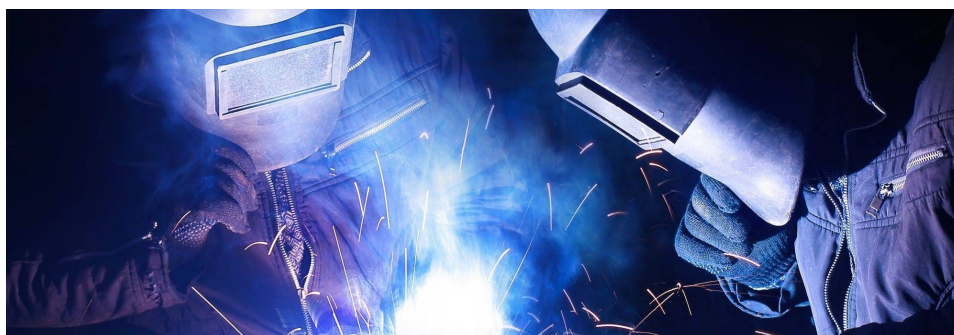


## Способи зварювання металів без застосування електричної енергії

Якщо ваше дитинство пройшло у вісімдесятих або дев'яностих, то вам напевно відомо слово карбід. Точніше, словосполучення карбід кальцію. Шматки цього продукту, що нагадує каміння, практично завжди з'являлися у дітей і підлітків після того, як у двір або на аварійний об'єкт, розташований по сусідству, приїжджала ремонтна бригада, у складі якої був зварювальник. Карбід кальцію і сьогодні застосовується у зварювальних процесах, які майже без змін використовуються вже понад 100 років.



XIX століття – період експериментів та багатьох технічних винаходів. Саме це століття стало проривним і в розвитку зварювання – процесу з'єднання металів на молекулярному рівні. Тоді почалося практичне застосування дугового електрозварювання, яке згодом використовували навіть у космосі. Паралельно проводилася робота і над розвитком методів зварювання металів без застосування електроенергії. І слід визнати, що всі ці дослідження не були марними. Наразі існує кілька десятків видів зварювання, які діляться на три великі класи:

- зварювання плавленням
- зварювання тиском
- термомеханічне зварювання

У кожному з цих класів існують види зварювального процесу без застосування електричної дуги. Певно, найбільш відомі з них – це газове зварювання, холодне зварювання і зварювання вибухом. У кожного з них є своя історія та особливості застосування.

### Газозварювання

Історія розвитку газозварювання із застосуванням того самого карбіду кальцію має чудернацькі повороти і навіть розвороти. Перші експерименти з вивчення властивостей суміші газів, які під час горіння дають високу температуру, почалися ще наприкінці XVIII століття. Термін «газове зварювання» з'явився у 1840-х роках. Його застосував французький винахідник Ежен Панон Десбассейн де Рішмон (Eugène Panon Desbassayns de Richemont) у науковій статті про зварювання свинцю.

Цей спосіб з'єднання металів активно вивчав інший француз – Анрі Луї Ле Шательє, який у 1895 році у процесі спалювання суміші ацетилену та кисню отримав високотемпературне полум'я – понад 3000°C. Результати були, але процес тривалий час не отримував масового поширення.



Газ ацетилен було відкрито ще в першій половині позаминулого століття, а в 1863 році навіть було штучно синтезовано, але це були лабораторні досліди. Вони не давали великих обсягів для масового застосування і низької собівартості. Лише у 90-х роках XIX століття практично одночасно у Франції та США було розроблено промисловий спосіб виробництва карбіду кальцію з вапняку та вугілля. Цей продукт став джерелом ацетилену, який отримують шляхом змішування води та карбіду кальцію у спеціальних ємностях.

Але цього теж було недостатньо. Ще були потрібні спеціальні пальники, в яких ацетилен, змішуючись з киснем, давав би високу температуру горіння газової суміші, та які забезпечували б прийнятну технологію зварювання металу. Таку конструкцію в 1903 році розробили й запатентували інженери Едмон Фуше та Шарль Пікар.

Лише після цього вдалося прискорити поширення і розширити сфери застосування газозварювання. Це було непросто, адже на той момент вже більше 10 років активно використовувалося дугове електрозварювання. Але приблизно до середини 1930-х років саме газове зварювання стало основним способом з'єднання металів. Воно було відносно дешевим, простим та надійним. До того ж обладнання для кисню й ацетилену було більш компактним і мобільним у порівнянні з генераторами струму для підтримання електричної дуги.

