

QO'lda YOYLI PAYVANDLASH APPARATLARINING TURLARI VA
ULARNING ISHLASH PRINSIPI

Ismoilov Asadullo Mutalibjonovich
Andijon shahar 1-son politexnikumi
Ishlab chiqarish ta'lim ustasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada qo'lda yoyli payvandlash apparatlarining asosiy turlari — payvandlash transformatorlari, to'g'rilagichlar, generatorlar va inverter apparatlari — hamda ularning ishlash prinsiplari tahlil qilinadi. Har bir apparat turining texnik xususiyatlari, afzallik va kamchiliklari, shuningdek, payvandlash jarayonida tok va kuchlanishning barqarorligi masalalari yoritib berilgan. Maqolada qo'lda yoyli payvandlashda apparat tanlashning ishlab chiqarish samaradorligi va payvand chokining sifatiga ta'siri asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: qo'lda yoyli payvandlash, payvandlash apparatlari, transformator, to'g'rilagich, inverter, elektr yoyi, payvand chok sifati

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные виды аппаратов ручной дуговой сварки — сварочные трансформаторы, выпрямители, генераторы и инверторные источники — а также принципы их работы. Проанализированы их технические характеристики, преимущества и недостатки, особенности формирования и устойчивости сварочной дуги. Особое внимание уделено влиянию выбора сварочного аппарата на качество сварного шва и эффективность производственного процесса.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, сварочные аппараты, трансформатор, выпрямитель, инвертор, сварочная дуга, качество сварного шва

Abstract: This article examines the main types of manual arc welding machines, including welding transformers, rectifiers, generators, and inverter power sources, as well as their operating principles. The technical characteristics, advantages, and disadvantages of each type are analyzed, with particular emphasis on arc stability and electrical parameters during the welding process. The study highlights the impact of proper welding machine selection on weld quality and overall production efficiency.

Keywords: manual arc welding, welding machines, transformer, rectifier, inverter, electric arc, weld quality

Bugungi kunda mashinasozlik, qurilish, energetika va metallga ishlov berish sanoatining rivojlanishida payvandlash texnologiyalari muhim o'rin egallaydi. Ayniqsa, qo'lda yoyli payvandlash (Manual Metal Arc Welding – MMA) texnologiyasi o'zining universalligi, texnologik soddaligi va turli ishlab chiqarish sharoitlarida qo'llash imkoniyati bilan ajralib turadi. Ushbu usul yordamida turli qalinlikdagi va turli kimyoviy tarkibga ega bo'lgan metall materiallarni biriktirish mumkin bo'lib, bu esa uni sanoat va ta'lim jarayonlarida keng qo'llanilishiga sabab bo'lmoqda.

Qo'lda yoyli payvandlash jarayonining samaradorligi va payvand chokining sifati bevosita qo'llaniladigan payvandlash apparatlarining texnik xususiyatlari va ishlash prinsipiga bog'liq. Payvandlash jarayonida elektr yoyi barqarorligi, tok va kuchlanishning mosligi, energiya manbainig turi hamda uning dinamik tavsiflari chokning mexanik mustahkamligi va metall strukturasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, payvandlash apparatlarini to'g'ri tanlash va ularning ishlash mexanizmini chuqur o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda qo'lda yoyli payvandlash uchun mo'ljallangan apparatlar bir necha asosiy guruhlarga bo'linadi: payvandlash transformatorlari, to'g'rilagichlar, generatorli manbalar va zamonaviy invertor tipidagi payvandlash apparatlari. Har bir apparat turi elektr energiyasini payvandlash jarayoniga mos shaklga keltirishning o'ziga xos usuliga ega bo'lib, ularning konstruktiv tuzilishi, energiya samaradorligi va ekspluatatsion ko'rsatkichlari bir-biridan sezilarli darajada farqlanadi. Ayniqsa, invertor texnologiyasining joriy etilishi payvandlash jarayonida energiya tejamkorligi, yoy barqarorligi va payvandlash sifatini oshirish imkonini berdi.

Shu bilan birga, ishlab chiqarish sharoitlarining murakkablashuvi, mahsulot sifatiga qo'yiladigan talablarning ortishi va xalqaro standartlarga moslashish zarurati payvandlash apparatlari va texnologiyalarini ilmiy asosda tahlil qilishni taqozo etmoqda. Qo'lda yoyli payvandlash apparatlarining ishlash prinsiplari, ularning afzallik va kamchiliklarini chuqur o'rganish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, payvand chokida yuzaga keladigan nuqsonlarni kamaytirish va mehnat unumdorligini oshirish mumkin.

