



## YOYLI PO‘LAT ERITISH PECHIDA PO‘LAT ISHLAB CHIQRISHDA CHANGNING HOSIL BO‘LISHI

Samadov A.U. <sup>1</sup>[0009-0001-9631-4658], Jalolov B.A <sup>2</sup>[0009-0004-3736-3056]

<sup>1</sup>Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali direktori, t.f.d, professor,  
E-mail: [a.samadov@tdtuof.uz](mailto:a.samadov@tdtuof.uz)

<sup>2</sup>Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali tayanch doktranti,  
E-mail: [jalolovbaxtiyorjon319@gmail.com](mailto:jalolovbaxtiyorjon319@gmail.com)

**Annotatsiya.** Maqolada yoyli po‘lat eritish pechlarida po‘lat ishlab chiqarish changining hosil bo‘lish jarayoni, changining kimyoviy va granulometrik tarkiblari o‘rganilgan. Chang tarkibining shixta va uni tashkil etuvchilar tarkibi bilan bog‘liqligi, eritish jarayoni boshqichlarini changning hosil bo‘lishiga ta‘siri, eritish vaqtida chang tarkibidagi asosiy komponentlarning shixta tarkibidan chang tarkibiga o‘tish darajalari keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** yoyli po‘lat eritish pechi, po‘lat ishlab chiqarish, shixta, chang, chang tarkibi, zarrachalar, rux oksidi, kimyoviy va granulometrik tarkiblar.

**Аннотация.** В статье изучен процесс пылеобразования в сталеплавильных печах, химический и гранулометрический состав пыли. Приведены зависимость состава пыли от состава шихты и ее составляющих, влияние стадий процесса плавки на пылеобразование, степень перехода основных компонентов пыли из состава шихты в пыль при плавке.

**Ключевые слова:** дуговая сталеплавильная печь, производство стали, шихта, пыль, состав пыли, частицы, оксид цинка, химический и гранулометрический состав.

**Abstract.** The article studies the process of dust formation in steel-making furnaces, the chemical and granulometric composition of dust. The dependence of dust composition on the composition of the charge and its components, the influence of the stages of the smelting process on dust formation, the degree of transition of the main components of dust from the charge to dust during smelting are given.

**Keywords:** electric arc furnace, steel production, charge, dust, dust composition, particles, zinc oxide, chemical and granulometric composition.

### Kirish

Zamonaviy yuqori texnologiyali ishlab chiqarish va ekologiyaning barcha talablariga javob beradigan sifatli po‘lat olishning keng tarqalgan usullaridan biri yoyli po‘lat eritish pechida po‘lat ishlab chiqarishdir. O‘zbekiston va jahonda yoyli po‘lat eritish pechida po‘lat ishlab chiqarish hajmi yildan yilga ortib bormoqda [1,2].

Yoyli po‘lat eritish pechida po‘lat ishlab chiqarish - bu elektr pechlarida boshqa po‘lat eritish dastgohlariga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega bo‘lgan sifatli va yuqori sifatli po‘lat markalarini olishdir.

YPEP changi – juda mayda zarrachalardan tashkil topgan kukun bo‘lib, zarrachalarning o‘lchamlari keng diapazonga ega, chunki tarkibida rangli metallar va ularning oksidlarining uchirmalari, hamda pechdan gaz oqimi orqali chiqariladigan yirik zarrachalar ham bo‘ladi [14].

