/gbdmm1892.0304

**Анотація.** Відомо, що при виготовленні конструкцій із застосуванням зварювання одні сталі зварюються добре, а деякі погано. Гірше зварюються, як правило, більш міцні сталі. Для вирішення цієї проблеми в роботі зроблено аналіз зварності різних сталей за способами зварювання плавленням. Для цього за ознакою зварності та інших характеристик сталі поділено на групи: низьковуглецеві, середньовуглецеві, високовуглецеві а також низьковуглецеві низьколеговані, середньолеговані і високолеговані. Кожна з цих груп має свою специфіку зварності. При зварюванні відбуваються складні процеси, які приводять до виникнення в конструкції внутрішніх напружень і пов'язаних з ними викривлень, створенню тріщин, не досягаються точні розміри виробів тощо. Недоліками зварювання є також підвищення корозії, зниження міцності і межі витривалості зварних конструкцій. Показано, що зварювання різних сталей пов'язано, в основному, з вмістом вуглецю і легуючих елементів, а також структурою, яка утворюється в процесі зварювання в наплавленому металі і зоні термічного впливу.

Показано, що кращою зварністю володіють низьковуглецеві сталі, в зоні термічного впливу яких не утворюється структура гартування – мартенсит. Відомо, що ця структура є причиною створення внутрішніх напружень і холодних тріщин, внаслідок чого погіршується зварність сталей. Погіршують зварність також хімічні елементи, що містяться в легованих сталях. Тому для гарного зварювання навіть для низьколегованих сталей верхньою межею встановлена припустима кількість вуглецю 0,22%, а

для вуглецевих – 0,25...0,3%.

Порівняно з низьковуглецевими низьколегованими сталі більш чутливі до нагрівання. Зварювання середньовуглецевих низьколегованих сталей слід виконувати таким чином, щоб знизити вміст вуглецю в металі шва, що досягається застосуванням електродного дроту або електродів з низьким вмістом вуглецю і зменшенням частки основного металу в металі шва. Високовуглецеві сталі (вміст вуглецю більш ніж 0,5%) належать до погано зварюваних сталей, тому для виготовлення зварних конструкцій їх не застосовують. Розглянуто зварність високолегованих сталей, яка, в основному залежить від структури металу, що зварюється (феритної, аустенітної та інших). В статті описано також способи запобігання утворенню дефектів при зварюванні різних груп сталей.

**Ключові слова:** сталі, зварювання, зварність.

### ВСТУП

Специфіка машинобудівельного виробництва пов'язана з процесами зварювання. Слід враховувати, що матеріали працюють в умовах значного діапазону температур, вологості, запиленості, агресивних середовищ тощо. Пошук оптимальних рішень у виборі економічно та конструктивно найбільш вигідних матеріалів і методів їх зварювання завжди був і залишається на сьогодні актуальною задачею в машинобудуванні.

## МЕТА РОБОТИ

Сталі відрізняються своїми властивостями. Вони мають різну температуру плавлення, температурні коефіцієнти розширення, тепло- і електропровідності, корозійну стійкість, різні об'єми в рідкому і твердому станах, структурні перетворення під час нагрівання й охолодження у твердому стані тощо. Багато з цих властивостей впливають на процеси зварювання.

Під час зварювання можуть виникати проблеми, пов'язані з погіршенням механічних та інших характеристик всієї конструкції (з'являється викривлення, крихкість, зменшуються витривалість, міцність, корозійна стійкість тощо). Ці характеристики визначають особливості зварювання сталей. В зв'язку з цим метою роботи є визначення особливостей зварювання різних груп сталей.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Оцінку можливості гарного зварювання сталей орієнтовно виконують за допомогою такої характеристики як зварюваність.

