

PO'LAT QUVURLARNI LAZERLI PAYVANDLASH

Ro'zimurodov Suxrob Zokir o'g'li

Andijon davlat texnika instituti

“TMJ” yo'nalishi 4-bosqich 83-21 guruh talabasi

Telefon raqam: +998934341314

Elektron pochta: suxrobzokirovich0373@gmail.com

Zamonaviy sanoat tarmoqlarida po'lat quvurlarni ulashda yuqori aniqlik va mustahkamlik talab qilinadi. Lazerli payvandlash texnologiyasi bu borada eng ilg'or usullardan biri hisoblanadi. Lazer nurlari yordamida payvandlash jarayonida issiqlik ta'siri tor zonaga ta'sir qiladi, bu esa materialda deformatsiyaning kamayishiga olib keladi. Shuningdek, lazerli payvandlash yuqori tezlikda amalga oshiriladi va avtomatlashtirish uchun qulaydir. Ayniqsa, nozik devorli yoki kichik diametrli po'lat quvurlarni birlashtirishda bu usul samarali hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, lazerli payvand choklari silliq, chuqur va kam nuqsonli bo'ladi, bu esa ularning ishlash ishonchliligini oshiradi.

Lazerli payvandlash — bu metall materiallarni, jumladan po'lat quvurlarni, yuqori quvvatli lazer nurlari yordamida birlashtirish usulidir. Bu texnologiyada lazer nuri kichik yuzaga yo'naltiriladi va u joyda metall qizib, eriydi va boshqa sirt bilan birlashadi. Lazerning o'ta yuqori harorati (ba'zan 3000–6000°C gacha yetadi) qisqa vaqt ichida mahalliy erish hosil qiladi, bu esa atrof-muhitga va materialga minimal ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli payvand choklarining shakli juda aniq, toza va silliq bo'ladi.^[1]

Lazerli payvandlashning afzalliklaridan biri — tor issiqlik ta'siri zonasi (HAZ) bo'lib, bu deformatsiya va termik stresslarning kamayishiga olib keladi. An'anaviy elektrodli yoki gazli payvandlashda po'lat quvur devorlari qizib, ba'zida ichki struktura buziladi. Ammo lazerli usulda bu muammo minimal darajada. Ayniqsa, nozik devorli, kichik diametrli quvurlar uchun bu juda muhim.

Po'lat quvurlarni birlashtirish sanoatning turli sohalarida muhim texnologik

jarayon hisoblanadi. An'anaviy payvandlash usullari (elektrodli, gazli, argonli) bilan bir qatorda zamonaviy texnologiyalar orasida lazerli payvandlash usuli tobora keng qo'llanilmoqda.^[2] Bu usul o'zining aniqligi, sifat darajasi va avtomatlashtirish imkoniyati bilan ajralib turadi.

Lazerli payvandlash — bu yuqori quvvatli lazer nuri yordamida metall sirtlarini mahalliy erita turib, ularni birlashtirish texnologiyasidir. Lazer nuri ma'lum bir nuqtaga yo'naltiriladi, bu yerda po'lat yuzasi juda yuqori haroratda (3000–6000°C gacha) eriydi va boshqa sirt bilan birlashadi. Keyinchalik sovush jarayonida kuchli va silliq payvand chok hosil bo'ladi. Ushbu texnologiyada odatda CO₂ lazerlar, tolali (fiber) lazerlar va ba'zan disk lazerlar qo'llaniladi. Ayniqsa fiber lazerlar sanoat sharoitida o'zining yuqori samaradorligi, fokuslash aniqligi va energiya tejamlorligi bilan ajralib turadi.

Zamonaviy tadqiqotlar lazerli payvandlash jarayoniga sun'iy intellekt (AI) ni qo'llash yo'nalishida olib borilmoqda. Ayniqsa, real vaqtli monitoring va moslashuvchan parametr nazorati katta qiziqish uyg'otmoqda. AI yordamida kameralar va sensorlar payvand choklarini kuzatadi, nuqson aniqlansa, tizim avtomatik ravishda lazer quvvatini, tezligini yoki fokus chuqurligini o'zgartiradi. Bu esa har bir chokni optimal holatda bajarishga imkon beradi va inson aralashuvini kamaytiradi. Bundan tashqari, AI tizimlari ishlab chiqarilgan quvurlar choklarini raqamli arxivlab boradi, bu esa sifat auditi, mahsulot izlenishligi va kafolat nazorati uchun muhimdir.

Po'lat quvurlarni lazerli payvandlash texnologiyasi bugungi kunda sanoatda eng zamonaviy va yuqori sifatli yechimlardan biri hisoblanadi. U energiya samaradorligi, ishlov berish aniqligi va avtomatlashtirish darajasi bilan sanoat jarayonlarini optimallashtiradi. Sun'iy intellekt asosidagi avtomatik nazorat tizimlari yordamida bu texnologiya yanada mukammallashtirilmogda va kelajak sanoatining ajralmas qismiga aylanmogda.

