PO'LAT ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINING ASOSIY BOSQICHLARI VA SAMARADORLIGINI OSHIRISH OMILLARI

Kamolov Lazizbek Ulug'bek og'li

Annotatsiya. Maqolada po'lat ishlab chiqarish texnologiyasining asosiy bosqichlari, cho'yanni po'latga qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari, kislorod-konverterli va elektr yoyli pechlarda po'lat eritish jarayonlarining o'ziga xos jihatlari tahlil qilinadi.Tadqiqot nazariy manbalarni tahlil qilish va texnologik jarayonlarni qiyosiy o'rganishga asoslangan.

Kalit so'zlar: po'lat ishlab chiqarish, metallurgiya, kislorod-konverterli usul, elektr yoyli pech, oksidlanish, metall eritmasi, kimyoviy tarkib.

I. Kirish

Po'lat mashinasozlik, qurilish, transport, energetika va boshqa sanoat tarmoqlarining asosiy konstruksion materiallaridan biri hisoblanadi. Uning keng qo'llanilishi mexanik xususiyatlari, mustahkamligi, ishlov berish imkoniyatlari hamda turli ekspluatatsion sharoitlarga moslashtirilishi bilan izohlanadi. Po'latning sifati, avvalo, uning kimyoviy tarkibi, metallurgik tozaligi, mikrostrukturasi va ishlab chiqarish jarayonida amalga oshiriladigan texnologik amallarning aniqligiga bog'liq [1.125].

An'anaviy metallurgik ishlab chiqarish zanjirida temir rudasi yuqori haroratli jarayonlarda qayta ishlanib, cho'yan olinadi. Keyingi bosqichda cho'yan tarkibidagi uglerod va boshqa elementlar miqdori po'lat markasiga qo'yilgan talablarga muvofiq o'zgartiriladi. Bunda metall eritmasining tarkibini boshqarish, zararli aralashmalarni kamaytirish, zarur haroratni ta'minlash va metallning keyingi quyish jarayoniga tayyorligini nazorat qilish muhim ahamiyat kasb etadi [1.21].

Po'lat ishlab chiqarishda kislorod-konverterli va elektr yoyli pechlarda eritish asosiy texnologik yo'nalishlar sirasiga kiradi. Kislorod-konverterli usulda cho'yan tarkibidagi uglerod va boshqa elementlar kislorod ta'sirida oksidlanadi. Elektr yoyli pechlarda esa issiqlik, asosan, elektr yoyi orqali hosil qilinadi va metall shixtasi eritiladi. Ushbu texnologiyalarning tanlanishi xomashyo tarkibi, ishlab chiqarish quvvati, mahsulot turi, energiya ta'minoti hamda ekologik talablar bilan belgilanadi .Zamonaviy metallurgiyaning dolzarb vazifalaridan biri nafaqat yuqori sifatli po'lat olish, balki ishlab chiqarishning energiya va resurslar sarfini kamaytirish, chiqindilarni boshqarish hamda issiqxona gazlari emissiyasini cheklashdan iborat. Shu sababli po'lat ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik xususiyatlarini tahlil qilish va samaradorlikni oshirish omillarini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqotning maqsadi po'lat ishlab chiqarishning asosiy texnologik bosqichlarini tahlil qilish, kislorod-konverterli va elektr yoyli pechlarda eritish jarayonlarining o'ziga xos jihatlarini qiyoslash hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga ta'sir etuvchi omillarni aniqlashdan iborat.

II. Materiallar va metodlar

Tadqiqotning nazariy asosini po'lat ishlab chiqarish texnologiyasiga oid o'quv adabiyoti va metallurgik jarayonlar bo'yicha ilmiy nashrlar tashkil etdi. Jumladan, A.A. Yusupxodjayev va hammualliflarning Po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi nomli darsligidagi ma'lumotlar hamda konverterli po'lat ishlab chiqarish, elektr yoyli pechlar va metallurgiyaning ekologik jihatlarini o'rganuvchi ilmiy manbalar tahlil qilindi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi:

Tahlil metodi — po‘lat ishlab chiqarish bosqichlari, metallurgik reaksiyalar va texnologik omillarni o‘rganish uchun;

Qiyosiy metod — kislorod-konverterli va elektr yoyli pechlarda eritish jarayonlarining xususiyatlarini taqqoslash uchun;

Tizimli yondashuv — xomashyo sifati, harorat, kimyoviy tarkib, shlak va energiya sarfi o‘rtasidagi bog‘liqlikni izohlash uchun;

Umumlashtirish metodi — ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga oid nazariy xulosalarni shakllantirish uchun.

