

## YUPQA DEVORLI PO‘LAT LESTLARNI LAZERLI PAYVANDLASH ASOSIDA BIRIKTIRISH REJIMLARINI TAHLIL QILISH VA CHOK SIFATINI OSHIRISH

*Yo‘ldoshev Bekzod Bahromovich  
Kenjayev To‘ymurod Nematulla o‘g‘li  
Xushvaqtoev Bekzod Akbar o‘g‘li  
Olmaliq davlat texnika instituti*

### Annotatsiya

Ushbu ilmiy maqolada lazerli payvandlash bu juda nozik, tez va aniq payvand choklarni olish imkonini beradi. Bu jarayonda millimetrdan yuzdan bir qismigacha aniq yuqori tezlikda payvandlash mumkin. Avtomatlashtirishga qulay, robotlar bilan ishlashga mos, rangli materilarni hamda har-xil materiallarni masalan po‘lat-aluminiy, yoki mis-po‘lat payvandlash mumkin.

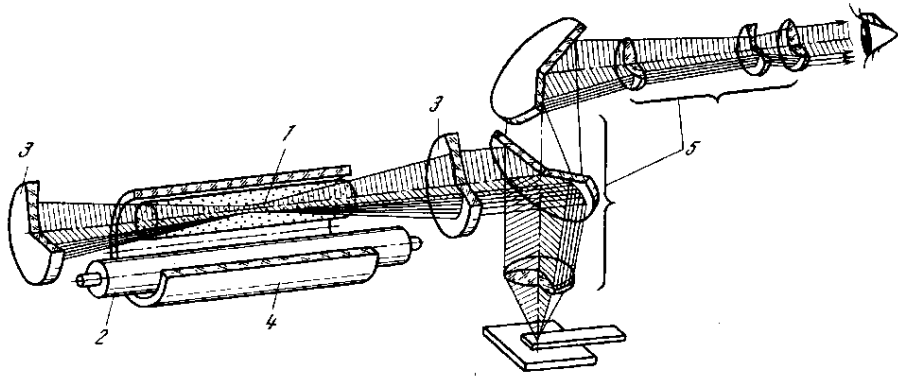
**Kalit so‘zlar:** lazer, payvand chok, fotonlar, ko‘zgu, uzluksizlik

### Kirish

Payvandlash - metallar, qotishmalar va turli materiallarni plastik deformatsiyalash yoki birikilayotgan qismlar orasini qizdirish bilan atomlararo birikish natijasida ajralmas birikma hosil qiluvchi texnologik jarayondir. Atomlararo kuchlar ta’siri natijasida birikmalar hosil qilish jarayoniga materiallarni payvandlash deyiladi. Ma’lum bo‘lishicha detal metalning yuzadagi atomlari, erkin, to‘yinmagan aloqalari mavjud, bular atomlararo kuch ta’siri masofasida bo‘lgan har xil atom va molekulalarni o‘z ichiga oladi. Agar ikki metall detalni atomlararo kuch ta’siri masofasigacha yaqinlashtirsak, ya’ni metall ichida qanday masofada bo‘lishsa shungacha, unda tutashgan yuzalarning bir butun ulanishini ko‘ramiz. Birikish jarayoni energiya xarjisiz va tez o‘z ixtiyoriy amaliy oniy kechadi.

Ayrim metallar xona haroratida nafaqat oddiy tutashishda, balki kuchli qisishda ham birikmaydi. Qattiq metallarni birikishiga uning qattiqligi xalaqit beradi, tutashish qismiga qanchalik ishlov berilmasin, ularni tutashtirishda ko‘p joylari tutashmaydi.

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 issiqlik manbai sifatida, maxsus qurilmadan olinadigan texnologik lazer deb ataluvchi kuchli konsentratlashgan yorug‘lik nuri ishlatiladi.



**1-rasam. Lazerli payvandlash chizmasi:** 1 – faol muhit o‘zagi; 2 – damlash lampasi; 3 – rezonator ko‘zgulari; 4 – yoritgichning ko‘zguli silindri; 5 – payvandlanayotgan detalning fokuslash tizimi va payvandlash jarayonini nazorat qilish.

