

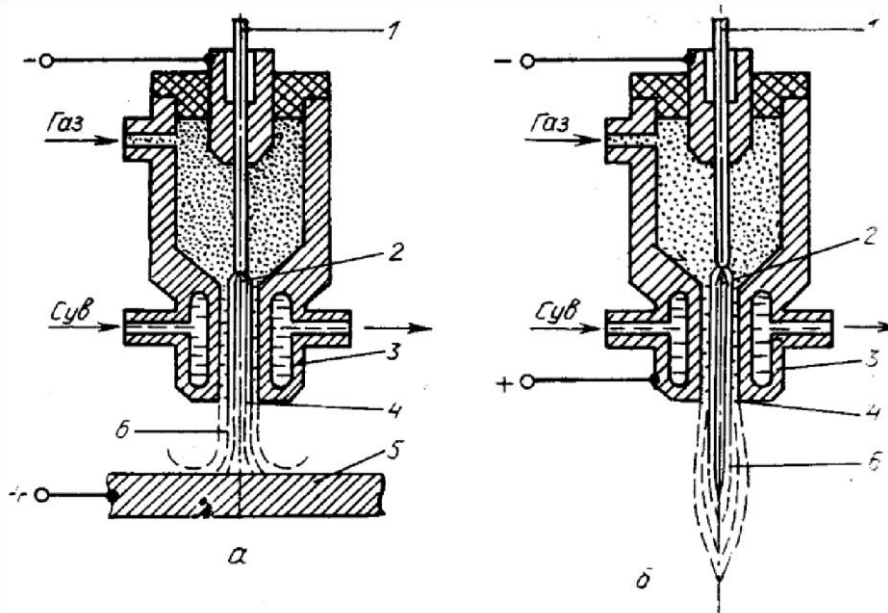
## 10. Mavzu: Plazma yordamida payvandlash, Kuchlanish va deformatsiyasini sinash

### Reja:

1. Plazma yordamida payvandlash va uni sinash
2. Lazer yordamida payvandlash va undagi kuchlanish
3. Lazerli payvandlash uchun jihozlar
4. Plazmali changlatishning mohiyati

### Plazma yordamida payvandlash va uni sinash

Bu usulda suyuqlanish temperaturasi yuqori boʻlgan metallar va ularning qotishmalari shuningdek, mis, alyuminiy, qotishmalarini payvandlashda, kesishda hamda boshqa metallar bilan qoplashda foydalaniladi. Bunda metallarni payvandlash, kesish qoplash joyiga yuqori temperaturali plazma (ionlashgan gaz) oqimi yoʻnaltiriladi. Suyuqlanayotgan metall soviganda kristallanib chok hosil boʻladi. Plazmatron (plazma gorelka) ni ishga tushirish uchun avval volfram elektrod 1 va suv bilan sovutilib turiluvchi soplo 3 orasida yoy yondiriladi. Keyin gorelkaning tor kanalidan argon yoki geliy gazi yuboriladi. Gaz yoy ustunidan utayotganda u qiziydi va ionlanib soplo teshigidan chiqishidayoq yuqori temperaturali plazmaga oʻtib, u yoy bilan birgalikda taʼsirida zagotovka tez suyuklanadi. Chunki bunda temperatura 10000—20000°S ga koʻtariladi (1-rasm, a).

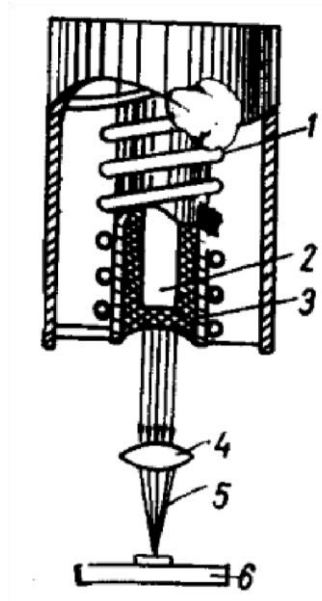


### 1 – rasm. Plazma yordamida payvandlash sxemasi:

*a – bilvosita; b – bilvosita: 1 – volfram elektrod; 2 – yoy; 3 – gorelka soplrsi; 4 – soplo*

*konali; 5 – zagotovka; 6 – plazma oqimi*

Issiqlik oqimi elektrod toretsidan uzoqlashgan sari uning temperaturasi pasayadi. Masalan, bu oraliq 6—8 mm bo‘lganda temperatura 6000—8000°S bo‘ladi (1-rasm, a). Payvandlash zonasini havoning zararli ta‘siridan himoya qilish uchun soplning halqali kanalidan qushimcha ravishda inert gaz yuboriladi. Juda yupo‘a (0,03—0,5 mm) metallarni payvandlashda mikroplazmadan foydalaniladi. Faqat plazma oqimida ishlandigan plazmatron sxemasi 1- rasm, b da keltirilgan.