За ДСТУ 3761.1-98 поняття зварюваності стосовно усіх способів зварювання різноманітних типів конструкцій та матеріалів будь-яких властивостей визначається так: "Металевий матеріал вважається звареним до встановленого ступеня даним способом та для даної мети, якщо за відповідної процедури зварювання досягається суцільність металу, яка гарантує відповідність вимогам, що їх пред'являють до зварних з'єднань як щодо їхніх властивостей, так і щодо їхнього впливу на конструкцію, складовою частиною якої вони є". Таким чином, зварюваність є комплексною характеристикою, яка вказує на здатність металу утворювати зварні з'єднання, що задовольняють умовам експлуатації. Ця характеристика може залежати від багатьох властивостей металу, що підлягає зварюванню, а саме, від таких як хімічний склад, теплопровідність, коефіцієнт термічного розширення, чутливість до поглинання газів, здатність до окиснення, здатність до алотропічних перетворень, усадка при кристалізації, попередня оброб-

ка тиском (наприклад, прокатуванням), термічна обробка тощо.

Зварюваність гарна, коли не зменшуються міцність та інші фізичні характеристики, не утворюються тріщини холодні та гарячі, тобто коли метал не псується.

З багатьох вказаних факторів дуже впливовим на зварюваність сталей є хімічний склад – вміст вуглецю і ступінь легування. Для більшості груп сталей із збільшенням вмісту вуглецю і легуючих елементів зварюваність сталей погіршується.

Зварювання різних груп сталей має свої особливості. В зв'язку з цим розглядають окремо зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей, конструкційних середньовуглецевих, високовуглецевих, середньолегованих, високолегованих сталей, а також окремих сталей, які важко зварюються. За цими ознаками сталі умовно поділили на групи.

Для вуглецевих сталей зварюваність вважається доброю коли вміст вуглецю менший за 0,25...0,3%С, задовільною – при 0,3...0,42%С, обмеженою – при 0,42...0,55%С і незадовільною – при > 0,55%С. Вуглецеві сталі, що містять менш ніж 0,25...0,3%С, зварюються у будь-яких умовах в широкому діапазоні товщини і форм деталей. Сталі, що містять 0,3...0,42%С, можна зварювати при температурах вищих ніж 5°C. Якщо деталі з цих сталей мають велику товщину, їх слід підігрівати до температури 150°C. Для зварювання сталей, що містять 0,42...0,55%С, деталі треба підігрівати до 150...300°C, сталі, що містять > 0,55%С – до 200...500 °C.

Низьковуглецеві конструкційні сталі (Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Сталі 10, 15, 20 та інші) містять невелику кількість вуглецю (< 0,25 % С) і обмежену кількість домішок, завдяки цьому вони добре зварюються. Виняток становить зварювання виробів великої товщини за знижених температур. Технологія їхнього зварювання звичайно вибирається за умови рівномірності зварного з'єднання й основного металу, а також відсутності в ньому дефектів. Метал шва під час зварювання низьковуглецевих сталей відрізняється меншою кількістю вуглецю і трохи підвищеною кількістю мангану і

кремнію. Основний метал в зоні термічного впливу внаслідок зварювання трохи змінюється. За потреби зняти напруження, що виникають у зварних конструкціях, виконують термічну обробку (високе відпускання). В усіх випадках на необхідність термічної обробки вказують в проектно-технологічній документації на виготовлення конструкції.

Збільшення кількості вуглецю в середньовуглецевих сталях зумовлює появу структур гартування і підсилення ліквідації сірки у шві, що може призвести до утворення гарячих тріщин. Тому середньовуглецеві сталі належать до сталей з обмеженою зварюваністю.

Для зварювання низьковуглецевих конструкційних сталей застосовують ручне дугове зварювання, автоматичне і механізоване (напівавтоматичне) під флюсом і в середовищі захисних газів, електрошлакове і меншою мірою газове зварювання. Таким чином, для зварювання цих сталей можна застосовувати будь-який з вказаних методів.

Леговані сталі мають гіршу зварюваність ніж вуглецеві. Попередня оцінка впливу легуючих елементів на зварюваність визначається вуглецевим еквівалентом  $C_e$ , який орієнтовно розраховують за емпіричними формулами, що були визначені різними авторами [1-4, 8]:

– за методом Міжнародного інституту зварювання

$$C_e = C + Mn/6 + (Cr + V + Mo)/5 + (Ni + Cu)/15, \% ;$$

– за оцінками інших авторів

$$C_e = C + Mn/6 + Cr/5 + V/5 + Mo/4 + Ni/15 + Cu/13 + P/2, \% ,$$

або

$$C_e = C + Mn/20 + Ni/15 + (Cr + Mo + V)/10, \%$$

де символи хімічних елементів – вуглецю (C), марганцю (Mn), хрому (Cr), ванадію (V), молібдену (Mo), нікелю (Ni), міді (Cu), фосфору (P) – показують їх процентний вміст в сталі.