Mazkur maqolada qo'lda yoyli payvandlash apparatlarining asosiy turlari, ularning elektr-texnik ishlash prinsiplari hamda amaliy qo'llanilish xususiyatlari ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Olingan natijalar payvandlash texnologiyalarini takomillashtirish, ta'lim jarayonida mazkur fanni o'qitish samaradorligini oshirish hamda sanoat amaliyotida optimal payvandlash apparatini tanlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Qo'lda yoyli payvandlash texnologiyasi elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish asosida metall materiallarni biriktirish jarayonini ifodalaydi. Ushbu jarayonda elektrod bilan payvandlanayotgan buyum orasida elektr yoyi hosil bo'lib, yoy temperaturasining yuqoriligi (6000–7000 °C gacha) metall qirralarini eritish va ularni o'zaro mustahkam bog'lanishini ta'minlaydi. Payvandlash jarayonining barqarorligi va sifat ko'rsatkichlari asosan payvandlash apparatining turi, tok manbainig xususiyatlari hamda elektr parametrlarining to'g'ri tanlanishiga bog'liq.

Qo'lda yoyli payvandlash apparatlari vazifasiga ko'ra tarmoqdan olinadigan elektr energiyasini payvandlash uchun zarur bo'lgan past kuchlanishli va katta tokli elektr energiyasiga aylantiruvchi qurilmalar hisoblanadi. Amaliyotda bunday apparatlar elektr toki turiga va energiyani o'zgartirish usuliga qarab bir necha asosiy turlarga

bo‘linadi: payvandlash transformatorlari, to‘g‘rilagichlar, generatorli manbalar va inverter tipidagi apparatlar.

Payvandlash transformatorlari qo‘lda yoyli payvandlashda keng tarqalgan an’anaviy qurilmalardan biri hisoblanadi. Ular o‘zgaruvchan tok asosida ishlaydi va elektr tarmog‘idagi yuqori kuchlanishni past kuchlanishga tushirib, tok kuchini oshirish orqali yoy hosil qilish imkonini beradi. Transformatorli apparatlarning konstruksiyasi nisbatan sodda, ishonchli va ekspluatatsiyasi qulay bo‘lsa-da, yoyning barqarorligi va payvand chokining sifati ayrim hollarda cheklangan bo‘lishi mumkin. Ayniqsa, yupqa metallarda ishlash jarayonida yoyni boshqarish qiyinchilik tug‘diradi.

Payvandlash to‘g‘rilagichlari o‘zgaruvchan tokni doimiy tokka aylantirish orqali ishlaydi. Doimiy tok yoyning yanada barqaror yonishini ta’minlab, payvand chokining silliqiligi va mexanik xossalarini yaxshilaydi. To‘g‘rilagichli apparatlar transformatorlarga nisbatan murakkabroq tuzilishga ega bo‘lib, ular yarimo‘tkazgichli elementlar yordamida tokni to‘g‘rilaydi. Bunday apparatlar turli holatlarda, jumladan, qiyin joylarda va noqulay payvandlash pozitsiyalarida samarali natija beradi.

Generatorli payvandlash apparatlari mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirish asosida ishlaydi. Ular asosan elektr tarmog‘i mavjud bo‘lmagan sharoitlarda, masalan, dala sharoitlari, qurilish maydonlari yoki ta’mirlash ishlari davomida qo‘llaniladi. Generatorli manbalar yoyning barqarorligini yaxshi ta’minlasada, ularning o‘lchamlari katta, shovqin darajasi yuqori va ekspluatatsiya xarajatlari nisbatan ko‘proq bo‘ladi.

Zamonaviy payvandlash texnologiyalarida inverter tipidagi apparatlar alohida ahamiyat kasb etadi. Inverter apparatlarida elektr energiyasi yuqori chastotali tokka aylantirilib, so‘ngra payvandlash jarayoniga mos parametrlarga keltiriladi. Ushbu texnologiya apparat o‘lchamlarini kichraytirish, energiya tejamkorligini oshirish va yoyni yuqori darajada barqaror boshqarish imkonini beradi. Inverter apparatlarida qo‘llaniladigan elektron boshqaruv tizimlari payvandlash jarayonida tokni aniq sozlashga, metallning kuyishini kamaytirishga va payvand chokining sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

Shuningdek, qo‘lda yoyli payvandlash apparatlarining ishlash prinsipi elektrod qoplamasi bilan ham uzviy bog‘liqdir. Elektrod qoplamasi yoyni himoyalovchi gaz muhitini hosil qiladi, suyuq metallni oksidlanishdan saqlaydi va chok strukturasi yaxshilaydi. Tok manbaining turi va elektrod qoplamasining mosligi payvand chokining mexanik mustahkamligi va ekspluatatsion xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Umuman olganda, qo‘lda yoyli payvandlash apparatlarining turlari va ularning ishlash prinsiplari chuqur ilmiy tahlilni talab qiladi. Har bir apparat turining texnik va texnologik xususiyatlarini hisobga olgan holda to‘g‘ri tanlash payvandlash jarayonining samaradorligini oshirish, nuqsonlarni kamaytirish hamda mahsulot sifatini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.