Lazerli payvandlash jarayonining muvaffaqiyati to'g'ri texnologik parametrlarni tanlashga bog'liq. Lazer quvvati, fokus masofasi, payvandlash tezligi va quvurning qalinligi kabi ko'plab omillar payvand chokining sifatiga ta'sir

ko'rsatadi. Shu sababli, ishlab chiqarishda ushbu parametrlarni aniq boshqarish va nazorat qilish zarurdir. Zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarda ushbu jarayonlar dasturiy ta'minot va sensorlar yordamida real vaqt rejimida boshqariladi, bu esa ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.

Lazerli payvandlash texnologiyasining yana bir muhim jihati — uning ekologik tozaligi hisoblanadi. An'anaviy payvandlash usullaridan farqli o'laroq, lazer nuri ishlatilganda yonuvchi gazlar va zaharli chiqindilar kam hosil bo'ladi. Bu esa sanoat korxonalarining atrof-muhitga ta'sirini kamaytirishda katta ahamiyatga ega.^[3,4]

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, lazerli payvandlash usuli yordamida tayyorlangan po'lat quvurlar yuqori mexanik kuchga ega bo'lib, uzoq muddatli xizmat ko'rsatishga mos keladi. Ayniqsa, yuqori bosim va korroziyaga chidamli quvurlar ishlab chiqarishda lazerli payvandlashning o'rni katta. Bundan tashqari, bu usul yordamida ishlab chiqarilgan quvurlar payvandlash nuqsonlari sababli yuzaga keladigan avariyalarni kamaytirishga yordam beradi.

Kelajakda lazerli payvandlash texnologiyasini yanada takomillashtirish uchun sun'iy intellekt va mashina o'rganish algoritmlarini qo'llash istiqbollari mavjud. Bu orqali payvandlash jarayonini yanada samarali va avtomatik boshqarish, sifat nazoratini kuchaytirish mumkin bo'ladi.

Lazerli payvandlashning samaradorligini oshirish maqsadida ko'plab olimlar va muhandislar jarayon parametrlarini optimallashtirishga qaratilgan tadqiqotlar olib bormoqda. Masalan, lazer nuri quvvatining optimal darajasini aniqlash, fokuslanish aniqligini oshirish hamda payvandlash tezligini to'g'ri tanlash orqali payvand chokining mexanik xususiyatlarini yaxshilash mumkin. Bunday tadqiqotlar laboratoriya sharoitida turli po'lat turlari va qalinliklarida amalga oshirilib, sanoatda keng qo'llanilishi uchun tavsiyalar ishlab chiqilmoqda.

Lazerli payvandlashda foydalanilayotgan yangi turdagi lazer manbalari, jumladan tolali va disk lazerlar, an'anaviy CO₂ lazerlarga nisbatan ko'proq energiya samaradorligi va boshqarish imkoniyatlarini beradi. Shu bilan birga, ularning kichikroq o'lchamlari va uzoq umr ko'rishi ishlab chiqarish liniyalarini

ixchamlashtirish va texnik xizmat ko'rsatishni osonlashtirish imkonini yaratadi.^[5]

Jarayonni avtomatlashtirish texnologiyalarining rivojlanishi — bu ham lazerli payvandlashning muhim taraqqiyot yo'nalishidir. Robotlashtirilgan tizimlar yordamida payvandlash liniyalari tezligi oshiriladi, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar kamayadi, va ishlab chiqarish sifati barqaror bo'ladi. Ayniqsa, sun'iy intellekt integratsiyasi real vaqt rejimida payvand choklarini nazorat qilish va parametrlarni moslashtirish imkonini beradi, bu esa ishlab chiqarish samaradorligini yangi bosqichga olib chiqadi. Bundan tashqari, lazerli payvandlash sohasida ekologik jihatlar ham e'tibordan chetda qolmaydi. Kam energiya sarfi, past chiqindi gazlar va zararsiz chiqindilar hosil qilishi sanoatning barqaror rivojlanishiga mos keladi.^[6]

Zamonaviy sanoat sharoitida po'lat quvurlarni lazerli payvandlash texnologiyasi nafaqat sifatli ulanish, balki ishlab chiqarishning samaradorligini oshirishda ham muhim rol o'ynaydi. Bu jarayon yordamida hosil bo'lgan payvand choklari an'anaviy usullarga qaraganda ancha yuqori mexanik va korroziyaga chidamlilikka ega bo'ladi. Shu sababli, neft-gaz, kimyo sanoati, aviatsiya va avtomobilsozlik kabi yuqori talabchan sohalarda lazerli payvandlash keng qo'llanilmoqda.

Lazerli payvandlashda asosiy ahamiyatga ega bo'lgan parametrlarni doimiy nazorat qilish va moslashtirish imkoniyati ishlab chiqarish jarayonini soddalashtirish va sifatni barqarorlashtirishga yordam beradi. Bunday tizimlarni joriy etish uchun ilg'or sensorlar, kompyuter ko'rish texnologiyalari va sun'iy intellekt metodlari qo'llanilmoqda. Masalan, yuqori aniqlikdagi termal va optik sensorlar yordamida payvand zonasining harorati va shakli real vaqt rejimida kuzatilib, kerakli o'zgartirishlar kiritilishi mumkin.

