

Lecture 11

11. Mavzu: Elektron nur yordamida payvandlash, Kuchlanishi va Deformatsiyasini tekshirish

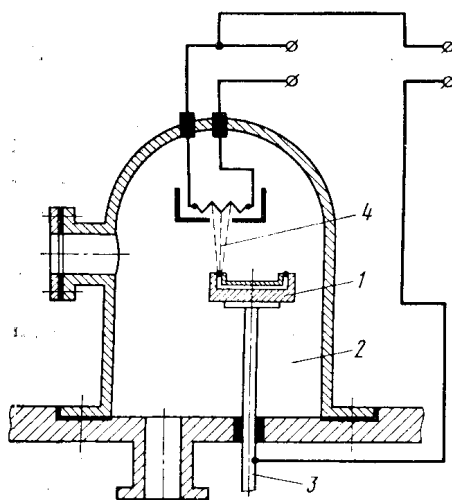
Reja

- 1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati*
- 2. Elektron nurli payvandlashda qo'llaniladigan jihozlar*

1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati

Elektron-nurli payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo‘lib, bunda metall qizishi elektr maydon ta’sirida tez harakatlanuvchi elektron nurlar oqimi natijasida qiziydi. Elektronlar buyum yuzasiga tegib o‘zining kinetik energiyasini berib issiqliq energiyasiga aylanadi va metallni 5000–6000°C gacha qizdiradi. Ushbu jarayon, odatda, germetik yopiq kamerada bajariladi (vakuum ushlanib turilishi kerak). Elektron nur yordamida payvandlashda tanovarlar qalinligi 0,01 dan 100 mm va bundan ham qalinroq bo‘lishi mumkin.

1879-yilda Kruks katodli nurlar yordamida platinani qizdirishni ko‘rsatdi. Tompson katod nurlari elektr zaryadlangan zarralarni tashkil etishini aniqladi. Milliken 1905 – 1917-yillarda elektronlarni o‘ziga xos tabiyatini va zaryadini aniqladi hamda isbotladi. Elektron-nurli payvandlash texnika va texnologiyasini D.A Stor nomi bilan bog‘liq, u fransuz atom energiyasi komissiyasida ishlab o‘zining tadqiqot natijalarini 1957-yilda chop etdi.



1-rasm. Elektron-nurli payvandlash sxemasi:

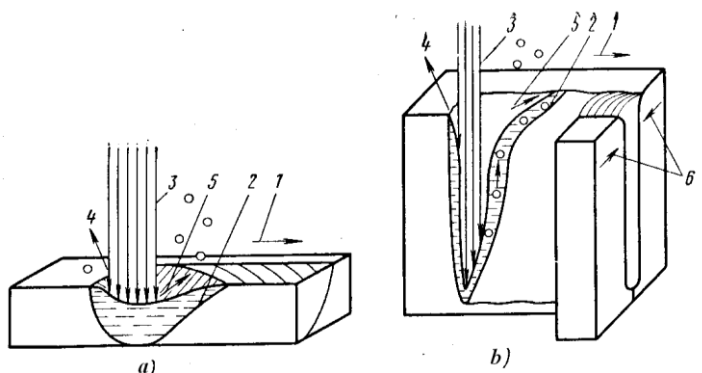
1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – kamera; 3 – siljuvchi mexanizm; 4 – elektronnur.

Elektron nurli payvandlash jarayoni, odatda, germetik yopiq kamerada bajariladi, ushbu kamerada vakuum 10^{-1} – 10^{-3} Pa ni tashkil etadi. Vakuum elektronlarning erkin harakati uchun, ionizatsiya jarayonidagi gazsimon molekulalar bilan to‘qnashishini kamaytirish uchun juda muhimdir. Hamda vakuum eritib qoplanayotgan metallning tozaligini ta’minlash uchun, uni oksidlanishi va azotlanishining oldini olish uchun undagi bug‘langan gazlarning miqdorini kamaytirish uchun ham muhim rol o‘ynadi. Vakuum, to‘xtovsiz ishlatiladigan vakuum nasoslari yordamida ta’minlanadi. Elektronlar manbai sifatida nakallanayotgan katod xizmat qiladi, katod esa past voltli transformatoridan manbalanadi. Elektronlar past voltli transformatoridan yuqori kuchlanishlarga 10–100 kV aylanadi, odatda, 30 kV kuchlanish qo‘llaniladi, chunki yanada yuqori kuchlanishlarda rentgen nurlari hus himoya talab etiladi.

Taxminan 99% li yuqori vakuumda, yuqori tezlik bilan harakatlanayotgan elektronlar bilan metallni yoki boshqa bir materialni intensiv ravishda bombardirovka qilinsa, uning kinetik energiyasi issiqlik energiyasiga o‘tadi va buyumni qizdirishga sarf bo‘ladi.

Yupqa tunukali metallni payvandlash ($s \leq 1-3$ mm), odatda, fokusi yoyilgan elektronlar to‘dasi bilan bajariladi (2- a rasm). Qalin tunukali metallarni

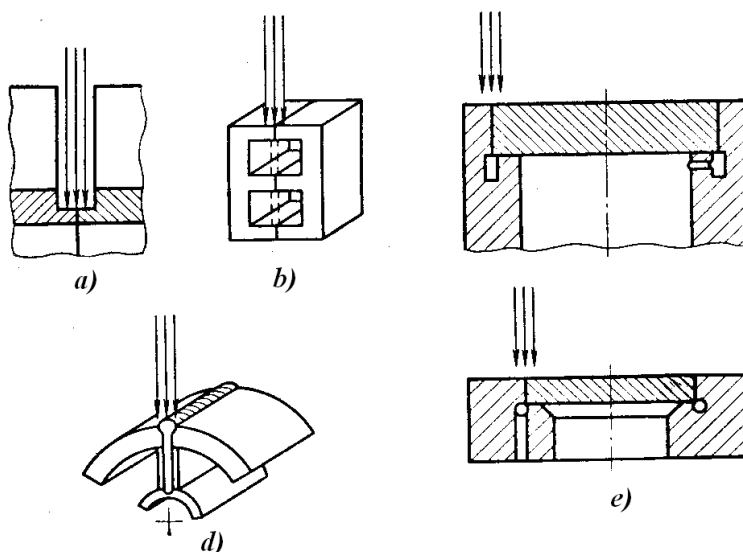
payvandlashda uchqir fokuslangan elektronlar to‘dasi yordamida bajariladi (2- b rasm).



2-rasm. Elektron nurli payvandlashning sxematik ko‘rinishi:

a – yupqa metallarni payvandlashda, b – qalin metallarni payvandlashda:

1 – buyumni harakatlanish yo‘nalishi; 2 – kristallizatsiyalanish fronti; 3 – elektronlar to‘dasi; 4 – metallning bug‘lanish yo‘nialishi; 5 – payvandlash vannasining yuqori qismida metallni tashqariga chiqarish yo‘nalishi; 6 – payvand chokning ko‘ndalang cho‘kishi.



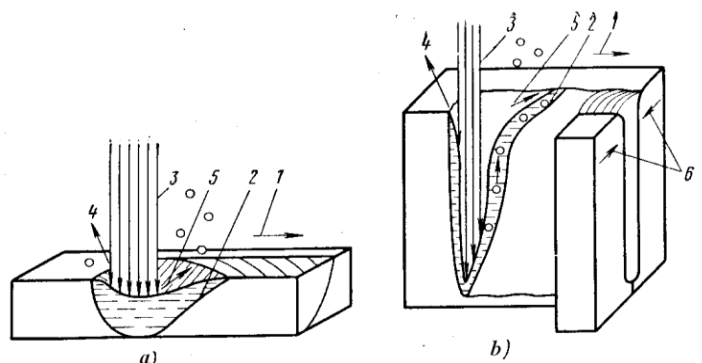
3-rasm. Elektron nurli payvandlashda ayrim birikmalarning turlari:

a – payvandlash qiyin bo‘lgan joylarni payvandlash; b – nur bilan kesib o‘tib bir o‘tishli payvandlash; d – mustahkamlikni ta‘min etuvchi qovurg‘a orqali payvandlash; e – to‘siqlarni payvandlash.

Elektronlar past voltli transformatoridan yuqori kuchlanishlarga 10–100 kV aylanadi, odatda, 30 kV kuchlanish qo‘llaniladi, chunki yanada yuqori kuchlanishlarda rentgen nurlari hus himoya talab etiladi.

