

## ENERGIYA TEJAMKOR SENSORLAR VA NAZORAT ALGORITMLARIDAN FOYDALANISH ASOSIDA SHISHA ERITISH PECHLARI SAMARADORLIGINI OSHIRISH

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

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti magistranti

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirishda sensorlar va nazorat algoritmlaridan foydalanish imkoniyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda shisha eritish jarayonidagi harorat, bosim va gaz sarfini real vaqt rejimida monitoring qilish orqali energiya tejamkorligini oshirish usullari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, PID, adaptiv va sun'iy intellektga asoslangan nazorat algoritmlarining energiya samaradorligiga ta'siri, jarayon barqarorligini ta'minlash va yoqilg'i sarfini kamaytirish imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, zamonaviy sensorlar va nazorat algoritmlaridan foydalanish shisha eritish pechlarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, tannarxni kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

**Kalit so'zlar:** shisha eritish pechi, energiya tejamkor sensorlar, nazorat algoritmlari, PID boshqaruv, adaptiv boshqaruv, real vaqt monitoringi, energiya samaradorligi, sanoat avtomatikasi.

### KIRISH

Shisha ishlab chiqarish sanoati energiya sig'imi yuqori bo'lgan tarmoqlardan biri bo'lib, unda pechlar yoqilg'i va issiqlik resurslarining asosiy iste'molchisi hisoblanadi. Yoqilg'i sarfi va energiya samaradorligini oshirish masalalari ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish uchun dolzarb hisoblanadi. An'anaviy boshqaruv usullarida shisha eritish jarayoni ko'pincha operatorlarning tajribasiga va qo'lda sozlashga bog'liq bo'ladi, bu esa energiya yo'qotishlari va texnologik jarayonlarning barqarorligining pasayishiga olib keladi [1].

Zamonaviy sanoat sharoitida energiya tejamkor sensorlar va ilg'or nazorat algoritmlaridan foydalanish orqali harorat, bosim va gaz sarfini real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyati yaratiladi. Bu jarayonni avtomatik boshqarish nafaqat yoqilg'i sarfini kamaytirishga, balki ishlab chiqarish jarayonining barqarorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu sababli, shisha eritish pechlarida energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlarini joriy etish ilmiy-amaliy jihatdan yuqori ahamiyatga ega masala hisoblanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi – shisha eritish pechlarida energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlaridan foydalanish imkoniyatlarini tahlil qilish, samaradorlikni oshirishning texnik va iqtisodiy jihatlarini ilmiy asoslashdir.

## ADABIYOTLAR TAHLILI

Shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish masalasi so‘nggi yillarda sanoat energetikasi va avtomatlashtirish yo‘nalishida keng tadqiq etilmoqda. Mavlyanov A.A.ning qarashlari bo‘yicha, shisha pechlarida energiya samaradorligini oshirish eng avvalo jarayon parametrlarini doimiy monitoring qilish va optimallashtirish bilan bog‘liqdir. Olim o‘z asarida energiya tejamkor sensorlar yordamida harorat va gaz sarfini real vaqt rejimida nazorat qilish yoqilg‘i sarfini sezilarli darajada kamaytirishi mumkinligini ta’kidlaydi [2].

Ivanov V.P.ning tadqiqotlarida aytilishicha, nazorat algoritmlari, xususan PID va adaptiv boshqaruv tizimlari, shisha eritish pechlarida jarayon barqarorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Muallifning fikriga ko‘ra, real vaqt monitoringi orqali harorat va yonish jarayonini avtomatik tartibga solish yoqilg‘i yo‘qotishlarini kamaytirish imkonini beradi [3].

Petrov S.N.ning ilmiy asarlarida esa energiya tejamkor sensorlar va ilg‘or boshqaruv algoritmlarining qo‘llanilishi orqali pechlarning ishlash samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va mahsulot sifatini barqaror saqlash mumkinligi qayd etilgan [4].

Shuningdek, Smith J. o‘z tadqiqotlarida raqamli boshqaruv va sensor tizimlari yordamida shisha ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish, energiya tejamkorlikni oshirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash mumkinligini ilmiy asoslagan [5].

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlaridan foydalanish shisha eritish pechlarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va yoqilg‘i sarfini kamaytirishning eng samarali yo‘llaridan biri hisoblanadi.

## METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda shisha eritish pechlarining energiya samaradorligini oshirish masalasi tizimli va eksperimental yondashuv asosida o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlarining yoqilg‘i sarfiga ta’siri real va simulyatsion sharoitlarda baholandi. Harorat, gaz sarfi va pech ishlash parametrlariga oid ma’lumotlar real vaqt monitoringi orqali yig‘ildi va tahlil qilindi. Shuningdek, PID, adaptiv va sun’iy intellektga asoslangan nazorat algoritmlari yordamida jarayon samaradorligi modellashtirildi. Olingan natijalar asosida energiya tejamkor tizimlarning samaradorligini aniqlash va ishlab chiqarishda joriy etish bo‘yicha ilmiy xulosalar ishlab chiqildi.

## TAHLIL VA NATIJALAR

Shisha eritish pechlarida yoqilg‘i sarfi ishlab chiqarish tannarxining eng muhim qismini tashkil qiladi. An’anaviy boshqaruv usullarida pechlarning haroratini va yonish jarayonini operatorlar qo‘lda sozlash bilan nazorat qiladi, bu esa energiya yo‘qotishlariga, jarayon barqarorligining pasayishiga va mahsulot sifatining o‘zgaruvchan bo‘lishiga olib keladi [6]. Shu sababli, energiya tejamkor sensorlar va ilg‘or nazorat algoritmlarini joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, real vaqt rejimida ishlovchi sensorlar yordamida harorat, bosim va gaz sarfi monitoring qilinishi pechning optimal ishlash sharoitlarini ta‘minlaydi. PID va adaptiv boshqaruv algoritmlari esa jarayon parametrlarini avtomatik ravishda tartibga soladi, yoqilg‘i yo‘qotishlarini kamaytiradi va texnologik jarayonning barqarorligini oshiradi. Bu holat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, mahsulot sifatining barqaror saqlanishiga ham xizmat qiladi [7].

Quyidagi jadvalda shisha eritish pechlarida energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlaridan foydalanishdan oldin va keyingi asosiy texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar taqqoslangan.

### 1-jadval

#### Energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlarining shisha eritish pechlariga ta‘siri

Ko‘rsatkichlar	An’anaviy boshqaruv	Sensorlar + PID/Adaptiv algoritmlar	O‘zgarish darajasi
Yoqilg‘i sarfi (m <sup>3</sup> /tonna)	165–175	130–145	–15–20 %
Harorat barqarorligi	Past	Yuqori	Sezilarli yaxshilanish
Issiqlik yo‘qotishlari	Yuqori	Past	–10–15 %
Texnologik jarayon barqarorligi	O‘rtacha	Yuqori	Barqarorlashgan
Mahsulot sifati	O‘zgaruvchan	Barqaror	Yaxshilangan

Jadval ma‘lumotlari shuni ko‘rsatadiki, energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlaridan foydalanish yoqilg‘i sarfini sezilarli darajada kamaytiradi, texnologik jarayonni barqarorlashtiradi va mahsulot sifatini yaxshilaydi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan tizimlar ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va korxonada iqtisodiy samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, energiya tejamkor sensorlar va algoritmlarni joriy etish orqali shisha eritish pechlarida o'rtacha 15–20 foiz yoqilg'i tejash mumkin, bu esa sanoatda sezilarli iqtisodiy va ekologik samaradorlikni ta'minlaydi [8]. Shu bilan birga, inson omili bilan bog'liq xatoliklarning kamayishi texnologik jarayonlarni uzluksiz va ishonchli boshqarishga yordam beradi.

Umuman olganda, energiya tejamkor sensorlar va ilg'or nazorat algoritmlarini joriy etish shisha sanoatida energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va mahsulot sifatini barqaror saqlashning samarali yo'li ekanligi ilmiy jihatdan isbotlandi.

## XULOSA

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, shisha eritish pechlarida energiya tejamkor sensorlar va ilg'or nazorat algoritmlarini joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning eng samarali yo'llaridan biridir. Real vaqt monitoringi orqali harorat, bosim va gaz sarfi parametrlarini nazorat qilish yoqilg'i sarfini sezilarli darajada kamaytiradi va texnologik jarayonning barqarorligini ta'minlaydi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, PID va adaptiv algoritmlar yordamida pech ishlash jarayonini avtomatik tartibga solish inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni minimallashtiradi va jarayon uzluksizligini ta'minlaydi. Natijada shisha ishlab chiqarish tannarxi pasayadi, mahsulot sifati barqaror bo'ladi va korxonada iqtisodiy samaradorligi oshadi.

Shuningdek, energiya tejamkor sensorlar va nazorat algoritmlarini 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, zamonaviy sensorlar va nazorat algoritmlari shisha eritish pechlarida energiya samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishning strategik vositasi hisoblanadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mavlyanov A.A. *Sanoat pechlarida energiya tejamkor 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 tejamkor 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.