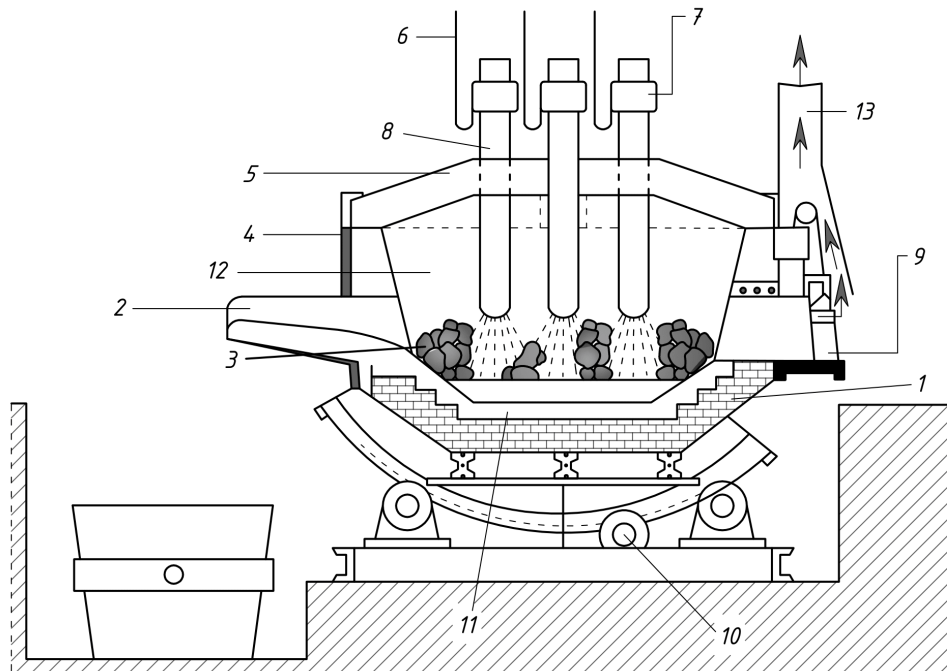
### Uslubiyat

O‘zbekistonda po‘latni yoyli po‘lat eritish pechida ishlab chiqaruvchi asosiy korxonalar “O‘zmetkombinat” AJ, “Navoiy KMK” AJ, “Olmaliq KMK” AJ, V.L.Galperin nomidagi Toshkent quvur zavodi va “LI DA metal technology” MCHJ hisoblanadi.

Ma‘lumki, elektr pechlarda po‘lat eritish metallni qizdirish uchun elektr energiyasidan foydalanishga asoslangan. Elektr pechlarda issiqlik elektr yoyini yoqish paytida elektr

energiyasini issiqlikka aylantirish natijasida yoki maxsus isitish elementlarida yoki uyurma toklarini qo'zg'atish orqali ajralib chiqadi [3].

Yoyli po'lat eritish pechlarida (1-rasm) po'lat ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi changlar tarkibida temir, rux, mis, qo'rg'oshin, xrom, kremniy oksidlari, shuningdek, gazlar (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> va boshqalar) bo'lgan chang-gazli chiqindilar manbai hisoblanadi.



1-rasm. Yoyli po'lat eritish (YPE) pechida po'lat ishlab chiqarish sxemasi.

1-g'ishtli futerovka; 2-metall chiqarish uchun jelob; 3-shixta (keluvchi material); 4-po'lat kojux; 5-elektrod tuynuklariga ega bo'lgan suriladigan svod; 6-elekt tokini o'tkazish uchun kabel; 7-elektrod ushlagich; 8-elektrod; 9-ishchi oyna (shlak chiqarish, ferroqotishma yuklash va namuna olish uchun); 10-pechni jelob yoki ishchi oyna tomonga aylantirish mexanizmi; 11-pechning eritish tubi (podina); 12-eritish maydoni; 13-gaz chiqishi.

Adabiyotlarda qayd etilishicha, yoyli po'lat eritish pechlarida po'lat ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi changlarning 90% oksidlardan iborat, qolgan 10% esa ferritlar, sulfatlar, sulfidlar, xloridlar bilan ifodalanadi [15]. YPEP changidagi ruxning asosiy qismi oksid (~50%) va franklinit yoki ferrit (~45%) ko'rinishida bo'lib, unda (Zn<sub>x</sub>, Me<sub>x</sub>)Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> shaklidagi izomorf o'rinbosar metallar (Me – Mn, Co, Ni, Cr, Ca) mavjud [16].