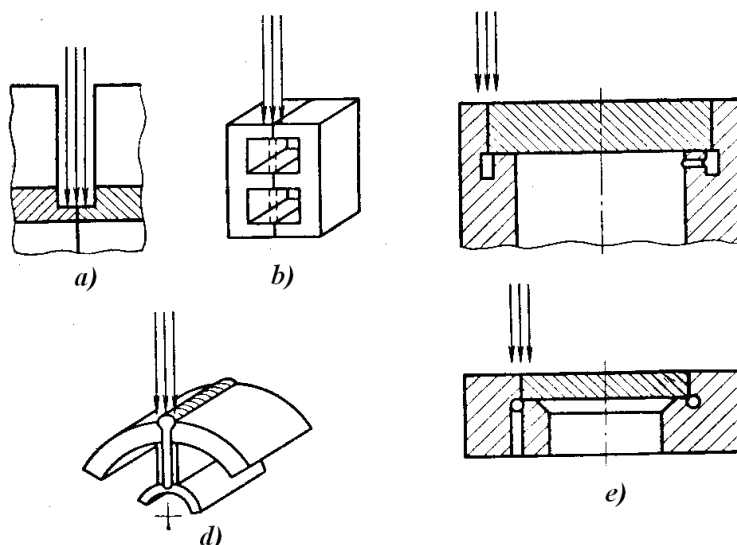
Taxminan 99% li yuqori vakuumda, yuqori tezlik bilan harakatlanayotgan elektronlar bilan metallni yoki boshqa bir materialni intensiv ravishda bombardirovka qilinsa, uning kinetik energiyasi issiqlik energiyasiga o‘tadi va buyumni qizdirishga sarf bo‘ladi.

Yupqa tunukali metallni payvandlash ($s \leq 1-3$ mm), odatda, fokusi yoyilgan elektronlar to‘dasi bilan bajariladi (4- a rasm). Qalin tunukali metallarni payvandlashda uchqir fokuslangan elektronlar to‘dasi yordamida bajariladi (4- b rasm).



4-rasm. Elektron nurli payvandlashning sxematik ko‘rinishi:

a – yupqa metallarni payvandlashda, b – qalin metallarni payvandlashda:
 1 – buyumni harakatlanish yo‘nalishi; 2 – kristallizatsiyalanish fronti; 3 – elektronlar to‘dasi;
 4 – metallning bug‘lanish yo‘nialishi; 5 – payvandlash vannasining yuqori qismida metallni tashqariga chiqarish yo‘nalishi; 6 – payvand chokning ko‘ndalang cho‘kishi.



5-rasm. Elektron nurli payvandlashda ayrim birikmalarning turlari:

a – payvandlash qiyin bo‘lgan joylarni payvandlash; b – nur bilan kesib o‘tib bir o‘tishli payvandlash; d – mustahkamlikni ta‘min etuvchi qovurg‘a orqali payvandlash; e – to‘siqlarni payvandlash.

Elektron nurli payvandlashning afzalliklari:

1) Elektron nurli payvandlash uchun energiyaning yuqori konsentratsiyasi talab etiladi, shuning uchun boshqa usullarga nisbatan sarf bo‘layotgan issiqlik miqdori o‘n marta kam sarf bo‘ladi.

2) Elektron nurli payvandlashda erigan metall xududi cho‘ziq pona ko‘rinishida bo‘ladi, erish chuqurligi eniga nisbatan 26:1 qiymatlarda bo‘lishi mumkin. Bu xodisa xanjarli eritish deb ataladi.

3) Chokka atrof -muhitdan tushadigan qirlardan holi.

4) Turli xil qalinlikda bo‘lgan har xil metallarni payvandlash imkoniyatiga ega.

2. Elektron nurli payvandlashda qo‘llaniladigan jihozlar

Elektron nurni shakllantirish va fokuslash uchun kompleks qurilmalarni elektron payvandlash zambaragi deb ataladi.

Ayrim payvandlash zambaraklarni texnik tavsifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

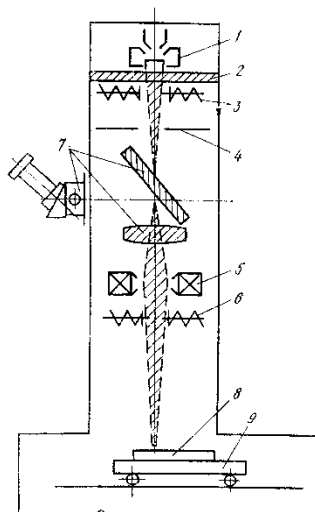
Elektron payvandlash zambaraklarning texnik tavsifi

Parametrlari	ПЛ-100	ПЛ-101	ПЛ-101-01	У-858
Kuchlanish, kV	60	12	12	120
Zarbaning tok kuchi, A	1	0,25	0,002	1
Sarfalanadigan quvvat, kVA	60	3	0,18	120

Elektronlarni emissiyalash uchun qurilma 1 quyidagilardan tashkil topgan; halqa simon shakllantiruvchi elektrodga biriktirilgan volframli katoddan (Venelta silindri) va uning ostida markaziy tirqishga ega bo'lgan diskli anod joylashgan.

