

## SECTION 8. CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-519-8-13>

### MODELING THE OPERATION OF GLASS MELTING FURNACES TO IDENTIFY RESERVES FOR IMPROVING THEIR EFFICIENCY

### МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ З МЕТОЮ ПОШУКУ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

**Zhdaniuk N. V.**

*Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor at the Department  
of Chemical Technology  
of Ceramics and Glass  
National Technical University  
of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv  
Polytechnic Institute»  
Kyiv, Ukraine*

**Жданюк Н. В.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри хімічної технології  
кераміки та скла  
Національний технічний університет  
України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»  
м. Київ, Україна*

**Plemiannikov O. M.**

*Postgraduate Student at the Department  
of Chemical Technology  
of Ceramics and Glass  
National Technical University  
of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv  
Polytechnic Institute»  
Kyiv, Ukraine*

**Плем'янніков О. М.**

*аспірант кафедри хімічної технології  
кераміки та скла  
Національний технічний університет  
України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»  
м. Київ, Україна*

Сучасна скляна промисловість є однією з найбільш енергоємних галузей, що зумовлено високими температурами, необхідними для плавлення скла (близько 1500°C) [1]. Проблема енергоспоживання загострюється через зростання цін на енергоносії та необхідність зниження екологічного навантаження шляхом зменшення викидів CO<sub>2</sub> [2]. Інтенсивне впровадження інноваційних технологій, таких як використання регенераторів і теплоізоляції, є одним із головних шляхів вирішення цієї проблеми [3]. Крім того, розвиток цифрових технологій, зокрема методів комп'ютерного моделювання, дозволяє значно покращити управління тепловими процесами, забезпечуючи оптимізацію конструкції печей і підвищення ефективності їх роботи [4]. Сучасні

підходи також спрямовані на впровадження комбінованих методів теплопостачання, що поєднують використання електричної енергії та традиційних джерел палива [5].

Метою роботи є аналіз з оптимізації теплових процесів у скловарних печах для підвищення їхньої енергоефективності та зниження витрат енергоресурсів. Основними завданнями є:

- удосконалення конструкцій регенераторів для зменшення втрат тепла;
- розробка теплоізоляційних рішень для мінімізації теплових втрат через огороження печей;
- оцінка ефективності додаткового електричного підігріву в умовах реального виробництва;
- створення комп'ютерної моделі для аналізу теплових балансів і техніко-економічних показників печей.

Дослідження проведено із застосуванням програмного забезпечення OptimaGlassFurnace, яке дозволяє моделювати теплові процеси на основі інженерних розрахунків. У ході роботи враховувалися наступні параметри:

1. Теплотехнічні характеристики: температура повітря, що подається на горіння; витрати палива; тепловтрати через димові гази.
2. