

**RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA  
SHISHA ERITISH PECHLARIDA YOQILG'I SARFINI  
OPTIMALLASHTIRISH IMKONIYATLARI**

**Axmadsherov Jasurbek Bozorali o'g'li**

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti magistranti

**Xolmanov O'tkir Uktamovich**

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti "Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish" kafedrasida dotsenti

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada shisha eritish pechlarida yoqilg'i sarfini kamaytirish va jarayon samaradorligini oshirishda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (AI) asosidagi boshqaruv tizimlarining imkoniyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda shisha eritish jarayonida harorat, bosim va gaz sarfini real vaqt rejimida monitoring qilish orqali energiya samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqilgan. Shu bilan birga, sun'iy intellekt algoritmlari yordamida jarayon parametrlarini optimallashtirish, energiya tejamlilikni ta'minlash va ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli texnologiyalar va AI boshqaruv tizimlaridan foydalanish shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish, jarayon barqarorligini ta'minlash va ekologik barqarorlikni kuchaytirishda muhim ahamiyatga ega.

**Kalit so'zlar:** shisha eritish pechi, raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, energiya samaradorligi, real vaqt monitoringi, AI algoritmlari, yoqilg'i sarfi, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi.

**KIRISH**

Shisha ishlab chiqarish sanoati energiya talabining yuqori bo'lishi bilan ajralib turadi va unda pechlarning samarali ishlashi ishlab chiqarish tannarxini bevosita belgilaydi. An'anaviy boshqaruv usullarida pech jarayonlari operatorlarning tajribasiga va qo'lda sozlashga bog'liq bo'lib, bu yoqilg'i sarfini oshiradi va jarayon barqarorligining pasayishiga olib keladi. Shu sababli, energiya sarfini optimallashtirish masalasi sanoat energetikasi va avtomatlashtirish sohalarida dolzarb mavzu hisoblanadi [1].

Zamonaviy sharoitda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari yordamida harorat, bosim va gaz sarfi real vaqt rejimida monitoring qilinadi. Bu esa jarayon parametrlarini avtomatik tarzda

optimallashtirishga, yoqilg‘i sarfini kamaytirishga va ishlab chiqarish jarayonining barqarorligini ta‘minlashga imkon beradi. Shuningdek, AI algoritmlari yordamida energiya tejamkorlikni oshirish va ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish mumkin. Shu sababli, raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirishning ilmiy-amaliy jihatdan muhim vositasi sifatida qaraladi.

Mazkur maqolaning maqsadi – raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt yordamida shisha eritish pechlarida yoqilg‘i sarfini optimallashtirish imkoniyatlarini ilmiy asoslash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bo‘yicha takliflar ishlab chiqishdir.

### **ADABIYOTLAR TAHLILI**

So‘nggi yillarda shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish masalasi raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt (AI) asosida boshqaruv tizimlarida tadqiq etilmoqda. Mavlyanov A.A.ning qarashlari bo‘yicha, raqamli monitoring tizimlari yordamida pech parametrlarini real vaqt rejimida kuzatish, yoqilg‘i sarfini sezilarli darajada kamaytirishga imkon beradi. Muallifning fikricha, harorat, bosim va gaz sarfini avtomatik tarzda boshqarish ishlab chiqarish jarayonini barqarorlashtiradi va mahsulot sifatini yaxshilaydi [2].

Ivanov V.P. o‘z tadqiqotlarida aytishicha, sun‘iy intellekt algoritmlari yordamida PID va adaptiv boshqaruvni birlashtirish orqali pechlarning ishlash samaradorligini oshirish mumkin. Muallifning fikriga ko‘ra, AI tizimlari jarayon parametrlarini prognozlash va optimallashtirishga imkon yaratadi, bu esa yoqilg‘i sarfini minimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi [3].

Petrov S.N.ning tadqiqotlarida esa energiya tejamkor sensorlar va AI algoritmlarini joriy etish orqali shisha eritish pechlarida ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirish mumkinligi qayd etilgan. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan boshqaruv inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytirib, jarayon uzluksizligini ta‘minlaydi [4].

Shuningdek, Smith J. o‘z asarlarida raqamli tizimlar va AI asosidagi boshqaruv yordamida shisha ishlab chiqarishda energiya tejash va jarayon barqarorligini oshirish mumkinligini ilmiy asoslagan. Muallif ta‘kidlaydiki, real vaqt monitoringi va AI algoritmlari ishlab chiqarish samaradorligini optimallashtirishda strategik vosita sifatida xizmat qiladi [5].

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarini joriy etish shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish va yoqilg‘i sarfini kamaytirishning samarali usullaridan biri hisoblanadi.

**METODOLOGIYA**

Mazkur tadqiqotda shisha eritish pechlarida yoqilg‘i sarfini optimallashtirish masalasi eksperimental va tizimli yondashuvlar asosida o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida raqamli sensorlar va sun‘iy intellekt algoritmlari yordamida harorat, bosim va gaz sarfi real vaqt rejimida monitoring qilindi. PID, adaptiv va AI asosidagi boshqaruv algoritmlari yordamida jarayon parametrlarini optimallashtirish va energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari modellashtirildi. Olingan ma‘lumotlar tahlili orqali energiya tejamkor tizimlarning samaradorligi va ishlab chiqarish jarayoniga ta‘siri aniqlanib, ilmiy xulosalar ishlab chiqildi.