Katodni qizdirish natijasida uning yuzasidan elektronlar nurlanadi, bu elektronlar qurilmaning elektrodi yordamida bir nuqtaga shakllanadi, elektrod katod orqasida joylashgan. Katod va anod orasidagi potentsiallarning yuqori ayirmasi oqibatida vujudga kelgan elektr maydon ta'sirida aniq yo'nalish bo'yicha tezlashadi.

Uzluksiz rostlanuvchi tok bilan ta'minlanayotgan g'altaklarning magnit maydoni (3), nurni g'altak o'qi bo'ylab yo'naltiradi. Diafragma (4) nurni energetik kam effektiv bo'lgan atrof hududlarini kesib tashlaydi, magnit linza (5) esa ishlov berilayotgan buyum yuzasida dumaloq nuqtaga fokuslaydi. Elektron nur yordamida payvandlash va termik ishlov berish uchun zamonaviy qurilmalarda, elektron nur diametri 0,001 sm dan kam bo'lgan yuzaga fokuslaydi.



6 - rasm. Elektron nurlı qurilmaning ko'rinishi:

1 – volframli katod; 2 – diskli anod; 3 – o'zak bo'ylab elektron-nurni fokuslovchi g'altaklar; 4 – nurning energetik kam effektivli cheka maydonlari; 5 – detal yuzasida dumaloq dog' fokuslovchi nur magnit linzasi; 6 – detal yuzasi bo'yicha siljuvchi nur og'ish g'altagi; 7 – payvandlash jarayonini kuzatuvchi tizim; 8 – payvandlanuvchi detallar; 9 – detallarni siljıtuvchi va fiksasiyalovchi stol.

Og'uvchi g'altaklar (6) yordamida vakuum kamerasiga joylashtirilgan ishlov berilayotgan buyum yuzasi bo'ylab nurni harakatlantirsa bo'ladi. Ko'zgu, o'q bo'ylab tirqishga ega bo'lgan obyektiv va mikroskopdan iborat optik tizim (7), payvandlash jarayonini bir necha bor yiriklashtirilgan holda nazorat qilish imkonini beradi, Ishlov berilayotgan buyum (8), stolga (9) joylashtiriladi va bir xil tezlikda harakatlantiriladi.

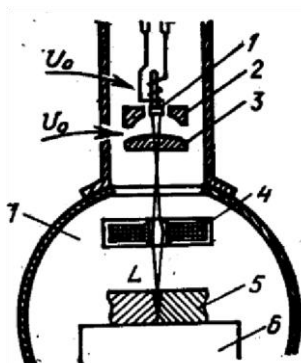
Elektron nurli qurilmaning muhim qismi kamera hisoblanadi, chunki payvandlash ishi shu joyda bajariladi. Kameraning konstruksiyasi va o'lchamlari qurilmaning mo'ljallanishiga bog'liq. Universal payvandlash kameralar nisbatan uncha katta bo'lmagan hajmga egadir va ular quvur hamda tunuka metallarni payvandlash uchun uzatuvchi qurilmalar bilan jihozlangandir. Ushbu qurilmalar bir tekis ravon rostlanishi, ishchi stolining bir tekis tezlikda turg'un harakatlanishi hamda quvur uzatmalarni payvandlashda quvurlarni gorizontaal va vertikal tekisliklarda bemalol harakatlanishini ta'min etishi kerak. Ayrim kameralarda elektron zambarakni gorizontaal va vertikal yo'nalish bo'ylab harakatlanishi inobatga olingan.

Kameraga payvandlanayotgan buyumni joylash vakuum holatini buzib yoki uzluksiz ravishda shlyuz kameralar orqali joylashtirish mumkin.