Наведені формули принципово схожі. Тому можна користуватися однією з них, маючи на увазі, що вони надають орієнтовні дані. Чим більшим є вуглецевий еквівалент, тим гіршою вважається зварюваність. Низьколеговані сталі, які мають  $C_e$  менший за 0,2...0,35%, добре зварюються. Сталі, величина вуглецевого еквіваленту яких вища за  $C_e = 0,40...0,45\%$ , слід вважати чутливими до утворення тріщин. Допускають їх зварювання без підігріву при товщині металу до 10 мм; при більших значеннях  $C_e$  перед зварюванням метал необхідно підігрівати.

Низьколеговані будівельні сталі можуть бути низьковуглецевими і середньовуглецевими.

Низьковуглецеві низьколеговані будівельні сталі відрізняються тим, що містять не більш як 0,22 % вуглецю та менш ніж 5 % легуючих елементів, таких як манган, хром, кремній, ванадій, мідь, молібден, нікель тощо. З огляду на низький вміст вуглецю ці сталі характеризуються доброю або задовільною зварюваністю. Порівняно з низьковуглецевими низьколеговані сталі більш чутливі до нагрівання. Більшість з них мають схильність до утворення структур гартування у металі шва і зоні термічного впливу за підвищеної швидкості охолодження, що призводить до зменшення пластичності металу і його стійкості до крихкого руйнування. Для зварювання таких сталей, особливо великої товщини, рекомендується попередній підігрів і наступна термічна обробка й, зокрема, високотемпературне відпускання. Потрібно застосовувати також зварювальні дроти з малою кількістю вуглецю і сірки, витримувати послідовність накладання зварних швів. Рекомендується застосовувати зварювання в захисних газах (зварювання у вуглекислому газі, аргоні, аргоні з додаванням вуглекислого газу), плазмове, лазерне зварювання [1,2,5-8]. Для підвищення продуктивності і покращення властивостей зварного з'єднання застосовують порошкові дроти. Застосовується також ручне зварювання покритими електродами, наприклад, такими як Э42А, Э50А, Э60А.

Існують деякі особливості зварювання

низьколегованих сталей з підвищеною (клас міцності С330...400) і високою міцністю (клас міцності С450...600). Міцність в них досягається певною термічною обробкою: нормалізацією і високим відпуском, гартуванням і відпуском, контрольованим прокатуванням, старінням. Добрих властивостей досягають за певного легування, наприклад, за комплексного легування ванадієм й азотом (сталь 16Г2АФ), ванадієм і міддю (15Г2СФД) або молібденом і бором (сталь 14Х2ГМР). Завдяки застосуванню вказаних засобів обробки структура сталей стає дрібнозернистою, підвищується межа текучості, покращується в'язкість, знижується поріг холодноламкості [4]. Застосовуючи технологію зварювання цих сталей, слід мати на увазі ймовірність появи холодних тріщин у зварному з'єднанні внаслідок утворення мартенситної або бейнітної структури за швидкого охолодження, забезпечувати якнайменше зниження пластичності й ударної в'язкості металу шва і зони термічного впливу внаслідок зростання зерна, а також зменшення міцності основного металу в зоні термічного впливу. Особливо це стосується середньовуглецевих низьколегованих конструкційних будівельних сталей (наприклад, сталі 35ГС), в яких за швидкого охолодження виникають напруження, пов'язані з утворенням в зоні термічного впливу мартенситної структури, яка є причиною появи холодних тріщин. Практично для запобігання цьому вдаються до таких технологічних прийомів: попередній або супутній підігрів крайок зварюваних металів, застосування окислювальних флюсів, ретельне очищення поверхні основного металу і зварювального дроту, збільшення кількості проходів під час зварювання, використання легованих зварювальних дротів, зменшення погонної енергії зварювання тощо. Для зменшення імовірності утворення кристалізаційних тріщин слід застосовувати зварювальний дріт, що містить малу кількість вуглецю і сірки. Іноді безпосередньо після зварювання металів великої товщини рекомендується виконувати підігрів зварного шва протягом однієї години і довше за температури 200 °С.

