International Journal of Education, Social Science & Humanities.
Finland Academic Research Science Publishers
ISSN: 2945-4492 (online) | (SJIF) = 8.09 Impact factor
Volume-14| Issue-11| 2026 Published: |22-11-2026|

ELEKTR YOYLI PO‘LAT ERITISH PECHLARINING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARI VA ISHLAB CHIQARISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Ismoilov Sanjar Nuralievich

Annotatsiya: Ushbu maqolada po‘lat ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan zamonaviy elektr yoyli eritish pechlarining konstruktiv xususiyatlari, ishlash prinsipi va texnologik imkoniyatlari yoritilgan. Elektr yoyli pechlarda metallolomni eritish, elektr energiyasidan samarali foydalanish, elektromagnit aralashtirish, avtomatlashtirilgan boshqaruv va ishlab chiqarish jarayonini raqamli monitoring qilish masalalari tahlil qilinadi. Shuningdek, zamonaviy pechlarning ishlab chiqarish unumdorligi, mahsulot sifati va atrof-muhitga ta’sirini yaxshilash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: po‘lat ishlab chiqarish, elektr yoyli pech, EAF, metallolom, elektromagnit aralashtirish, energiya samaradorligi, avtomatlashtirish, raqamli monitoring, metallurgiya.

1. Kirish

Po‘lat metallurgiya sanoatining asosiy mahsulotlaridan biri bo‘lib, mashinasozlik, qurilish, energetika, transport va boshqa ko‘plab sohalarda keng qo‘llaniladi. Po‘lat ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish sanoat korxonalarining iqtisodiy samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega.An’anaviy metallurgiya korxonalarida domna pechlari va kislorod-konverter jarayonlari muhim o‘rin tutadi. Shu bilan birga, elektr yoyli pechlar metallolomni qayta ishlash hamda elektr energiyasi yordamida po‘lat ishlab chiqarish imkonini beradi. 2026-yilda elektr yoyli pechlarning yangi avlodida uzluksiz xomashyo yuklash, energiya sarfini boshqarish, avtomatlashtirilgan jarayon nazorati va elektromagnit aralashtirish kabi texnologiyalar rivojlanmoqda. Masalan, Tenova kompaniyasining Consteel® tizimi metallolomni uzluksiz yuklash va uni pechga kirishidan oldin texnologik gazlar yordamida qizdirish imkonini beradi .Maqolaning dolzarbligi po‘lat ishlab chiqarishda zamonaviy elektr eritish uskunalarining imkoniyatlarini o‘rganish va ularning samaradorligini oshirish yo‘llarini aniqlash bilan belgilanadi.

2. Elektr yoyli pechning tuzilishi va ishlash prinsipi. Elektr yoyli pech (EAF) — elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish orqali metallni eritishga mo‘ljallangan sanoat qurilmasidir.

International Journal of Education, Social Science & Humanities.
Finland Academic Research Science Publishers
ISSN: 2945-4492 (online) | (SJIF) = 8.09 Impact factor
Volume-14| Issue-11| 2026 Published: |22-11-2026|

Pechning asosiy qismlari quyidagilardan iborat:

1. Pech vannasi va korpusi — eritilayotgan metall joylashadigan asosiy qism.

2. O‘tga chidamli qoplama — pech korpusini yuqori harorat ta’siridan himoya qiladi.

3. Grafit elektrodlari — elektr yoyini hosil qilish va metallni qizdirish uchun xizmat qiladi.

4. Pech transformatori — elektr energiyasini eritish jarayoniga mos parametrlar bilan uzatadi.

5. Elektrodlarni boshqarish mexanizmi — elektrodlarning holatini va elektr yoyining barqarorligini boshqaradi.

6. Sovitish tizimi — pechning tegishli qismlarini ortiqcha qizib ketishdan himoya qiladi.

7. Gazlarni chiqarish va tozalash tizimi — eritish jarayonida hosil bo‘ladigan gaz va changlarni yig‘ish hamda tozalashga xizmat qiladi.