Chang tarkibidagi elementlar miqdori keng doirada o'zgaradi [17]. Uning tarkibi qo'llanilayotgan texnologiya va hosil bo'lish jarayonida ishlatilgan xomashyo tarkibiga bog'liq ravishda farqlanadi.

Eritmada rangli metallarning mavjudligi zamonaviy konstruksion va maxsus po'latlarning ko'pchiligi legirlangan yoki metall buyumlarni korroziyadan himoya qilish uchun rux bilan qoplanganligi bilan izohlanadi. YPE pechiga yuklanadigan material hajmidan deyarli 100% rux, barcha marganesning 10% ga yaqini va 40% qo'rg'oshin chang tarkibiga o'tadi.

Juda mayin zarrachalardan tashkil topgan chang metallning elektr yoylari ta'sir zonasida bug'lanishi natijasida hosil bo'ladi, uning bug'lari kondensatsiyalanadi va pechning ishchi maydonidagi kislorod hamda azot bilan o'zaro ta'sirlashadi [4, 5]. Changning yirikroq fraksiyalari shlak hosil qiluvchi komponentlar va oksidsizlantiruvchilardan hosil bo'ladi. Yirik bo'lakli shixtani erish davrida oz miqdorda chang hosil bo'ladi. Qaynash davrida metallning kislorod oqimi ta'siri va faol qaynashi natijasida chiqindilar maksimal qiymatlarga erishadi, ishlov berish davrida chiqindilar miqdori minimumgacha kamayadi. Pechdan chang chiqishi kislorod bilan purkamasdan eritilgan po'latdan 10 kg/t va purkash orqali eritilgan po'latdan



20 kg/t ni tashkil qiladi. Eritishning birinchi yarmida gaz tozalash tizimiga barcha changning 75% gachasi ajralib chiqadi. Po'latni xomashyo sifatida mayda fraksiyali skrapdan foydalanib eritishda ajralib chiqadigan chang miqdori ortadi. Erigan metallni kislorod bilan purkashda uchiriladigan chang miqdori keskin ortadi.

Shunday qilib, po'latni yoyli po'lat eritish pechida eritib olishda hosil bo'ladigan gaz va chang miqdori eritiladigan po'latning markasiga, ishlatiladigan xomashyo materiallarining sifatiga, pechga kiritiladigan qo'shimchalarning (kislorodsizlantiruvchilar, flyuslar) miqdori va turiga, eritish texnologiyasiga, vannaning kislorod bilan purkash jadalligiga va gorelkalardan foydalanganda yoqilg'ining sarfiga bog'liq [6].

Yoyli po'lat eritish pechlarida po'lat eritishda 15-30 kg/t atrofida shixta tashkil etuvchilari dastgohdan juda mayin zarrachalar va bug'lar ko'rinishida chiqib ketadi, ular kondensatsiyalanadi va chiqindi gazlarni tozalash tizimlarida chang shaklida to'planadi [7]. Shixtaning metall qismini asosan qayta ishlangan cho'yan, temir-po'lat temir-tersagi va temir qotishmalari tashkil qiladi [19]. Po'latni eritishda chang hosil bo'lishining asosiy omillaridan biri vannaning kislorod bilan purkashidir, bunda shixta (eritma) komponentlarining intensiv oksidlanishi va metallning 2700-2800°C gacha odatiy metalning kuyishi natijasida temir va boshqa bir qator metallarning intensiv bug'lanishi sodir bo'ladi [8]. Bunda suyuq metall tomchilarining kislorod oqimida maydalanishi, shuningdek, metallning sirtga chiqishida sachrashi chang hosil bo'lishiga yordam beradi. Pechlarning elektr yo'ylari zonalarida chang asosan zarrachalarning bug'lanishi va kondensatsiyalanishidan hosil bo'ladi [9].