Nurlanuvchi trubkaning ksenon lampa chaqnashida xrom atomlari yonib yuqori energetik darajasi bilan tavsiflanadi. Taxminan 0,05 mikro daqiqadan keyin qizil rangli fotonlarni tartibsiz nurlatib uyg‘ongan atomlarning bir qismi avvalgi energetik holatiga qaytadi. Kristall bo‘ylab nurlayotgan bu fotonlarning ayrim qismlari, yangi fotonlarning nurlanishini qo‘zg‘atadi. Boshqa yo‘nalish bo‘ylab tushayotgan fotonlar yon tekisliklar orqali kristallni tark etadi. Qizil fotonlar oqimi kristall o‘zagi bo‘ylab oshib boradi. Ular navbatma navbat shishali yon tomonlar chegarasida aks etadi, toki ularning tezligi kristallning yarim shafof yon tekisligi chegarasidan o‘tib tashqariga chiqishga yetarli bo‘lmagancha. Natijada kristallning chiqish tomonidan kogerent monoxromatik nurlanish ko‘rinishida qizil yorug‘lik oqimi nurlanadi

### Materiallar va usullar

Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi

Texnologik lazerlar quyidagi jixatlariga ko‘ra klassifikatsiyalandi:

1) nurlanish to‘lqini uzunligi bo‘yicha:

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

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

2) ta’sir uzluksizligi bo‘yicha:

a) impulsli – davriy;

b) uzluksiz;

3) agregat holati bo‘yicha:

a) qattiq jismlar:

– sun‘iy rubindan yasalgan o‘zak ko‘rinishidagi faol elementi bilan,  $\lambda = 0,69 \text{ mkm}$  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  $F_1 = 0,05-50$  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 anhidrid 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 anhidrid gazining molekulasi energiyasini qo‘zg‘atishni ta‘minlaydi hamda razryadni yaxshi yonishini ta‘minlaydi.

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



**2-rasam. 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 himoyanur o‘tkazgichlardan, nurni sindiruvchi ko‘zgudan va fokuslovchi qurilmadan tashkil topgan. Nurni sindiruvchi ko‘zguni yo‘nalishini o‘zgartirib, ishlov berilayotgan hududga yo‘naltiradi. Qattiq jisimli lazerlar uchun shu maqsad uchun to‘liq ichki aks ta‘sirni bajarish uchun prizmalar va ko‘p qatlamli dielektrik qoplamali interferension ko‘zgular qo‘llaniladi.

## Natijalar

### Lazerli payvandlashda olinadigan natijalar

1. **Juda aniqligi yuqori payvand choklari.** Lazer nuri juda ingichka fokusga ega bo‘lgani sababli chok kengligi minimal bo‘ladi (0,1–0,6 mm). Deformatsiya juda kam bo‘ladi. Kichik va murakkab detallarni ham katta aniqlikda payvandlash mumkin.

2. **Chuqur va sifatli singdirish (penetratsiya).** Lazer energiyasi metallga chuqur kirib boradi va chuqur o‘tuvchi payvand choklari hosil qiladi. Qalin metall qatlamlarini qo‘shimcha ishlovsiz payvandlash mumkin. Chokning mexanik mustahkamligi yuqori bo‘ladi.

3. **Tezkor ishlab chiqarish imkoniyati.** Lazer payvandlashda payvandlash tezligi juda yuqori (30–60 mm/s va undan yuqori). Bu katta seriyali ishlab chiqarishda (avtomobilsozlik, elektronika) samaradorlikni oshiradi. Ishlab chiqarish sikli qisqaradi.

4. **Minimal issiqlik ta’siri zonasi (ITZ).** Issiqlik faqat kichik maydonga beriladi. Metallning ichki strukturasi kamroq o‘zgaradi. Deformatsiya, kuyish, qizib ketish kabi muammolar kamayadi.

5. **Toza va silliq chok yuzasi.** Chetga metall sachramaydi (shlak hosil bo‘lmaydi).

Qo‘shimcha silliqlash, tozalash ishlari deyarli talab qilinmaydi. Estetik ko‘rinishi juda yaxshi.