### 2-rasm. Lazer nurida payvandlash sxemasi:

*1-rubin kristali; 2-ksenon 1. lampa; 3-sovitkich; 4-2. linza; 5-nur; 6-zagotovka*

#### Lazer yordamida payvandlash

Bu usulda metallarni payvandlashda issiqlik manbai sifatida maxsus qurilmada hosil qilinadigan kuchli yoruglik nuri (lazer)dan foydalaniladi.

Lazer nurida payvandlash sxemasi rubin kristali 2, ksenon lampa 1, linza 4 va nur 5 dan iborat (2- rasm).

Silindrik rubinning kristall sterjen torlari jilolanib kumush bilan qoplangan bulib, u optik qaytargich xizmatini bajaradi. Ksenon lampa yonganda xrom atomlari uyg‘onib va betartib fotonlar ajralib, ular yana dastlabki holatga qaytadi. Kristall

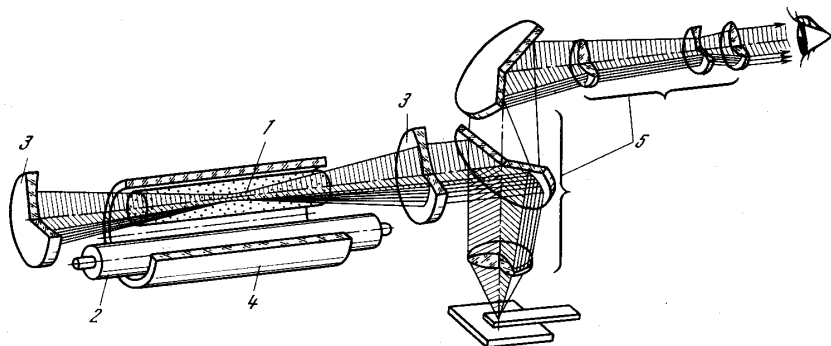
o‘qi bo‘ylab ajraluvchi fotonlarning bir qismi yangi fotonlar ajratadi. Ular kristall toresidan tashkariga jadal utib linza 4 da bir nuqtaga tuplanib nur 5 zagotovka 6 ga yo‘naltiriladi. Lazer nuridan asbobsozlikda kalinligi 0,1—1 mm bo‘lgan metallarni payvandlashda foydalaniladi.

### Lazerli payvandlashning mohiyati

**Lazerli payvandlash** – bu eritib payvandlash usuli bo‘lib, bunda detalni qizdirish uchun lazer nurlanish energiyasi qo‘llaniladi.

XX asrning 60-yillarida rus fiziklari N.G. Basov va A.M. Proxorov va amerikalik fizik Ch. Taunslarning ishlari asosida optik kvant generatorlar yoki lazerlar ishlab chiqildi. Birinchi bo‘lib metallarni lazerli payvandlash ma‘lumotlari 1962-yilga tegishli. 1964–1966-yillarda rubinli qattiq jisimli lazerlar ishlab chiqilgandan so‘ng, lazer qurilmalari ishlab chiqildi.

Lazerli payvandlashda issiqliq manbayi sifatida, maxsus qurilmadan olinadigan texnologik lazer deb ataluvchi kuchli konsentratlashgan yorug‘lik nuri ishlatiladi.