8. Avtomatik boshqaruv tizimi — elektr parametrlari, harorat va texnologik jarayonlarni nazorat qiladi.

Pechning ishlash jarayonida xomashyo pech vannasiga joylashtiriladi. Elektrodlar orqali elektr yoylari hosil qilinib, katta miqdordagi issiqlik ajratiladi. Ushbu issiqlik metallni eritadi. Eritish jarayonida metall tarkibini belgilangan talablar asosida shakllantirish uchun tegishli qo‘shimchalar kiritiladi.Eritilgan metallning kimyoviy tarkibi va harorati nazorat qilingach, suyuq po‘lat keyingi metallurgik ishlov berish bosqichiga uzatiladi. Bunda kovsh-pech qurilmasi, vakuumli ishlov berish uskunalari va uzluksiz quyish mashinalari bilan integratsiya muhim ahamiyatga ega.

3. Zamonaviy elektr yoyli pechlarning texnologik imkoniyatlari

3.1. Uzluksiz xomashyo yuklash texnologiyasi .An’anaviy elektr yoyli pechlarda metallolom ko‘pincha maxsus savatlar yordamida davriy ravishda yuklanadi. Zamonaviy uzluksiz yuklash tizimlarida esa metallolom konveyer orqali pechga bosqichma-bosqich uzatiladi. Consteel® texnologiyasida metallolom pechga kirishidan oldin chiqindi gazlar issiqligi hisobiga qizdirilishi mumkin. Bu yondashuv xomashyoning dastlabki haroratini oshirish va eritish jarayonidan foydalaniladigan energiyani samaraliroq taqsimlash imkonini beradi .

Uzluksiz yuklashning muhim afzalliklari:

- eritish jarayonining uzluksizligini yaxshilash;
- xomashyo yuklash bilan bog‘liq ayrim vaqt yo‘qotishlarini kamaytirish;
- chiqindi gazlar issiqligidan foydalanish;
- ishlab chiqarish jarayonining barqarorligini oshirish.

International Journal of Education, Social Science & Humanities.
Finland Academic Research Science Publishers
ISSN: 2945-4492 (online) | (SJIF) = 8.09 Impact factor
Volume-14| Issue-11| 2026 Published: |22-11-2026|

Biroq tizimning haqiqiy samaradorligi xomashyo tarkibi, pech quvvati, energiya narxi va ishlab chiqarish sharoitlariga bog‘liq.

3.2. Elektromagnit aralashtirish tizimi

Elektromagnit aralashtirish — suyuq metall vannasida boshqariladigan elektromagnit kuchlar yordamida metall harakatini hosil qilish texnologiyasidir.

Bu tizim suyuq metall haroratining bir tekis taqsimlanishiga va metallurgik jarayonlarning barqaror kechishiga yordam beradi. Zamonaviy EAF loyihalarida elektromagnit aralashtirish tizimlari boshqa boshqaruv va sovitish qurilmalari bilan birgalikda ishlatilishi mumkin.Tenova tomonidan taklif etilgan ayrim EAF loyihalarida Consteel® uzluksiz yuklash tizimi elektromagnit aralashtirish texnologiyasi bilan birlashtirilgan .

3.3. Avtomatlashtirilgan boshqaruv

Zamonaviy elektr yoyli pechlarda avtomatik boshqaruv tizimlari quyidagi vazifalarni bajarishi mumkin:

- elektrodlarning holatini boshqarish;
- elektr toki, kuchlanish va quvvat parametrlarini nazorat qilish;
- sovitish tizimining ishlashini kuzatish;
- texnologik harorat va eritish jarayoniga oid ma’lumotlarni qayd etish;
- nosozliklar haqida operatorga ogohlantirish berish.

Raqamli monitoring tizimlari yordamida jarayon parametrlarini oldingi eritish sikllari bilan taqqoslash va boshqaruv rejimlarini takomillashtirish mumkin. Bunday yondashuv uskunaning ishonchliligi va ishlab chiqarishning takrorlanuvchanligini yaxshilashga xizmat qiladi .