Tadqiqot nazariy-tahliliy xarakterga ega. Unda mustaqil laboratoriya yoki sanoat tajribalari o‘tkazilmagan, shu sababli keltirilgan xulosalar manbalar tahlili va texnologik jarayonlarning ilmiy izohlariga asoslanadi.

III. Natijalar

Po‘lat ishlab chiqarishning asosiy texnologik bosqichlari. Po‘lat ishlab chiqarish bir-biri bilan uzviy bog‘langan bir necha bosqichni qamrab oladi. An’anaviy domna-konverterli ishlab chiqarish tizimida dastlab temir rudasi qayta ishlanib, cho‘yan olinadi. Keyin cho‘yan po‘lat eritish agregatiga yuboriladi. Eritish va rafinatsiya jarayonlarida uning kimyoviy tarkibi kerakli me’yorlarga keltiriladi. Yakunda suyuq po‘lat quyishga tayyorlanadi. Texnologik jarayonning asosiy bosqichlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

1. Xomashyoni tayyorlash. Temir rudasi, cho‘yan, metallolom va yordamchi materiallarning tarkibi hamda fizik xususiyatlari nazorat qilinadi. Xomashyoning sifati eritish jarayonining barqarorligiga va yakuniy mahsulot xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

2. Metall shixtasini eritish. Tanlangan texnologiyaga qarab metall shixtasi domna pechidan olingan suyuq cho‘yan yoki elektr yoyli pechga yuklanadigan metallolom va boshqa temir saqlovchi materiallardan tashkil topishi mumkin.

3. Rafinatsiya. Metall tarkibidagi ortiqcha uglerod va boshqa elementlar miqdori kamaytiriladi. Bunda oksidlanish reaksiyalari, shlak hosil bo‘lishi va metall-shlak o‘rtasidagi modda almashinuvi muhim rol o‘ynaydi.

4. Yakuniy tarkibni rostlash. Po‘latning belgilangan markasiga muvofiq kimyoviy tarkibi aniqlashtiriladi. Zarur hollarda legirlovchi materiallar qo‘shiladi, metallning harorati va tozaligi boshqariladi.

5. Quyish va keyingi ishlov berish. Tayyor suyuq po‘lat quyish jarayoniga uzatiladi. Quyish sharoitlari va keyingi sovitish tartibi mahsulotning strukturasi hamda sifat ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi.

Mazkur bosqichlarning o‘zaro muvofiqligi texnologik yo‘qotishlarni kamaytirish, metallning belgilangan tarkibini ta’minlash va nuqsonli mahsulot ulushini cheklashga yordam beradi.

Po‘lat eritishning fizik-kimyoviy asoslari. Cho‘yanni po‘latga aylantirishda uning tarkibidagi uglerod, kremniy, marganes va fosforning miqdorini boshqarish muhim hisoblanadi. Kislorod-konverterli jarayonda kislorod metall eritmasi bilan ta’sirlashib, bir qator oksidlanish reaksiyalarini yuzaga keltiradi. Ushbu reaksiyalarning borishi harorat, kislorod yetkazib berish sharoiti, eritmaning tarkibi va shlak xususiyatlariga bog‘liq. Asosiy reaksiyalarni soddalashtirilgan ko‘rinishda quyidagicha ifodalash mumkin: Uglerodning oksidlanishi: CC+OO→CO(g)CC+OO\rightarrow CO(g)CC+OO→CO(g) Uglerodning oksidlanishi natijasida gaz hosil bo‘ladi va eritmadagi uglerod miqdori kamayadi. Jarayon sharoitiga qarab uglerod oksidlanishining boshqa mahsulotlari ham hosil