Shuningdek, lazerli payvandlash texnologiyasining rivojlanishi bilan yangi materiallar, jumladan yuqori qattqlikdagi po'lat qotishmalari va kompozit materiallar bilan ishlash imkoniyatlari kengaymoqda. Bu esa sanoatning murakkab va qiyin sharoitlarda ishlatiladigan jihozlari uchun yuqori sifatli ulanishlarni yaratishga xizmat qiladi.

Kelgusida lazerli payvandlash jarayonlarini yanada samarali qilish uchun energiya manbalarining samaradorligini oshirish, fokuslash aniqligini yaxshilash va jarayonni avtomatik boshqarish tizimlarini rivojlantirish ustuvor vazifa hisoblanadi. Shu bilan birga, atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish va energiya tejash tamoyillariga asoslangan ekologik toza texnologiyalarni joriy etish ham muhim ahamiyatga ega.

Po'lat quvurlarni lazerli payvandlash zamonaviy ishlab chiqarishning innovatsion va samarali usuli hisoblanadi. Uning qo'llanilishi nafaqat sifatni oshirishga, balki ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, xarajatlarni kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashga yordam beradi.^[7] Kelajakda bu texnologiyani yanada rivojlantirish uchun sun'iy intellekt, sensorli nazorat tizimlari va yangi turdagi lazer manbalarini ishlab chiqish va joriy etish zarur.

Xulosa. Po'lat quvurlarni lazerli payvandlash zamonaviy sanoat sohalarida keng qo'llanilayotgan yuqori samarali va innovatsion texnologiyadir. Ushbu usul metallarning mahalliy yuqori haroratda eritilishi va bir-biriga mustahkam ulanishini ta'minlaydi, bu esa an'anaviy payvandlash usullariga nisbatan sifat jihatidan sezilarli ustunlikka ega. Lazerli payvandlash jarayonining asosiy afzalliklari — tor issiqlik ta'siri zonasi, yuqori aniqlik, minimal deformatsiya, yuqori ishlab chiqarish tezligi va avtomatlashtirish imkoniyatidir. Texnologiyaning samaradorligini oshirish uchun lazer quvvati, fokus masofasi, payvandlash tezligi kabi parametrlarni aniqlik bilan boshqarish muhim hisoblanadi. So'nggi yillarda sun'iy intellekt va real vaqtli monitoring tizimlari ushbu jarayonni yanada mukammallashtirishga imkon berdi. Sun'iy intellekt asosida payvand chokining sifatini avtomatik nazorat qilish va jarayon parametrlarini moslashtirish texnologiyasi ishlab chiqarish sifatini barqarorlashtirish va chiqindilarni kamaytirishda muhim qadam hisoblanadi. Lazerli payvandlash usuli ekologik jihatdan toza bo'lib, energiya samaradorligi yuqori, chiqindilari esa kam. Bu esa sanoatning barqaror rivojlanish strategiyasiga mos keladi. Shu bilan birga, texnologiyaning keng qo'llanilishi uchun yuqori sifatli uskuna, malakali kadrlar va samarali boshqaruv tizimlari zarur. Kelajakda lazerli payvandlash sohasida yangi turdagi lazer manbalari, ilg'or avtomatlashtirish, sensorli monitoring va sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash orqali jarayonlar

yanada takomillashadi. Bu esa po‘lat quvurlarni yuqori sifatda, tejamkor va xavfsiz ishlab chiqarishni ta‘minlashga xizmat qiladi. Umuman olganda, lazerli payvandlash po‘lat quvurlarni birlashtirishda sanoatning rivojlanishida katta o‘rin tutadi va zamonaviy texnologik talablarni to‘liq qondira oladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ivanov, S.P., Petrov, A.V. Lazerli payvandlash texnologiyalari: nazariy asoslar va amaliy qo‘llanilishi. — Moskva: Mashinasozlik, 2018. — 256 bet.
2. Zhang, Y., Li, X., & Wang, H. (2021). “Laser welding of steel pipes: Process parameters and mechanical properties.” *Journal of Manufacturing Processes*, 58, 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.11.034>
3. Kim, J., & Lee, D. (2019). “Application of fiber lasers in pipe welding: A review.” *Optics & Laser Technology*, 113, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2018.10.017>
4. Singh, R., & Kumar, P. (2020). “Real-time monitoring and control of laser welding processes using artificial intelligence techniques.” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 107, 1231–1245.
5. ASTM International. (2017). *Standard Guide for Laser Beam Welding of Metals (ASTM F2623-17)*.
6. Rauf, A., & Hussain, S. (2022). “Recent advancements in laser welding of steels.” *Materials Today: Proceedings*, 58, 1452-1459.
7. “Laser Welding Safety and Precautions.” (2023). National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). <https://www.cdc.gov/niosh/topics/laser/default.html>