6. **Qiyin eruvchi va turli materiallarni payvandlash imkoniyati.** Lazer nuri: mis, alyuminiy, titan, zanglamaydigan po‘lat, nikelli qotishmalar kabi materiallar bilan yaxshi ishlaydi. Hatto turli metall turlarini bir-biriga payvandlash ham mumkin (masalan, Cu–Al, Al–Ti).

7. **Avtomatlashtirish imkoniyati.** Robotlar bilan ishlashga juda mos. Dasturlash orqali chok uzunligi, chuqurligi, shaklini boshqarish oson. Xatosizlik darajasi juda past (0,01 mm aniqlik).

8. **Energiya tejankorlik.** Lazer faqat kerakli nuqtaga energiya beradi. Energiya yo‘qotishlari kam. Odatdagi payvandlash usullariga qaraganda iqtisodiy samarador.

9. **Detallar sifatining oshishi.** Chokning mexanik mustahkamligi yuqori. Termik deformatsiya kam. Mahsulotning xizmat muddati uzayadi. Umumiy natija: lazerli payvandlashning eng katta afzalligi — yuqori aniqlik, yuqori tezlik va yuqori sifatdir. Bu jarayon zamonaviy sanoatning eng muhim texnologiyalaridan biriga aylangan.

### Muhokamalar

Lazerli payvandlash jarayonining samaradorligi va amaliy qo‘llanilishi ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ushbu tadqiqot natijalari asosida ushbu usulning afzalliklari, cheklovlari va texnologik xususiyatlari batafsil tahlil qilindi. Avvalo, lazer nuri yuqori quvvat zichligi bilan ajralib turadi, bu esa metall yuzasida chuqur singdirish effektini hosil qilishi, natijada tor, ammo mustahkam payvand choklarini olish imkonini berishini ko‘rsatadi. Bu jihat an’anaviy payvandlash texnologiyalari bilan solishtirilganda sezilarli ustunlik beradi, chunki issiqlik ta’siridagi zona kichik bo‘lib, deformatsiya darajasi ancha past bo‘ladi.

Muhokama jarayonida aniqlanishicha, lazerli payvandlash ayniqsa yuqori aniqlik talab etiladigan sohalar uchun qulaydir. Murakkab shaklli, kichik o‘lchamli detallarni sifatli payvandlash, hamda turli xil metallarni birlashtirish imkoniyati sanoatning

ko‘plab yo‘nalishlarida texnologiyaning moslashuvchanligini oshiradi. Ayniqsa avtomobilsozlik, aviatsiya, mikroelektronika va tibbiyotda lazer texnologiyasidan foydalanish mahsulot sifatini oshiradi va ishlab chiqarish samaradorligini kuchaytiradi.

Shu bilan birga, lazerli payvandlashning ayrim cheklovlari ham mavjudligi aniqlandi. Jarayon uchun yuqori investitsiya talab qilinadi, jihozlarning narxi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari an’anaviy usullarga qaraganda yuqoriroq. Shuningdek, yuqori aks ettiruvchan metallarni (masalan, mis, alyuminiy) payvandlashda optimal natijalarga erishish uchun qo‘shimcha moslashtirishlar talab etilishi mumkin. Jarayonning o‘ziga xosligi sababli operatorlarning malakasi ham juda muhim omil hisoblanadi.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, lazer nurlarining parametrlarini – quvvat, fokus masofasi, nurning diametri, payvandlash tezligi va himoya gazining turi – to‘g‘ri tanlash payvand chokining sifatiga bevosita ta’sir qiladi. Parametrlarning noaniq tanlanishi chuqur kirib bormaslik, g‘ovaklik, yoriqlar kabi nuqsonlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli, lazerli payvandlash jarayonini to‘liq avtomatlashtirish texnologiyaning barqarorligi va yuqori sifatni ta’minlash uchun eng samarali yondashuv hisoblanadi.