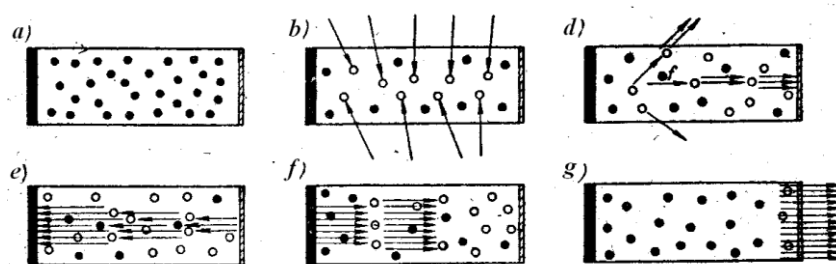
**3-rasm.** Lazerli payvandlash chizmasi:

1 – faol muhit o‘zagi; 2 – damlash lampasi; 3 – rezonator ko‘zgalari; 4 – yoritgichning ko‘zguli silindri; 5 – payvandlanayotgan detalning fokuslash tizimi va payvandlash jarayonini nazorat qilish.

Qattiq jisimli texnologik lazer – bu silindrik o‘zak shaklidagi rubin kristall; yaltiratib kumushlangan yuzalari optik nur qaytargichlar bo‘lib hisoblanadi. O‘zakning chiqib turuvchi qismi yorug‘lik nurlari uchun qisman shofof. Pushti

rangli rubin  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , xrom atomlarini tashkil etadi, ularning har birini uchta energetik darajasi mavjud.

Nurlanuvchi trubkaning ksenon lampa chaqnashida xrom atomlari yonib yuqori energetik darajasi bilan tavsiflanadi. Taxminan 0,05 mikro sekunddan keyin qizil rangli fotonlarni tartibsiz nurlatib uygʻongan atomlarning bir qismi avvalgi energetik holatiga qaytadi. Kristall boʻylab nurlayotgan bu fotonlarning ayrim qismlari, yangi fotonlarning nurlanishini qoʻzgʻatadi. Boshqa yoʻnalish boʻylab tushayotgan fotonlar yon tekisliklar orqali kristallni tark etadi. Qizil fotonlar oqimi kristall oʻzagi boʻylab oshib boradi. Ular navbatma navbat shishali yon tomonlar chegarasida aks etadi, toki ularning tezligi kristallning yarim shafof yon tekisligi chegarasidan oʻtib tashqariga chiqishga yetarli boʻlmagancha. Natijada kristallning chiqish tomonidan kogerent monoxromatik nurlanish koʻrinishida qizil yorugʻlik oqimi nurlanadi (4-rasm).



4-rasm. Tashqi qoʻzgʻatish taʼsirida rubin kristalida fotonlar sharrasini koʻchkisimon oʻsish sxemasi.

### Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi

Texnologik lazerlar quyidagi jihatlariga koʻra klassifi-katsiyalandi:

1) nurlanish toʻlqini uzunligi boʻyicha:

a) 740 nm dan (qizil nur) 400 nm gacha (binavsha nur) – elektrmagnit spektrning koʻrinadigan qismi hududi;

b) 740 nm kam – radio chastota yoki infra qizil hududlar;

2) taʼsir uzluksizligi boʻyicha:

a) impulsi – davriy;

b) uzluksiz;

3) agregat holati bo'yicha:

a) qattiq jismlari:

– sun'iy rubindan yasalgan o'zak ko'rinishidagi faol elementi bilan,  $\lambda=0,69$  mkm to'lqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish, impuls chastotasi  $F_i=10\text{Hz}$  va elektr optik FIK taxminan 3%;

– neodim aralashgan shishadan tayyorlangan o'zak ko'rinishidagi faol elementi bilan,  $\lambda=1,06$  mkm to'lqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish, impuls chastotasi  $F_i=0,05\text{--}50\text{kHz}$ ;

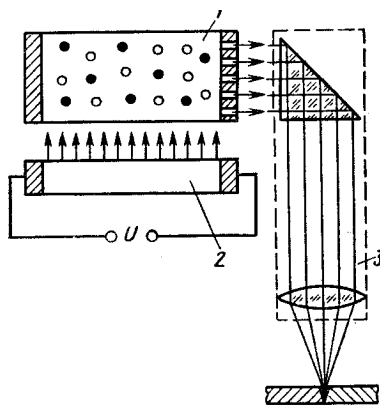
– neodim qo'shimchasi qo'shilgan ittriy-aluminiyli granata o'zak ko'rinishidagi faol elementi bilan,  $\lambda=1,06$  mkm to'lqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish

b) gazli

- ishchi jismi karbonat angidrid gazi, 2,66–13,3 kPa, bosimda azot va geliy qo'shimchasi bilan,  $\lambda=10,6$  mkm to'lqin uzunligiga impulsli-davriy to'xtovsiz nurlanish, elektr optik FIK 5–15% tashkil etadi. Ishchi jismni qo'zg'atish elektr razryad yordamida bajariladi. Azot va geliy karbonat angidrid gazining molekulasini energiyasini qo'zg'atishni ta'minlaydi hamda razryadning yaxshi yonishini ta'minlaydi.