Texnologik jarayon quyidagi bosqichlardan iborat: shixta materiallarini tayyorlash, yuklash, erish davri, oksidlanish va tiklanish va po'latni pechdan chiqarish. Avvalgi po'lat eritish jarayonidan qolgan metall va shlak chiqarilgandan so'ng pechga 90% gacha po'lat temir tersak va chiqindilari, 10% gacha qayta ishlanadigan cho'yan, elektrod siniqlari, 2-3% ohak va temir rudasi yuklanadi. GOST orqali belgilagan kerakli markadagi, erigandan so'ng tarkibida 0,3-0,4% gacha S bo'lgan po'lat olish uchun shixta ushbu holatlarni hisobga olgan xolda tayyorlanadi [19].

Shixta tarkibi va eritish jarayonlarining kechish xarakteri changning element va fazaviy tarkibiga, chang zarrachalarining xossalriga, ularning o'lchami va shakliga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Yoyli po'lat eritish pechlarida po'lat ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi chang zarrachalarining shakllanishi qattiq juda mayin zarrachalar va yuqori haroratli uchirmalar ta'sirlashganda sodir bo'ladi, bu uning murakkab fazaviy-kimyoviy tarkibini belgilaydi [10-12].

Changdagi rux miqdori juda keng diapazonda bo'lib, u 2% dan 25% gacha o'zgaradi, ba'zi hollarda rux miqdori 40% ga yetishi mumkin [18]. 1 va 2-jadvallarda yoyli po'lat eritish pechi changining kimyoviy va granulometrik tarkiblari keltirilgan [13].

1-jadval.

**Changning kimyoviy tarkibi**

Material	Og'irlik ulushi, %												
	CaO	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	Zn	b.b.j.	Fe <sub>um.</sub>
Chang	9,92	3,49	–	0,366	11,1	47,34	3,33	2,15	3,4	0,41	6,05	3,76	41,8

2-jadval.

**Changning granulometrik tarkibi**

Material	Yirikligi, mm, %			
	0,5 – 3,0	0,25 – 0,5	0,1 – 0,25	0,1 dan kichik
Chang	–	–	8	92



## Xulosa

Yoyli po'lat eritish pechida po'lat ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi chang tarkibidan temir, rux va boshqa rangli metallarni ajratib olish uchun maxsus tayyorlov va texnologiyalar talab etiladi. Changni qayta ishlash, temir birikmalarini qora metallurgiya jarayonlariga qaytarish va rux hamda boshqa qo'shimcha rangli metallarni ajratib olish imkonini beradigan iqtisodiy jihatdan samarali hamda xavfsiz texnologiyalarni o'rganish, tahlil qilish va ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi. Adabiyotlarda changni qayta ishlashning turli texnologiyalari ko'rib chiqilgan, biroq ularning oz qismi amalda qo'llanilmoqda va asosan xorijiy korxonalarda amaliyotga joriy qilingan.

## Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1.] [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-statistical-yearbook.html>.
- [2.] Юзов, О.В. Тенденции изменения производственных и экономических показателей металлургических и трубных предприятий России / О.В. Юзов, А.М. Седых, Т.М. Петракова // Труды XV Международного конгресса сталеплавильщиков и производителей металла (г. Тула, 15–19 окт. 2018 г.). – Тула. – 2018. – С. 60–72.
- [3.] Расщупкин, В.П. Производство стали. Методика выплавки: учебное пособие для вузов/ В.П. Расщупкин, М.С. Корытов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 39 с.
- [4.] Киселев, А.Д. Повышение эффективности газоудаления дуговых сталеплавильных печей/ А.Д. Киселев, Ю.Н. Тулуевский, И.Ю. Зинуров. – М.: Металлургия, 1992. – 112 с.
- [5.] Свяжин, А.Г. Пылеобразование при производстве стали и испарение расплавов Fe-C / А.Г. Свяжин, Д.А. Романович, П.К. Рао // Металлург. – 2016. – № 1. – С. 49–53.
- [6.] Коротков, Е.А. Совершенствование систем местной вытяжной вентиляции в электросталеплавильных цехах: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.03 / Е.А. Коротков. – Волгоград, 2012. – 20 с.
- [7.] Лытаева, Т.А. Утилизация пыли от систем аспирации и газоочистки сталеплавильного производства / Т.А. Лытаева, М.А. Пашкевич // Научный вестник Московского государственного горного университета. – 2013. – № 7 (40). – С. 46–50.
- [8.] Стовпченко, А.П. Процессы утилизации пыли сталеплавильного производства. Ч.2. Промышленные процессы переработки пыли в агрегатах средней мощности / А.П. Стовпченко, Л.В. Камкина, Ю.С. Пройдак // Электрометаллургия. – 2010. – № 2. – С. 37–45.
- [9.] Machado da Silva, J. Characterization study of electric arc furnace dust phases/ J. Machado da Silva, F.A. Brehm // Materials Research. – 2006. – No. 9 (1). – P. 25–36.
- [10.] Nyirenda, R.L. The processing of steelmaking flue-dust: a review / R.L. Nyirenda // Minerals Engineering. – 1991. – № 4. – P.1003–1025.
- [11.] Симонян, Л.М. Свойства электросталеплавильной пыли и анализ возможных направлений ее использования / Л.М. Симонян, А.А. Хилько, С.В. Зубкова // Электрометаллургия. – 2010. – № 8. – С. 24–28.
- [12.] Алпатова, А.А. Исследование процессов пылеобразования при дуговом нагреве металла и свойств пыли с целью её утилизации: дис. канд. техн. наук: 05.23.03 / А.А. Алпатова. – М., 2016. – 158 с.
- [13.] ИТС 26-2017. Производство чугуна, стали и ферросплавов. Москва, Бюро НДТ, 2017. - 478 с.
- [14.] Топоркова Ю.И. Комплексная переработка цинксодеждающей пыли



сталеплавильного производства в аммиачно-хлоридных средах: дис. канд. техн. наук: 05.16.02 – Metallurgiya chernykh, tsvetnykh i redkikh metallov. Ekaterinburg, 2021. – 137 с.

[15.] Стовпченко А.П. Теоретические и экспериментальные исследования состава и восстановимости пыли дуговых сталеплавильных печей / А.П. Стовпченко, Л.В. Камкина., Ю.С. Пройдак // Электрометаллургия. – 2009. – № 8. – С. 29-36.

[16.] Mchado J.G. Characterization study of electric arc furnace dust phases / J.G. Mchado // Materials Research. – 2006. – № 1. – P. 30-36.

[17.] Симонян Л.М. Электросталеплавильная пыль как дисперсная система / Л.М. Симонян, А.А. Хилько, А.А. Лысенко // Известия вузов: Черная металлургия. – 2010. – № 11. – С. 68-75.

[18.] Перескока В.В. Восстановительно-тепловая обработка пыли электрофильтров дуговой сталеплавильной печи / В.В. Перескока, Л.В. Камкина, Ю.С. Пройдак, А.П. Стовпченко, М.И. Квичанскан // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2010. – № 21. – С. 13-16.

[19.] A.A. Yusupходjayev, D.Ye. Aribjonova, G.B. Beknazarova, B.R. Karimjonov. Po'lat ishlab chiqarish texnologiyasi: darslik / - Toshkent: Shafoat Nur Fayz, 2020. - 240 b.

[20.] Sunnatov J.B, & Qarshiyev X.K (2021). Qora metallurgiyada hosil bo'lgan changlardan rangli metallarni ajratib olish texnologiyalarini o'rganish va tahlil qilish. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1 (4), 1414-1427.

[21.] Самадов А.У., Хожиев Ш.Т., Жалолов Б.А., Каршиев Х.К., Черник А.А. Комплексная переработка пыли ДСП и ее интеграция в металлургический процесс. Международная научно-практическая конференция «Перспективы, инновационные решения и актуальный проблемы в химической промышленности». 2024 год 1-2 ноября, Алмалык, Узбекистан. 469 с.