Середньовуглецеві низьколеговані сталі

(вміст вуглецю 0,26...0,49%) застосовують переважно у машинобудуванні у вигляді деталей невеликих розмірів (осі, вали, шестірні тощо) після нормалізації, поліпшення або поверхневого гартування. Залежно від кількості вуглецю вони належать до задовільно і обмежено зварюваних сталей. Зварювання слід виконувати таким чином, щоб знизити вміст вуглецю в металі шва, що досягається застосуванням електродного дроту або електродів з низьким вмістом вуглецю і зменшенням частки основного металу в металі шва, а також дотриманням більшості рекомендацій, що були надані для зварювання середньовуглецевих низьколегованих сталей. Здебільшого застосовують ручне дугове зварювання і механізоване зварювання у вуглекислому газі.

Високовуглецеві сталі (вміст вуглецю більш ніж 0,5%) належать до погано зварюваних сталей, тому для виготовлення зварних конструкцій їх не застосовують. Але за потреби ці сталі зварюють, вживаючи заходів, що запобігають появі холодних тріщин (попередній підігрів, відпалювання або відпускання після зварювання і т.п.)

До високолегованих умовно належать сталі, які більш ніж на 45 % складаються із заліза, а кількість легуючих домішок перевищує 10%. Основним легуючим елементом високолегованих сталей є хром. Крім хрому, для надання певних властивостей до цих сталей додають інші легуючі елементи. Залежно від того, який елемент переважає, сталі поділяють на хромисті, хромонікелеві, хромоманганові, хромоманганазотисті. За властивостями їх поділяють на корозійностійкі, жаростійкі і жароміцні. Залежно від того, яка структура утворюється внаслідок охолодження на повітрі, високолеговані сталі поділяють на мартенситні, мартенситно-феритні, феритні, аустенітно-мартенситні, аустенітно-феритні й аустенітні.

Структурний клас хромистих сталей переважно залежить від вмісту в них вуглецю і хрому. За вмісту 12...13% хрому сталі можуть належати до різних структурних класів: сталь 12Х13 – до мартенситно-феритного класу, сталі 20Х13, 30Х13 і 40Х13 – до мартенситного класу. Взагалі,

за малої кількості вуглецю і вмісту 13...16% хрому сталі належать до мартенситно-феритного класу, а за вмісту хрому понад 16 % – до феритного класу. Від збільшення кількості вуглецю структура сталі змінюється в бік сталей мартенситного класу. Уведення до сталі інших елементів класу структури може змінюватись на інший.

Під час зварювання в зоні термічного впливу металу, що зварюється, змінюється структура і, як наслідок, властивості, протікають пружнопластичні деформації, можуть з'явитися дефекти. Зміна структури внаслідок зварювання сталей різного структурного класу має особливості, які майже завжди ускладнюють процес зварювання. Отже, в сталях, що містять більш ніж 10,5...12% хрому і додатково леговані молібденом, вольфрамом, ніобієм і ванадієм, залежно від температури термічної обробки й експлуатації може виникнути крихкість, а в хромистих феритних сталях за певних швидкостей охолодження – схильність до міжкристалічної корозії.

У процесі зварювання феритних сталей можливе утворення холодних тріщин. Крім того, зварювання супроводжується укрупненням зерна в металі шва і в зоні термічного впливу. Це ускладнює застосування супутнього або попереднього підігріву для запобігання появі холодних тріщин.