Але в 30-ті роки XX століття стався технологічний прорив у електрозварюванні: зменшилися розміри джерел живлення, вони стали більш мобільними, почалася автоматизація цього процесу. Унаслідок цього, газозварювання втратило свої основні переваги. Не виключено, що з часом воно могло б зникнути, як і багато інших технологічних анахронізмів, або зберегтися для використання у дуже вузьких сферах.

Однак цього не сталося. Наукові дослідження в цій сфері призвели до того, що процес кардинально змінився. Кисневі пальники почали використовувати не стільки для зварювання, скільки для різання металів. Почався новий етап розвитку технології. З'явилися наукові інститути та заводи-гіганти з виробництва спеціального обладнання – автогенів, які використовують для різання, зварювання й наплавлення металів за допомогою горіння газів.

### **Зварювання вибухом**

Зварювання вибухом – це один з відносно молодих способів з'єднання металів. Його застосовують для зварювання металів, які мають різні властивості. Їхня комбінація дозволяє отримати унікальний матеріал – біметал або плакований метал. Одна сторона такої пластини може успішно протистояти корозії, а друга бути твердою або зносостійкою. Вважається, що потенціал технології зварювання металів таким способом виявили під час Другої світової війни. Тоді були виявлені фрагменти гільз снарядів, які після вибуху намертво зварилися з іншими металевими предметами. Це зацікавило дослідників. І вже на початку 1960-х років у США було розроблено й запатентовано практичний метод зварювання вибухом. Це зробила компанія DuPont.

Технологія отримала швидкий розвиток і поширення. Сьогодні її використовують для отримання біметалів, які застосовують у різних сферах економіки. Іноді в такому процесі використовують не два, а три і навіть чотири види металів, з яких виходить своєрідний «сендвіч». Якщо один з шарів набагато тонший за інший, то такий процес називається плакуванням.

У загальних рисах процес зварювання вибухом можна описати таким чином. Два або більше шарів металу розташовують на невеликій відстані один від одного під кутом або паралельно. На верхній плакувальний шар рівномірно наносять вибухову речовину. Після чого відбувається контрольований вибух, який призводить до з'єднання шарів і появи матеріалу, що має властивості двох металів.

Але на практиці все не так просто, як у теорії. Необхідно дотримуватися величезної кількості складних технологічних вимог: від кута і швидкості детонації до забезпечення вибухобезпеки у приміщеннях, де застосовується такий спосіб зварювання.

На сьогоднішній день існує до 300 комбінацій різних металів, які можна з'єднувати таким способом. Біметали, отримані зварюванням вибухом, підвищують надійність обладнання, знижують собівартість виробів. Адже в такому випадку вдається скоротити використання дорогих металів, які можна нанести на більш дешеву основу.



### Холодне зварювання

Холодне зварювання – це, мабуть, найдавніший спосіб з'єднання металів. Вважається, що його використовували ще в 8-9 ст. до нової ери для виготовлення виробів з самородків дорогоцінних металів. В епоху Пізньої Бронзи люди обробляли кам'яними молотками пластичні метали – золото, срібло, мідь. І в процесі наші предки з'ясували, що шматки цих металів міцно з'єднуються між собою навіть без нагрівання зовнішніми джерелами тепла. Фактично це й були перші спроби зародження холодного зварювання. Спочатку його використовували для збільшення розмірів металевих виробів, потім – для виробництва прикрас. Сучасна наука визнала холодне зварювання невід'ємною частиною матеріалознавства в 1940-х роках.

Але використання цього способу обмежене пластичними металами, які можна міцно з'єднати тертям, стисненням або ударом. Холодним зварюванням з'єднують срібло, алюміній, свинець, мідь, цинк, нікель та деякі інші. Для цього потрібні дві чисті гладкі поверхні одного й того самого металу.

Основна перевага холодного зварювання – це відсутність сторонніх домішок у зварному шві, які практично неминучі при електро- і газозварюванні. Тому його активно використовують в електроніці та електротехніці, де важливе застосування чистих струмопровідних металів – міді та алюмінію. Одним з найбільш перспективних сучасних методів зварювання металів без нагрівання є нанотехнології. Вже доведено, що з'єднання мікро- і наночастинок металів відбувається навіть без тиску, а лише завдяки зіткненню на декілька секунд.

Але у терміна «холодне зварювання» є ще одне значення, яке може ввести в оману. Сьогодні практично в будь-якому магазині можна купити клеювальну речовину з такою ж назвою. Як правило, це двокомпонентна речовина на основі епоксидної смоли. З її допомогою можна виконати екстрені ремонтні роботи: заклеїти дірку, тріщину або з'єднати розламану металеву деталь. Тобто вирішити проблемну ситуацію до приїзду зварювальника. А якщо це буде газозварювальник, то у нього можна буде попросити шматочок карбиду кальцію, щоб згадати дитинство.