3.4. Yangi avlod elektr yoyli pechlari

2026-yilda e’lon qilingan texnologik ishlanmalardan biri — Primetals Technologies kompaniyasining EAF Ultimate Move elektr yoyli pechidir. Ishlab chiqaruvchi ma’lumotlariga ko‘ra, ushbu model yuqori unumdorlik, ixcham joylashuv, qisqartirilgan eritish sikli va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytirishga yo‘naltirilgan .Shuningdek, Danieli kompaniyasining Zerobucket texnologiyasiga asoslangan 100 tonnalik elektr yoyli pechi 2026-yil yanvar oyida Changling Special Steel korxonasida birinchi eritishni amalga oshirgan. Ushbu uskuna uzluksiz xomashyo yuklash texnologiyasiga ega. Mazkur misollar zamonaviy metallurgiyada pech konstruksiyasi bilan bir qatorda, xomashyo uzatish, elektr ta’minoti, avtomatlashtirish va ekologik nazorat tizimlarini birgalikda takomillashtirishga e’tibor qaratilayotganini ko‘rsatadi.

4. Energiya samaradorligi va ekologik ko‘rsatkichlar

International Journal of Education, Social Science & Humanities.
Finland Academic Research Science Publishers
ISSN: 2945-4492 (online) | (SJIF) = 8.09 Impact factor
Volume-14| Issue-11| 2026 Published: |22-11-2026|

Elektr yoyli pechning samaradorligi faqat uning nominal quvvati bilan belgilanmaydi. Xomashyo tarkibi, elektr energiyasi sarfi, eritish davomiyligi, elektrodlar sarfi, o‘tga chidamli qoplamaning xizmat muddati va gazlarni tozalash tizimining ishlashi ham muhim hisoblanadi. Energiya samaradorligini baholash uchun solishtirma elektr energiyasi sarfi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$e = E / m$

Bu yerda:

- e — solishtirma elektr energiyasi sarfi, kWh/t;
- E — eritish jarayonida sarflangan elektr energiyasi, kWh;
- m — olingan po‘lat massasi, tonna.

Masalan, agar ma’lum bir eritish jarayonida 100 000 kWh elektr energiyasi sarflanib, 100 tonna po‘lat olinsa, solishtirma elektr energiyasi sarfi 1 000 kWh/t ni tashkil qiladi. Bu faqat formulani tushuntirish uchun keltirilgan shartli misol bo‘lib, muayyan pechning real ko‘rsatkichi emas.

Ekologik samaradorlikni yaxshilash uchun quyidagi yo‘nalishlar muhim:

- chiqindi gazlar issiqligidan foydalanish;
- chang-gaz tozalash tizimlarini takomillashtirish;
- metallolomdan qayta foydalanish;
- elektr energiyasi manbasining uglerod intensivligini hisobga olish;
- eritish jarayonini avtomatlashtirish orqali energiya yo‘qotishlarini kamaytirish.

Elektr yoyli pechning ekologik afzalligi elektr energiyasining qayerdan olinishi va xomashyo tarkibiga ham bog‘liq. Shu sababli turli po‘lat ishlab chiqarish usullarini taqqoslashda faqat pechning o‘zini emas, balki butun ishlab chiqarish zanjirini hisobga olish lozim.

5. Tadqiqot metodikasi

Zamonaviy elektr yoyli pechlarning samaradorligini ilmiy jihatdan baholash uchun quyidagi metodikadan foydalanish mumkin.

Birinchi bosqichda pechning texnik pasporti, elektr energiyasi sarfi, ishlab chiqarish hajmi va eritish sikli davomiyligi haqidagi ma’lumotlar yig‘iladi.

Ikkinchi bosqichda uzluksiz yuklash tizimiga ega va an’anaviy pechlarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari taqqoslanadi.

Uchinchi bosqichda solishtirma elektr energiyasi sarfi, bir tonna po‘lat ishlab chiqarish uchun ketadigan vaqt va uskunaning ishga tayyorlik koeffitsiyenti aniqlanadi.