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

bo‘lishi mumkin. Kremniyning oksidlanishi: SiSi+2OO→SiO2SiSi+2OO\rightarrow SiO_2SiSi+2OO→SiO2 Hosil bo‘lgan kremniy oksidi shlak tarkibiga o‘tadi va shlakning kimyoviy xususiyatlariga ta’sir qiladi. Marganesning oksidlanishi: MnMn+OO→MnOMnMn+OO\rightarrow MnOMnMn+OO→MnO Marganes oksidi ham shlak tarkibiga o‘tuvchi birikmalardan biridir. Marganesning yakuniy miqdori eritish sharoiti va keyingi tarkibni rostlash amallariga bog‘liq. Fosforning oksidlanishi: 2PP+5OO→P2O52PP+5OO\rightarrow P_2O_52PP+5OO→P2O5 Fosforni chiqarib tashlashda oksidlanishning o‘zi bilan bir qatorda shlakning asosligi va hosil bo‘lgan fosforli birikmalarning shlakda barqaror saqlanishi ham muhimdir. Shu sababli fosforni kamaytirish samaradorligi eritmaning kimyoviy tarkibi va jarayon sharoitlari bilan belgilanadi.

Shlak metallurgik jarayonning muhim tarkibiy qismi bo‘lib, oksidlanish mahsulotlarini o‘zida jamlash va metall bilan gaz fazasi o‘rtasidagi jarayonlarga ta’sir ko‘rsatish vazifalarini bajaradi. Shlakning tarkibi, harorati va fizik xususiyatlarini boshqarish metallning tozaligi hamda rafinatsiya samaradorligi uchun muhimdir. Shuni ta’kidlash kerakki, barcha aralashmalarni faqat konverterdagi oksidlanish orqali bir xil samaradorlikda chiqarib tashlab bo‘lmaydi. Masalan, oltingugurtni kamaytirish uchun shlak tarkibi va metallurgik muhit bilan birga, ko‘pincha, ikkilamchi metallurgiya amallari ham talab etiladi. Demak, yuqori sifatli po‘lat olish birgina eritish bosqichi emas, balki bir nechta o‘zaro bog‘liq texnologik amallarning muvofiqlashtirilishiga asoslanadi.

3.3. Kislorod-konverterli va elektr yoyli pechlarda po‘lat ishlab chiqarish

Kislorod-konverterli usulda suyuq cho‘yan va zarur miqdordagi metallolom agregatga yuklanadi. So‘ngra eritmaga kislorod beriladi. Kislorod metall tarkibidagi ayrim elementlar bilan reaksiyaga kirishib, ularning miqdorini kamaytiradi. Oksidlanish reaksiyalarida ajraladigan issiqlik jarayonning issiqlik balansida muhim o‘rin tutadi. Shu bois kislorod sarfi, shixta tarkibi, harorat va shlak hosil bo‘lishi jarayonning asosiy boshqaruv parametrlaridan hisoblanadi.

Elektr yoyli pechlarda metallni eritish uchun elektr yoyidan foydalaniladi. Bunday pechlar metallolomni qayta ishlashda va turli tarkibdagi metall shixtalaridan po‘lat olishda muhim ahamiyatga ega. Elektr yoyli pech texnologiyasining samaradorligi elektr energiyasi sarfi, shixtaning sifati, eritish davomiyligi, elektrodlar sarfi va pechning ishlash rejimiga bog‘liq.

Qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, ushbu ikki usulni bir xil sharoitlarda mutlaq ustun yoki samarasiz deb baholash to‘g‘ri emas. Ularning texnologik va iqtisodiy afzalliklari korxonaning xomashyo bazasi, ishlab chiqarish quvvati, energiya narxi, mahsulot turi va ekologik talablari bilan belgilanadi. Elektr yoyli pechlarda metallolomni qayta ishlash imkoniyati muhim bo‘lsa-da, umumiy ekologik samaradorlik elektr energiyasi qanday manbadan olinishi va metallolomning sifati kabi omillarga ham bog‘liq.