Muhokama natijalariga asoslanib, lazerli payvandlashning asosiy ustun jihatlaridan biri — ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirishi va yuqori takroriylik (repeatability) kafolati berishidir. Energiya sarfi nisbatan kamligi va chokning qayta ishlovga ehtiyoj sezilmasligi iqtisodiy samaradorlikni yanada oshiradi. Texnologiyaning ekologik tozaligi, tutun, shlak va tozalanishi qiyin bo‘lgan chiqindilarning yo‘qligi ham zamonaviy sanoatda muhim ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, muhokamalardan kelib chiqadiki, lazerli payvandlash — yuqori aniqlik, mustahkamlik va ishlab chiqarish samaradorligini talab qiladigan sanoat tarmoqlari uchun eng istiqbolli texnologiyalardan biridir. Uning afzalliklari ko‘plab jarayonlarda an’anaviy payvandlash usullarini birin-ketin almashtirmoqda. Shu bilan birga, texnologiyaning to‘g‘ri qo‘llanishi, jihozlarning sifatli tanlanishi va jarayon parametrlari optimallashtirilishi payvand chokining yuqori sifatini ta’minlashda asosiy omil bo‘lib qoladi.

### **Xulosa**

Lazerli payvandlash zamonaviy sanoatda yuqori aniqlik, tezlik va sifat talab qilinadigan jarayonlar uchun eng samarali texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu usulning asosiy afzalliklari-issiqlik tasirining kichik zonasi, minimal defarmatsiya, yuqori mustahkamlik va avtomatlashtirishga qulayligi -uni metallga ishlov berishning eng istiqbolli yo‘nalishiga aylantirilmoqda/lazer nuri yirdamida turli qalinlikdagi materiallarni birlashtirish murakkab shakldagi detallarni aniq payvandlash va yuqori mahsuldorlikka erishish mumkin. Shu sababli lazerli payvandlash aviatsiya, avtomobilsozlik, elektronika va tibbiyot sanoati kabi ko‘plab sohalarda keng

qo‘llanilmoqda. Kelajakda lazer texnologiyalarining yanada takomillashishi ushbu usulning qo‘llanish imkoniyatlarini yanada kengaytirishi shubhasiz.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Юлдашев Б. Б., Негматова К. С., Халимжонов Т. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 4. – №. 2 (119). – С. 41-43.
2. Raufov L. M. et al. KOMBINIRLAB ERITIV QOPLASH JARAYONINING TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARI //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 2. – С. 324-328.
3. Юлдашев Б. Б., Мадалиев С. Д. У. ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ НАБУХАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЯДОХИМИКАТАХ //Universum: технические науки. – 2026. – Т. 6. – №. 2 (143). – С. 66-69.
4. Кенжаев Т. Н. У. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СВАРКЕ //Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2024. – Т. 1. – №. 16. – С. 138-142.
5. Abdukaaxharov A. A. et al. Payvandlash usullari orqali yeyilgan detallarning o'lchamlarini tiklash va mustahkamlash //IQRO. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 786-789.
6. Fazilov D. S., Mamatqulov R. S. o'g'li, Kenjayev, TN o'gli, & Abdukaaxharov, AA o'g'li.(2024). Boyitish fabrikalari jihozlarining yeyilish sabablari //Science and Education. – Т. 5. – №. 4. – С. 146-151.
7. Fazilov D. S., Kenjayev T. N. o'g'li.(2024). MШP-3, 6-5, 0 sharli tegirmonining jihozlarini yeyilish sabablari //Science and Education. – Т. 5. – №. 4. – С. 262-267.
8. Абдукаахаров А. А., Кенжаев Т. Н., Маматкулов Р. Ш. СВАРОЧНЫЕ СИМУЛЯТОРЫ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ СВАРЩИКОВ //Экономика и социум. – 2026. – №. 2-2 (141). – С. 454-458.
9. Fazilov D. S., Kenjayev T. N., Chillaboyev S. B. FRIKSION UZATMALAR VA ULARNING MEХANIK UZATMALARDAGI O'RNI //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 205-210.
10. Kenjayev T. N., Nasriddinov I. R. PAYVANDLASHDA SOVUQ DARZLARNING PAYDO BO'LISHI VA ULARNI OLDINI OLISH //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 217-222.
11. Kenjayev T. N., Jo'raqulov Z. N. PAYVANDLASHDA ISSIQ DARZLARNING PAYDO BO'LISHI VA ULARNI OLDINI OLISH //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2025. – Т. 59. – №. 4. – С. 211-216.
12. Shavazov K. et al. Addition of sorghum grain to broiler chicken diets and its effect on productivity and safety //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 161. – С. 00066.