Аустенітні сталі мають хромонікелеву або хромоманганову основу. Під час охолодження на повітрі у цих сталях не відбувається структурних перетворень. Однак, у процесі їхнього зварювання можуть утворюватись гарячі тріщини. Це можуть бути дрібні мікротріщини, а також макротріщини. Тріщини виникають також під час термічної обробки або роботи конструкції за підвищеної температури. Їх поява пояснюється наявністю напружень, що з'являються внаслідок усадки, а також утворенням крупнозернистої структури. Для запобігання цьому явищу застосовують багато методів. Найчастіше вдаються до методу утворення у шві двофазної структури шляхом додавання в присадний метал феритоутворювальних елементів (титан, молібден, кремній тощо). Застосовують також методи, які сприяють подрібненню зе-

рен.

Більшість високолегованих сталей широко застосовують як корозійностійкі матеріали. В зв'язку з тим, що вони різноманітні за складом і структурними характеристиками, а також мають різні фізичні властивості, під час зварювання слід брати до уваги їхні специфічні особливості. Наприклад, сталі феритного класу мають схильність до зростання зерна і під дією зварювального нагріву значно знижуються їхні пластичність й ударна в'язкість. Для уникнення цих недоліків застосовують зварювальні матеріали, що містять карбідоутворюючі елементи (титан, молібден, ніобій та інші), які сприяють подрібнюванню зерна. У сталей мартенситного класу виникають великі напруження внаслідок мартенситного перетворення. Для уникнення цього явища доцільно перед зварюванням з метою зниження напружень підігрівати сталь до 300 °С, а після зварювання виконувати спеціальну термічну обробку. Наприклад, сталь Х17 після зварювання відпалюють за температури 760...780 °С.

Для зварювання нержавіючих сталей застосовують способи зварювання плавленням (автоматичне, механізоване, ручне дугове, плазмове, лазерне та інші), а також способи зварювання стискуванням (електроконтактне, тертям тощо). Особливістю застосування дугових методів є те, що зварювання виконують за допомогою постійного струму зворотної полярності (плюс на електроді). Потреба в застосуванні постійного струму для нержавіючих сталей пояснюється тим, що за змінного струму дуга не є стійкою і формування шва виконується незадовільно. З метою захисту металу від окиснення електродугове зварювання виконують короткою дугою; при цьому зменшується розбризкування металу. Для запобігання вигорянню титану, хрому та інших хімічних елементів застосовують зварювання у вакуумі, в середовищі захисних газів - аргону, сумішей аргону з іншими газами тощо.

## ВИСНОВКИ

Зварювання різних сталей має свої особливості. Впливають на зварюваність сталей багато факторів, головними з яких є вміст вуглецю і легуючих елементів, а також структура. За цими характеристиками сталі поділено на групи: низьковуглецеві і низьковуглецеві низьколеговані, середньовуглецеві, високовуглецеві, середньолеговані, високолеговані. Для кожної групи сталей треба визначити орієнтовну зварюваність за різними характеристиками: для вуглецевих сталей за кількістю вуглецю, для низько- і середньо легованих з низьким і середнім вмістом вуглецю – за значенням вуглецевого еквіваленту, для високолегованих сталей – в основному за структурою і властивостями, що були отримані після зварювання. Крім того, завжди треба враховувати вміст вуглецю, із збільшенням кількості якого погіршується зварюваність. Кращою зварюваністю володіють низьковуглецеві і низьковуглецеві низьколеговані сталі. Гіршу зварюваність мають високовуглецеві високолеговані сталі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Гривняк И.** Свариваемость сталей: монография / И. Гривняк; пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э. Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с.
2. **Добровольський О.Г.** Матеріалознавство та матеріали у машинобудуванні: Навчальний посібник. – К. КНУБА., 2014 – 168 с.
3. **Малышева Б.Д.** Сварка и резка в промышленности строительстве: Справочник /под ред. Б.Д. Малышева. – М.: Стройиздат, 1989. – 530с.
4. **Добровольський О.Г.** Метали і зварювання: навчальний посібник. – К. КНУБА., 2012 – 204 с.
5. **Жизняков С.Н.** Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология: /С. Н. Жизняков, З. А. Сидмен. – К.: Экотехнология, 2006. – 360 с.
6. **Фетисов Г.П.** Материаловедение и технология металлов: Учебник для вузов /Г.П. Фетисов, Г.П. Карпман, В.М. Матюнин и др. /под ред. Г.П. Фетисова. – М.: Высшая шк., 2000. – 638 с.
7. **Потальевский А.Г.** Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Свар-

ка в активных газах: навч. посіб./ А.Г. Потальевский 2-е изд. – К.: Экотехнология, 2007. – 192 с.