### Lazerli payvandlash uchun jihozlar

Lazerli payvandlash uchun jihozlar quyidagilardan iborat: texnologik lazerdan, nurni transportirorvkalash va fokuslash tizimi, buyumni gazli himoya qilish tizimi, nur va buyumni nisbatan harakatlantiradigan tizim.



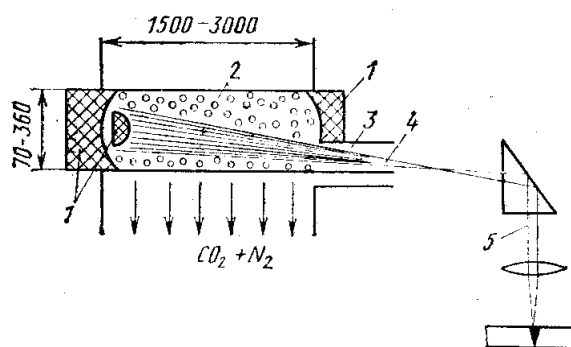
**5-rasm.** *Qattiq jisimli lazer bilan lazerli payvandlash uchun qurilmaning ko‘rinishi:*

1 – ishchi jism; 2 – damlash lampasi; 3 – optik tizim.

Texnologik lazer, «ishchi jism» dan, «damlash» tizimidan va sovutish tizimidan iboratdir.

Nurni transportirovkalash va fokuslash tizimi, himoya nur o‘tkazgichlardan, nurni sindiruvchi ko‘zgudan va fokuslovchi qurilmadan tashkil topgan. Nurni sindiruvchi ko‘zgu nur yo‘nalishini o‘zgartirib, ishlov berilayotgan hududga yo‘naltiradi. Qattiq jisimli lazerlarda shu maqsad uchun to‘liq ichki aks ta’sirni bajarish uchun prizmalar va ko‘p qatlamli dielektrik qoplamali interferension ko‘zgular qo‘llaniladi. Gazsimon lazerlar uchun suv bilan sovutiladigan misdan yasalgan ko‘zgular ishlatiladi.

Fokuslovchi qurilma – tubus, ishlov berilayotgan yuzaga nisbatan harakatlanish imkoniyati mavjud qilib o‘rnatilgan, unda optik shishadan yasalgan linza o‘rnatilgan, bu qattiq jisimli lazerlar uchundir. Interferension yorituvchi qoplamali kaliy xloridi yoki sink selenidi CO<sub>2</sub> lazerlar uchun. Buyumlarni ishlov berish vaqtida ulardan ajralib chiqayotgan zararli mahsulotlardan linzalarni himoyalash uchun shtorka qo‘llaniladi, shtorka tozalangan quritilgan havodan hosil bo‘lgan.



**6-rasm.** *Gazsimon lazer bilan lazerli payvandlash uchun qurilmaning ko‘rinishi:*

1 – sferik ko‘zgular; 2 – rezonator bo‘shlig‘i; 3 – chiqish naychasi; 4 – lazer nuri; 5 – lazer nurining sinishi.

Gazli himoya tizimi payvand chok metalining oksidlanishining oldini olish uchun mo'ljallangan hamda chok o'zagini himoyalaydi. Lazerli payvandlashda hosil bo'ladigan erigan metall sachrashlarini ajralayotgan bug'larni lazer nuridan boshqa tarafga tarqatish uchun soplolarning turli xil konstruksiyalari ishlab chiqilgan.