To‘rtinchi bosqichda olingan natijalar asosida energiya tejamkor boshqaruv usullarini qo‘llash imkoniyatlari baholanadi.

International Journal of Education, Social Science & Humanities.
Finland Academic Research Science Publishers
ISSN: 2945-4492 (online) | (SJIF) = 8.09 Impact factor
Volume-14| Issue-11| 2026 Published: |22-11-2026|

Taqqoslashda xomashyo tarkibi, po‘lat markasi, ishlab chiqarish quvvati va o‘lchov sharoitlari bir xil yoki o‘zaro hisobga olinadigan bo‘lishi kerak. Haqiqiy korxona ma’lumotlari mavjud bo‘lmasa, natijalar nazariy hisob-kitob yoki modellashtirish natijasi sifatida aniq ko‘rsatilishi lozim.

6. Muhokama

Zamonaviy elektr yoyli pechlarning rivojlanishi uchta asosiy yo‘nalish bilan tavsiflanadi: energiya sarfini optimallashtirish, ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish va ekologik ta’sirni kamaytirish.Uzluksiz xomashyo yuklash tizimlari ishlab chiqarish jarayonidagi ayrim vaqt yo‘qotishlarini kamaytirishi mumkin. Elektromagnit aralashtirish suyuq metallning bir tekis holatini ta’minlashga ko‘maklashadi. Raqamli boshqaruv tizimlari esa jarayon parametrlarini kuzatish va uskunaning ishlashini tahlil qilish imkonini beradi.Shu bilan birga, yangi texnologiyalarni joriy etishda boshlang‘ich investitsiyalar, elektr ta’minotiga qo‘yiladigan talablar, texnik xizmat ko‘rsatish va mutaxassislarni tayyorlash masalalari ham hisobga olinishi zarur.Shuning uchun eng maqbul pechni tanlashda uning texnik imkoniyatlari bilan bir qatorda, korxonaning xomashyo bazasi, ishlab chiqarish hajmi, mahsulot turi va iqtisodiy sharoitlari ham baholanishi kerak.

7. Xulosa

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, elektr yoyli pechlar zamonaviy po‘lat ishlab chiqarishning muhim texnologik uskunalaridan biridir. Uzluksiz xomashyo yuklash, elektromagnit aralashtirish, avtomatik boshqaruv va raqamli monitoring tizimlarining qo‘llanilishi ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilash uchun imkoniyat yaratadi.Zamonaviy EAF texnologiyalarining samaradorligini baholashda solishtirma elektr energiyasi sarfi, eritish davomiyligi, mahsulot sifati, uskunaning ishonchliligi va ekologik ko‘rsatkichlar birgalikda o‘rganilishi lozim.Kelgusidagi tadqiqotlarda turli pech konstruksiyalarining real ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini taqqoslash, energiya sarfini matematik modellashtirish va raqamli boshqaruv tizimlarining iqtisodiy samaradorligini aniqlash maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Tenova. Consteel® EAF. Rasmiy texnologik ma’lumotlar. https://tenova.com/technologies/consteelr-eaf

2. Tenova. POSCO Inaugurates EAF Powered by Tenova. 26-iyun 2026. https://tenova.com/newsroom/latest-tenova/posco-inaugurates-eaf-powered-tenova

3. Danieli. Danieli Centro Met — Electric Steelmaking Plants and Long Product Casters. https://www.danieli.com/en/worlwide/business-units/danieli-centromet.htm

4. Primetals Technologies. Primetals Technologies Launches EAF Ultimate Move for High Performance and Reduced CAPEX. 5-may 2026. https://www.primetals.com/en/news/primetals-technologies-launches-electric-arc-furnace-for-high-performance-and-reduced-capex/ 5. Danieli USA. Zunyi Changling Special Steel Has Performed the First Heat with the New Danieli EAF Zerobucket. 10-mart 2026. https://www.danieli-usa.com/en/news/zunyi-changling-special-steel-has-performed-first-heat-new-danieli-eaf-zerobucket_13_1043.htm