Katod va anod orasidagi kuchlanish qiymatiga nisbatan ikki tur elektron nurli zambarak farqlanadi: past voltli kuchlanish tezligi 10÷30 kV va yuqori voltli kuchlanish tezligi 150 kV gacha. Elektron nurli payvandlash uchun qurilmalarda elektron nurning toki katta emas, tok bir necha milliamperdan bir ampergacha bo'ladi. Bu usuldan turli kalinlikdagi (0,01— 100 mm), suyuklanishi qiyin bulgan (Mo, W, Ti pa boshsalar) va ximiyaviy aktiv metallar (Zr, Ur, Be va

boshqalar) qamda ularning qotishmalarini payvandlashda foydalaniladi. Bu usulda vakuum kamerasiga kiritilgan metallarning payvanlash joyiga bir necha sekund davomida elektron- nur yuborilganda payvandlash joyi suyuqlanib soviganda kristallanib payvandlanadi (7-rasm). Buning uchun payvandlanuvchi metallarni $133 \cdot 10^{-4}$ - $133 \cdot 10^{-5}$ Pa li vakuumli kamerasiga kiritib, ularning payvandlanish joyiga elektron deb ataluvchi qurilmaniig volfram uramli spiral katodiga transformatoridan

10 – 35 kV tok yuborilganda u tezda 2500°S qizib, uzidan juda katta tezlikda (4–5 m/s) elektronlar ajratadn. Ular elektromagnit linzadan utganda katta konsentratsnyali nurga utib, payvandlaiuvchi metall (anod) yuziga ($0,1\text{—}20\text{ mm}^4$) yrnalganda, uni bombardimon qiladi. Natijada nurning kinetik eiergiyasi issitslik eiergiyasiga aylanib ko‘p miqdorda issiqlik ($5000^{\circ}\text{—}6000^{\circ}\text{C}$) ajraladi. Bu energii darhol bu yuzani suyuqlantiradi va nur olinishi bilan bu uchastka kristallanib payvandlanadi.



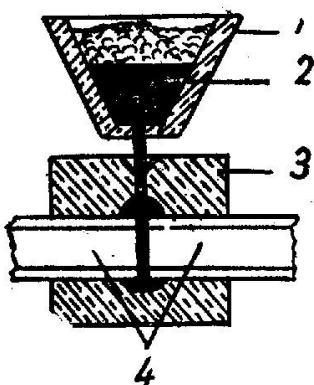
7 – rasm. Elektron

– nur bilan payvandlash qurilmasining sxemasi:

1 – kotod; 2 – uchlik; 3 – anod; 4 – elektro magnit linza; 5 – zagotovka; 6 – stol; 7– vakuum kamerasi

Termit bilan payvandlash.

Metall kukunlarining ba’zi metall oksidlari kukunlari bilan aralashmasi *termit deyiladi*. Masalan, alyuminiy yoki Mg kukunining temir (II) oksid kukuni bilan aralashmasini elektr yoy yoki o‘t oldirgich (zapal) bilan o‘t oldirilganda tubandagi shiddatli reaksiya berishi natijasida ko‘p miqdorda issiqlik ($T \sim 3000^{\circ}\text{S}$) ajraladi:



8 – rasm. Termit bilan payvandlash sxemasi.

1 – bunker; 2 – suyuqlangan termit; 3 – qolip; 4 - relestar

$3\text{G'e}_3\text{O} + 8\text{Al} = 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe} + Q\text{ kkal (kj)}$ Natijada qaytarilgan suyuq temir payvandlash qoldirib, tekis o‘rnatilib, o‘tga chidamli massadan qolip oralig‘ini to‘ldiradi. 8-rasmda payvandlanadigan buyumlar oralig‘iga suyuq metall quyib payvandlash sxemasi keltirilgan.

Sxemadan ko‘rinadiki, payvandlanadigan buyumlarning uchlari bir-biriga nisbatan ma’lum zazor

tayyorlab kiydiriladi. Keyin tigelda olingan termit metali qolipga qo'yiladi. Bir necha soatdan so'ng qolip ajratilib, quyish sistemasining metall qismlari qirqib tashlanadi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Elektron nurli payvandlashning vakuum kamerasida bajarishning sababi nima?
2. Nima uchun kuchlanish, tezlashuvchi elektronlar 30 kV bilan cheklanadi?
3. Metallarni elektron-nur bilan payvandlashni tishuntiring?
4. Termit bilan payvandlash sxemasini chizing?