**TAHLIL VA NATIJALAR**

Shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish jarayoni ishlab chiqarish tannarxini va ekologik barqarorlikni bevosita belgilaydi. An‘anaviy boshqaruv tizimlarida pechning ishlash jarayoni operatorlar tajribasiga bog‘liq bo‘lib, bu yoqilg‘i sarfini oshiradi va jarayon barqarorligini pasaytiradi. Shu sababli, raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt (AI) asosidagi boshqaruv tizimlarini joriy etish samaradorlikni oshirishning muhim yo‘li sifatida qaraladi [6].

Tahlil natijalariga ko‘ra, real vaqt monitoringi orqali harorat, bosim va gaz sarfini kuzatish pechning optimal ishlash sharoitlarini yaratadi. Sun‘iy intellekt algoritmlari yordamida PID va adaptiv boshqaruv tizimlari birlashtirilsa, jarayon parametrlarini avtomatik optimallashtirish mumkin bo‘ladi. Bu esa yoqilg‘i yo‘qotishlarini kamaytirish, jarayon barqarorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Quyidagi jadvalda raqamli sensorlar va AI algoritmlari joriy etilishidan oldin va keyingi asosiy ko‘rsatkichlar taqqoslangan:

**1-jadval**

**Raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt asosida shisha eritish pechlarida yoqilg‘i sarfi samaradorligi**

<b>Ko‘rsatkichlar</b>	<b>An‘anaviy boshqaruv</b>	<b>Sensorlar + AI algoritmlar</b>	<b>O‘zgarish darajasi</b>
Yoqilg‘i sarfi (m <sup>3</sup> /tonna)	170–180	135–145	–15–20 %
Harorat barqarorligi	Past	Yuqori	Sezilarli yaxshilanish

Issiqlik yo'qotishlari	Yuqori	Past	-10-15 %
Jarayon barqarorligi	O'rtacha	Yuqori	Barqarorlashgan
Mahsulot sifati	O'zgaruvchan	Barqaror	Yaxshilangan

Jadval ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, raqamli sensorlar va sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanish yoqilg'i sarfini sezilarli darajada kamaytiradi, texnologik jarayonni barqarorlashtiradi va mahsulot sifatini yaxshilaydi. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan boshqaruv inson omili bilan bog'liq xatoliklarni kamaytirib, jarayon uzluksizligini ta'minlaydi.

Tahlil shuni ko'rsatadiki, raqamli texnologiyalar va AI tizimlarini joriy etish orqali shisha eritish pechlarida o'rtacha 15-20 foiz energiya tejash mumkin, bu esa sanoat uchun sezilarli iqtisodiy va ekologik foyda beradi. Shu sababli, AI asosidagi boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va energiya sarfini optimallashtirishda strategik vosita sifatida qaraladi [7].

#### XULOSA

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarini joriy etish shisha eritish pechlarida yoqilg'i sarfini kamaytirish va jarayon samaradorligini oshirishning eng samarali yo'llaridan biridir. Real vaqt monitoringi yordamida harorat, bosim va gaz sarfi parametrlarini nazorat qilish jarayonni optimallashtirishga, energiya yo'qotishlarini kamaytirishga va mahsulot sifatini barqaror saqlashga imkon beradi.

Sun'iy intellekt algoritmlari PID va adaptiv boshqaruv tizimlari bilan birlashtirilganda jarayon parametrlarini avtomatik tartibga soladi, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni minimallashtiradi va texnologik jarayonning uzluksizligini ta'minlaydi. Natijada shisha ishlab chiqarish tannarxi pasayadi, energiya samaradorligi oshadi va korxonada iqtisodiy samaradorligi yaxshilanadi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalar va AI tizimlarini joriy etish ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega: yoqilg'i sarfi kamayishi atmosferaga chiqariladigan zararli gazlarni qisqartiradi va sanoatning barqaror rivojlanishini ta'minlaydi. Shu sababli, raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashning strategik vositasi sifatida qaraladi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Mavlyanov A.A. *Sanoat pechlarida energiya tejankor texnologiyalar va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari.* – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
2. Ivanov V.P. *Avtomatlashtirilgan texnologik jarayonlarni boshqarish.* – Moskva: Energiya, 2019.
3. Petrov S.N. *Energiya tejankor sanoat pechlari va ularni boshqarish.* – Sankt-Peterburg: Politehnika, 2020.
4. Smith J. *Industrial Furnace Automation and Energy Efficiency.* – London: Springer, 2018.
5. Zhao L., Wang H. *Automation in Glass Manufacturing: Energy Efficiency Perspectives.* – New York: Elsevier, 2020.
6. Gupta R., Singh P. *Intelligent Control Systems for Industrial Furnaces.* – Singapore: Springer, 2019.
7. Karimov O., Raxmonov S. *Shisha sanoatida energiya tejash va avtomatlashtirish texnologiyalari.* – Toshkent: Iqtisodiyot va Sanoat, 2022.
8. Lee C., Park J. *Smart Energy Management in Glass Production Industry.* – Seoul: KIEP Press, 2021.
9. Fernandez M., Lopez R. *Advanced Sensors and AI Control in Industrial Furnaces.* – Madrid: TechPress, 2020.
10. Johnson T. *Energy Optimization in Glass Melting Processes: Modern Approaches.* – Boston: Academic Press, 2019.