3.4. Ishlab chiqarish samaradorligini oshirish omillari

Po‘lat ishlab chiqarish samaradorligi faqat eritish tezligi yoki agregat unumdorligi bilan belgilanmaydi. Mahsulotning kimyoviy tarkibi, metall chiqishi, energiya sarfi, texnologik yo‘qotishlar va ekologik ko‘rsatkichlar ham birgalikda baholanishi lozim.

Birinchidan, xomashyo sifatini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Metall shixtasi tarkibining oldindan aniqlanishi eritish rejimini to‘g‘ri belgilashga, qo‘shimcha materiallar sarfini boshqarishga va yakuniy tarkibning belgilangan talablarga mosligini ta’minlashga yordam beradi.

Ikkinchidan, jarayon parametrlarini aniq boshqarish zarur. Kislorod sarfi, harorat, eritish davomiyligi va shlak tarkibidagi o‘zgarishlarni nazorat qilish metallurgik reaksiyalarning barqaror kechishiga yordam beradi. Jarayon parametrlarining me’yordan chetga chiqishi metall yo‘qotishlari, ortiqcha energiya sarfi yoki mahsulot tarkibining talabga mos kelmasligiga sabab bo‘lishi mumkin.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Uchinchidan, energiya va materiallardan oqilona foydalanish talab etiladi. Elektr yoyli pechlarda elektr energiyasi sarfini kamaytirish, issiqlikdan foydalanishni yaxshilash va eritish siklini maqbullashtirish muhim yo‘nalishlardir. Konverterli jarayonda esa issiqlik balansini boshqarish, metallolom ulushini texnologik imkoniyatlar doirasida optimallashtirish va metall chiqishini oshirishga e'tibor qaratiladi.To‘rtinchidan, metallning sifat ko‘rsatkichlarini kompleks nazorat qilish lozim. Kimyoviy tahlil, haroratni o‘lchash va quyishdan oldingi nazorat amallari mahsulotning belgilangan talablariga mosligini baholash imkonini beradi. Sifatni faqat yakuniy bosqichda tekshirishdan ko‘ra, ishlab chiqarishning har bir muhim bosqichida nazorat qilish texnologik og‘ishlarni erta aniqlashga xizmat qiladi. Beshinchidan, ekologik samaradorlikni oshirish zamonaviy metallurgiyaning ustuvor vazifalaridan biridir. Po‘lat ishlab chiqarish jarayonlari sezilarli energiya sarfi va issiqxona gazlari emissiyasi bilan bog‘liq. Emissiyalarni kamaytirish yo‘llari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, elektr energiyasining kam uglerodli manbalaridan foydalanish, metallolomni qayta ishlash va muqobil temir olish texnologiyalarini rivojlantirishni qamrab oladi. Biroq har bir yechimning natijasi mahalliy energiya tizimi, xomashyo ta'minoti va korxona sharoitlari asosida baholanishi kerak

IV. Muhokama

Tahlil natijalari po‘lat ishlab chiqarish samaradorligi bir-biriga bog‘liq texnologik omillar majmuasi bilan belgilanishini ko‘rsatadi. Xomashyo tarkibi, eritish harorati, oksidlanish jarayonlari, shlak xususiyatlari va energiya sarfi alohida-alohida emas, balki yagona texnologik tizim doirasida ko‘rib chiqilishi lozim. Masalan, metall tarkibidagi ayrim elementlarni kamaytirish uchun oksidlanish sharoitlarini o‘zgartirish zarur bo‘lishi mumkin, biroq bu o‘zgarishlar metall chiqishi, harorat yoki boshqa komponentlarning yo‘qotilishiga ham ta'sir ko‘rsatishi ehtimoldan xoli emas. Kislorod-konverterli usulda jarayonning asosiy xususiyati cho‘yan tarkibidagi elementlarni oksidlab, kerakli kimyoviy tarkibga erishishdir. Elektr yoyli pechlarda esa eritishning elektr energiyasiga bog‘liqligi, shixta tarkibi va pech jihozlarining ishlash holati muhim ahamiyatga ega. Shu sababli texnologiyani tanlashda faqat bitta ko‘rsatkichga, masalan, eritish tezligiga tayanish yetarli emas. Mahsulot sifati, energiya va materiallar sarfi, ishlab chiqarish xarajatlari va ekologik ta'sir birgalikda baholanishi lozim Ekologik jihatdan ham yagona, barcha korxonalar uchun bir xil samarali yechim mavjud emas. Kam uglerodli elektr energiyasidan foydalanadigan elektr yoyli pech texnologiyasi emissiyalarni kamaytirish imkonini berishi mumkin, biroq bu natija elektr energiyasining manbai, xomashyo sifati va ishlab chiqarish sharoitlariga bog‘liq. An'anaviy domna-konverterli ishlab chiqarishda esa xomashyo va yoqilg‘i bilan bog‘liq uglerod emissiyalarini kamaytirish alohida texnologik yechimlarni talab qiladi.Shunday qilib, samaradorlikni oshirish uchun ishlab chiqarish jarayonini uzluksiz kuzatish, texnologik parametrlarni o‘zaro bog‘liq holda boshqarish va har bir korxonaning xomashyo-energetika sharoitlarini hisobga olish maqsadga muvofiq. Ushbu maqoladagi xulosalar nazariy manbalar tahliliga asoslangan bo‘lib, muayyan korxonada samaradorlikning aniq miqdoriy o‘zgarishini tasdiqlash uchun qo‘shimcha tajriba yoki ishlab chiqarish ma'lumotlari talab etiladi.