8. **Косенко В.А., Добровольський О.Г.** та інші. Зварювання в автомобілебудуванні: Металознавство та технології: Навчальний посібник – К.: Університет "Україна", 2018 – 239 с.

## REFERENCES

1. **Grivnyak I., 1986.** Svarivayemost' staley: monografiya., 216.
2. **Dobrovolsky O.H., 2014.** Materialoznavstvo ta materialy u mashynobuduvanni: Navchalnyy posibnyk. KNUBA., 168.
3. **Malysheva B.D., 1989.** Svarka i rezka v promyshlenom stroitel'stve: Spravochnik. Moscow, Stroyizdat, 530.
4. **Dobrovolsky O.H., 2012.** Metaly i zvaryuvannya: navchalnyy posibnyk. KNUBA., 204.
5. **Zhiznyakov S.N., Sidmen Z.A., 2006.** Ruchnaya dugovaya svarka. Materialy. Oborudovaniye. Tekhnologiya. Ekotekhnologiya, 360.
6. **Fetisov G.P. Matyunin V.M., i dr., 2000.** Materialovedeniye i tekhnologiya metallov: Uchebnyk dlya vuzov. Vysshaya shk., 638.
7. **Potal'yevskiy A.G., 2007.** Svarka v zashchitnykh gazakh plavyashchimsya elektrodom. Chast' 1. Svarka v aktivnykh gazakh: navch. Posib. 192.
8. **Kosenko V.A., Dobrovolsky O.H., ta inshi., 2018.** Zvaryuvannya v avtomobile-buduvanni: Metaloznavstvo ta tekhnolohiyi: Navchalnyy posibnyk. Universytet "Ukrayina". 239.

## Features of welding steel

*Alexander Dobrovolsky, Valeriy Kosenko,  
Volodymyr Volianiuk, Vadym Shalenko,  
Andrii Masluyk*

**Abstract.** It is known that when making structures with the use of welding, some steel are welded well, and some are bad. Weldability of more durable steels is worse. In order to solve the problem in this work, the analysis of the weldability of various steels by methods of fusion welding. For this, on the basis of weldability and other characteristics of steel are divided into groups: low carbon, medium carbon, high carbon, low doped, medium doped and high doped. Each of these groups has its own specifics.

For this, on the basis of weldability and other characteristics of steel are divided into groups: low carbon, medium carbon, high carbon, low doped, medium doped and high doped.

It is shown that the low-carbon steel has the best degree of weldability, in the zone of thermal influence of which the structure of quenching is not formed - martensite. It is known that this structure is the reason for the creation of internal stresses and cold cracks, which worsens the welds of steels. The welds also worsen the chemical elements contained in the alloy steels. Therefore, for good welding, even for low-alloy steels, an upper limit is set to 0.22% carbon, and for low doped 0.25 ... 0.3% carbon.

When welding occurs. complex processes that result in the construction of internal stresses and related distortions, the creation of cracks, the exact dimensions of products are not reached, etc.

Disadvantages of welding are also increased corrosion, reduced strength and the endurance of welded structures. It is shown that the weldability of various steels is mainly due to the carbon content and alloying elements, as well as the structure formed during the welding process in the welded metal and the thermal impact zone. Low-carbon and low-carbon low-alloy steels are characterized by better weldability. Welding of medium carbon low-alloy steels should be performed in such a way as to reduce the carbon content of the metal seam achieved by the use of electrode wire or low carbon electrodes and a decrease in the proportion of the base metal in the metal seam, The weldability of high-alloy steels are considered, which mainly depends on the structure of the welded metal (ferrite, austenitic, etc.). The article also describes methods for preventing the formation of defects in the welding of various groups of steels.

**Key words:** steel, welding, weldability.