Qo'lda yoyli payvandlash apparatlari turlarining solishtirma tahlili

1-jadval

Apparatura turi	Tok turi	Yoy barqarorligi	Energiya samaradorligi	Afzalliklari	Kamchiliklari
Transformator	O'zgaruvchan (AC)	O'rtacha	Past—o'rtacha	Tuzilishi sodda, arzon, ishonchli	Yoy barqarorligi past, yupqa metall uchun noqulay
To'g'rilagich	Doimiy (DC)	Yuqori	O'rtacha	Chok sifati yaxshi, yoy barqaror	Og'ir, konstruksiya murakkab
Generator	Doimiy (DC)	Yuqori	Past	Elektr tarmog'isiz ishlaydi	Shovqinli, katta hajm, yoqilg'i sarfi
Invertor	DC (yuqori chastota)	Juda yuqori	Yuqori	Yengil, energiya tejamkor, aniq boshqaruv	Narxi yuqori, elektronika sezgir

Jadvaldan ko'rinadiki, zamonaviy ishlab chiqarish va ta'lim jarayonlarida invertor tipidagi apparatlar texnik va iqtisodiy jihatdan eng maqbul hisoblanadi. Transformator va generator apparatlari esa maxsus sharoitlarda qo'llaniladi.

Qo'lda yoyli payvandlash jarayonining asosiy fizik tahlili formulasi

Qo'lda yoyli payvandlashda hosil bo'ladigan issiqlik miqdori quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$Q=I \cdot U \cdot t$$

bu yerda:

- **Q** — ajralib chiqadigan issiqlik energiyasi (J),
- **I** — payvandlash toki (A),
- **U** — yoy kuchlanishi (V),
- **t** — payvandlash vaqti (s).

Tok kuchi oshishi bilan ajraladigan issiqlik miqdori ortadi, bu esa metallning chuqurroq erishiga olib keladi. Biroq tokning me'yordan ortiq bo'lishi metall kuyishi va chokda nuqsonlar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Shu bois invertor apparatlarda tokni aniq boshqarish chok sifatini oshiradi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, qo'lda yoyli payvandlash apparatlarining texnik xususiyatlari, tok manbai turi va boshqaruv imkoniyatlari payvand chokining sifati va ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, invertor texnologiyasining qo'llanilishi energiya tejamkorligi va chok sifatini sezilarli darajada oshiradi.

O'tkazilgan nazariy va tahliliy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, qo'lda yoyli payvandlash texnologiyasi metall buyumlarni biriktirishda eng keng qo'llaniladigan va universal usullardan biri hisoblanadi. Mazkur jarayonning samaradorligi va payvand

chokining sifati bevosita qo'llaniladigan payvandlash apparatlarining texnik xususiyatlari hamda ularning ishlash prinsipi bilan chambarchas bog'liqdir.

Tadqiqot davomida qo'lda yoyli payvandlash apparatlarining asosiy turlari — transformatorli, to'g'rilagichli, generatorli va invertor tipidagi manbalar — ilmiy jihatdan tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, transformatorli apparatlar konstruktiv soddaligi va ishonchliligi bilan ajralib tursa-da, yoy barqarorligi va chok sifati bo'yicha zamonaviy talablarga to'liq javob bermaydi. To'g'rilagich va generatorli apparatlar esa yoyning barqarorligini yaxshilab, ammo ularning ekspluatatsion xarajatlari va o'lchamlari yuqoriligi bilan ajralib turadi.

Zamonaviy invertor tipidagi payvandlash apparatlari yuqori chastotali texnologiyaga asoslanganligi sababli energiya tejamkorligi, yoy barqarorligi va payvand chokining mexanik mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi. O'tkazilgan solishtirma tahlillar invertor apparatlarning sanoat va ta'lim jarayonlarida qo'llash uchun eng maqbul variant ekanligini ko'rsatdi.

Umuman olganda, qo'lda yoyli payvandlash apparatlarining texnik va texnologik xususiyatlarini chuqur o'rganish payvandlash jarayonini optimallashtirish, nuqsonlarni kamaytirish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari payvandlash texnologiyalarini rivojlantirish, kasb-hunar ta'limi jarayonini takomillashtirish va amaliy ishlab chiqarishda optimal apparat tanlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lancaster J.F. *The Physics of Welding*. — Oxford: Pergamon Press, 1986.
2. Kou S. *Welding Metallurgy*. — New Jersey: Wiley-Interscience, 2003.
3. Cary H.B., Helzer S.C. *Modern Welding Technology*. — Upper Saddle River: Pearson Education, 2005.
4. Messler R.W. *Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy*. — New York: Wiley, 2008.
5. Винокуров В.А. *Теория сварочных процессов*. — Москва: Машиностроение, 2009.
6. Лебедев В.К. *Ручная дуговая сварка*. — Москва: Академия, 2012.