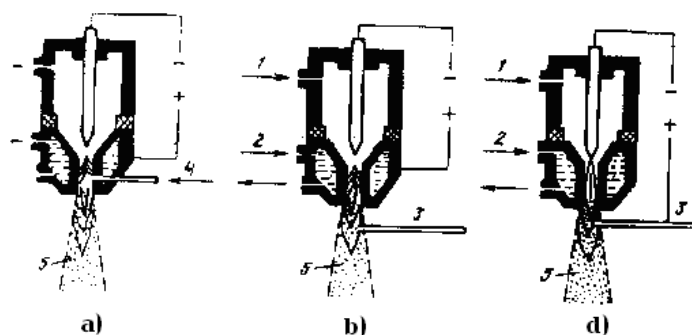
Nur va buyumni nisbatan harakatlantiradigan tizim detal harakatlanishi hisobiga amalga oshiriladi, detalni esa manipulyator harakatga keltiradi. Harakatlanish tezligi 40 – 400 m/soatni tashkil etadi. Massivli yirik gabaritli buyumlarni payvandlashda nurni harakatlantirish maxsus siljuvchi harakatlanuvchi ko'zguna yordamida amalga oshiriladi.

### **Plazmali changlatishning mohiyati**

Past haroratli plazmalarni qo'llab qoplamalar yotqizishning eng unumdorli usullaridan biri bu plazmali changlatishdir.

«Plazma» so'zining fizik tushunchasi gaz simon holatni belgilash uchun Langmer tomonidan 1923-yilda kiritilgan, bunda atomlarning ionizatsiyalanishi oqibatida gaz, tok o'tkazuvchan bo'ladi. Plazmali changlatishda sharra fakelida elektronlar, ionlar va neytral zarrachlar uchraydi. Plazmani ionizatsiyalash uchun elektr yoy qo'llaniladi, shu bilan birga haroratni oshirish maqsadida yoy siqiladi natijada harorat keskin ko'tarilib ketadi. Argonli plazmaning harorati 20000–23000°C gacha ko'tariladi. Plazmali changlatish mashinasozlik sohasining quyidagi hollarida keng qo'llaniladi: intensiv yeyilishni oldini olish uchun mashina detallarini mustahkam qotishmalar bilan ta'min etish maqsadida, yeyiladigan qismlarni ish vaqtini oshirish maqsadida, detallarni korroziyadan, eroziyadan, kavitatsiyadan, abraziv yeyilishdan, issiq zarblardan va boshqalardan saqlash maqsadida keng qo'llaniladi. Changlatilgan qatlamning qalinligi 0,03 mm dan bir necha millimetrlarga yetadi.

Changlatilgan yuzalar quyidagi avzalliklarga ega bo'ladi: zichligi yuqori; asosiy material bilan ilashishi mustahkam; changlatilgan yuza silliqligi sababli yuzaga mexanik ishlov berish shartmas; changlatiladigan material sarfi boshqa usullarga nisbatan kam.



**7-rasm. Plazmali changlatish sxemasi:**

a – soplo orqali changlatiladigan materialni plazmali sharraga uzatish; b – soplo hududidan tashqari changlatiladigan materialni plazmali sharraga uzatish; d – bilvosita yoini sim bilan plazmali metallizatsiyalash; 1 – gaz uzatilishi; 2 – suv uzatilishi; 3 – elektrod simi; 4 – kukun uzatilishi; 5 – metallizatsion fakel.

Sim metallizatsiyasi bevosita yoki bilvosita yoy bilan bajariladi.

Plazma hosil qiluvchi gaz sifatida argon, azot, ammiak, geliy va argon bilan vodorodning aralashmasi qo‘llaniladi. Volframli elektrod bilan payvandlashda eng yaxshi himoya gazi inert gaz – argon hisoblanadi.

Changlatiladigan materiallar kukun ko‘rinishida yoki sim ko‘rinishida ishlab chiqiladi. Kukunsimon materiallar bilan plazmali changlatish (simli materiallarga nisbatan) avzalligi quyidagicha: qopmlama sturkturasi ancha mayda; turli xil materiallardan iborat bo‘lgan kombinatsiyalashgan qoplama hosil qilish imkoni mavjud; mahsulot tan narxi arzon.

Plazmali changlatish uchun eng yaxshi natijani donachalar o‘lchami 5–100 mkm bo‘lgan sferik shakldagi kukunlar beradi.

### **Nazorat savollari**

1. Lazerli payvandlashning asosiy avzalik va kamchiliklarini aytib bering.
2. Texnologik lazerlarni qaysi jihatlariga ko‘ra ajratish mumkin?
3. Lazerli payvandlash uchun jihozlar komplektiga nimalar kiradi?
4. Plazma yordamida payvandlashni tishuntiring?
5. Lazer yordamida payvadlash sxemasini chizing?