Xulosa

Po‘lat ishlab chiqarish murakkab fizik-kimyoviy va texnologik jarayonlar majmuasidan iborat bo‘lib, yakuniy mahsulot sifati xomashyo tarkibi, oksidlanish reaksiyalari, shlak hosil bo‘lishi, harorat va metallning kimyoviy tarkibini boshqarishga bog‘liq.Kislorod-konverterli usulda cho‘yan tarkibidagi uglerod va boshqa elementlarni oksidlash asosiy vazifani bajarsa, elektr yoyli pechlarda metall shixtasini elektr energiyasi yordamida eritish muhim o‘rin tutadi. Har ikki texnologiyaning samaradorligi ishlab chiqarish sharoitlari, xomashyo sifati, energiya sarfi va mahsulotga qo‘yiladigan

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

talablarga muvofiq baholanishi lozim.Tahlil asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi: Xomashyo sifatini dastlabki nazorat qilish va kimyoviy tarkibni aniqlash eritish jarayonining barqarorligini ta'minlovchi muhim omillardandir.Oksidlanish reaksiyalari, shlakning tarkibi va haroratni muvofiqlashtirish metallurgik rafinatsiya samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi.Energiya va materiallar sarfini kamaytirish uchun texnologik parametrlarni kompleks boshqarish hamda metall yo'qotishlarini cheklash zarur.Po'lat ishlab chiqarishning ekologik samaradorligini oshirish texnologiya turi bilan birga xomashyo sifati, energiya manbai va korxona sharoitlarini hisobga olishni talab etadi.Umuman olganda, zamonaviy po'lat ishlab chiqarishda texnologik barqarorlik, mahsulot sifati, resurslardan oqilona foydalanish va ekologik talablarni birgalikda ta'minlash asosiy ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusupxodjayev A.A., Aribjonova D.Ye., Beknazarova G.B., Karimjonov B.R. Po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi. — Toshkent, 2020.
2. Jalkanen H., Holappa L. Converter Steelmaking // Treatise on Process Metallurgy. Volume 3: Industrial Processes. — Elsevier, 2014. — P. 223–270. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096988-6.00014-6
3. Holappa L. Historical overview on the development of converter steelmaking from Bessemer to modern practices and future outlook // Mineral Processing and Extractive Metallurgy. — 2019. — Vol. 128, Issue 1–2. — P. 3–16. https://doi.org/10.1080/25726641.2018.1539538
4. Davis C., Li Z., Styring P. et al. Routes to reducing emissions from steel production // Nature Reviews Clean Technology. — 2025. — Vol. 1. — P. 890–902. https://doi.org/10.1038/s44359-025-00118-1
5. Maia T.A.C., Onofri V.C. Survey on the electric arc furnace and ladle furnace electric system // Ironmaking & Steelmaking. — 2022. — Vol. 49, Issue 10. — P. 976–994. https://doi.org/10.1080/03019233.2022.2128550

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.