

О. К. Назаренко

## Електронно-промене́ве зварювання

**ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕ́ВЕ ЗВА́РЮВАННЯ** – [зварювання](#), під час якого краї з'єднаних частин розплавляють пучком прискорених електронів. Його виконують у вакуумі (від 10 мПа до 1 Па) в камерах об'ємом до 1 тис. м<sup>3</sup>, рідше – у середовищі інерт. газів при атмосфер. тиску. При потраплянні на поверхню зварюваних виробів електрони гальмуються, а їхня кінет. енергія перетворюється в теплову, внаслідок чого виникає зварювал. ванна. У міру переміщення виробу або джерела зварювал. нагрівання відбуваються затвердіння розплавленого металу й утворення шва. Джерелом пучка електронів є електронно-променеві гармати потуж. 0,1–100 кВт, енергією 10–200 кеВ. У них з катода здійснюється емісія електронів, прискорених дією електрода–анода. Частина електродів водночас створює необхід. розподіл електр. поля. Для формування інтенсив. потоків здебільшого використовують електрон. пучок зі збіж. потоком, щільність струму якого у мін. перетині (кросовері) в кілька разів вища від щільності струму емісії катода. Застосовують також електронні гармати, в яких формують асимілюючі, стрічк., трубчасті й ін. пучки. Установка для Е.-п. з. складається з 2-х осн. комплексів – енергет. й електромеханічного. Енергет. призначений для формування пучка електронів із заданими параметрами, керування його потужністю і положенням щодо стику, що зварюється, електромех. – для герметизації й вакуумування робочого об'єму, виконання всіх зварювал., установоч. і транспорт. переміщень виробу, що зварюється, і електронно-променевої гармати. За ступенем захисту зварювал. ванни від впливу довкілля установки поділяються на 3 класи: для зварювання у високому вакуумі; для зварювання в проміж. низькому вакуумі; для зварювання поза вакуумом. Осн. переваги Е.-п. з.: значна швидкість зварювання, відсутність присад. металу та окислювання при зварюванні, велика потужність, малі деформації, високе співвідношення глибина–ширина звар. шва, скорочення необхід. наступ. оброблень; осн. недоліки: необхід. захист від рентгенів. випромінювання, подібне зварювання застосовують виключно до розмагнічених деталей. Швидкість Е.-п. з. становить від 10 (для металів завтовшки понад 100 мм) до 1500 (1 мм) м/год. Таким способом з'єднують тугоплавкі метали (вольфрам, тантал та ін.), алюміній, мідь та їхні сплави, спец. сталі та різномірні метали, сплави титану.

Дослідж. Е.-п. з. розпочато в 1950-х рр. у Франції, ФРН, США, СРСР (у Моск. енергет. інституті – М. Ольшанським), уперше застосовано 1957 у Франції для виготовлення палив. елементів ядер. реакторів. В Україні осн. роботи зі створення устаткування і технологій Е.-п. з. виконано в [Електрозварювання інституті НАНУ](#) (Київ), ВАТ «СЕЛМІ» (Суми), ТОВ «Геконт» (Вінниця), [«Київському політехнічному інституті» Національному технічному університеті України](#), [Східно-Українському національному університеті ім. В. Даля](#) (Луганськ). Співробітники Інституту електрозварювання НАНУ здійснили дослідж. з фізики одержання гостросфокусов. електрон. променів для преци- зій. зварювання й оброблення (Г. Криштаб), потуж. променів для глибокого проплавлення металу (О. Назаренко, В. Локшин, 1965–70), вивчили особливості роботи високовольт. джерел живлення, систем стабілізації режиму зварювання й керування променем (Ю. Ланкін, В. Шелягін, 1964–70), механізм глибокого проплавлення металу, гідродинам. явища у зварювал. ванні, природу різного типу дефектів, особливості терміч. циклу металу звар. шва й навколошов. зони ([А. Бондарев](#), [Б. Касаткін](#), [Г. Лєсков](#), О. Назаренко, 1970–77).

З часом Е.-п. з. почали застосовувати для виготовлення унікал. конструкцій відповідал. призначення, зокрема під керівництвом *Б. Патона* розроблено та впроваджено у виробництво трубчаті конструкції з титан. і молібден. сплавів для АЕС (О. Назаренко), поршні потуж. двигунів, паливні баки та ін. конструкції ракет-носіїв з високоміц. алюмінієвих сплавів (А. Бондарев, О. Назаренко), триметал. стрічки для кінескопів кольор. телевізорів, корпусні та роторні вузли авіац. газотурбін. двигунів тощо. У Інституті електрозварювання НАНУ створ. універсал. установки для Е.-п. з. з автомат. керуванням режимами зварювання, роботою устаткування та переміщення гармати й виробу, з використанням персон. комп'ютера і програмуючих контролерів. У більшості з них можливе поєднання таких операцій як зварювання, зонал. термічне оброблення, очищення і модифікація поверхні. Е.-п. з. використовують у радіоелектроніці та приладобудуванні (деталі телевізорів, мед. інструменти, вузли приладів), авіакосміч. техніці та суднобудуванні (корпусні панелі, стрінгерні оболонк. конструкції, обичайки), енергетиці і металургії (ротори, теплообмінні апарати, лопатки турбін, деталі редукторів і прокат. валків, кристалізатори). Цей вид зварювання визнано перспектив. для виготовлення великогабарит. косміч. конструкцій. Експерименти з Е.-п. з. проводили в умовах, що імітують космічні (*В. Лапчинський*), та 1969 вперше в світі за допомогою установки «Вулкан» на косміч. кораблі «Союз-6».

## Рекомендована література

1. Назаренко О. К. Электронно-лучевая сварка. К., 1965;
2. Патон Б. Е., Кубасов В. Н. Эксперимент по сварке в космосе // АС. 1970. № 5;
3. Бондарев А. А., Третьяк Н. Г. Свойства соединений листов и плит алюминиевого сплава 1201, сваренных электронным лучом // Там само. 1980. № 7;

4. Патон Б. Е., Назаренко О. К., Бондарев А. А. Электронно-лучевая сварка и последующая термомеханическая обработка обечаек большого диаметра из сплава 1201 // Там само. 1983. № 9;
5. Назаренко О. К. Современное состояние электронно-лучевой сварки // Сварка и специальная электрометаллургия. К., 1984;
6. Бондарев А. А., Некрасов А. И., Морейнис М. И. Электронно-лучевая сварка обечаек в локальном вакууме // Там само. 1984. № 2;
7. Патон Б. Е., Назаренко О. К., Кайдалов А. А., Ковбасенко С. Н. и др. Электронно-лучевая сварка. К., 1987;
8. Кайдалов А. А. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. К., 2004.

### **Бібліографічний опис:**

Електронно-промене́ве зварюва́ння / О. К. Назаренко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2009. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-17770>

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).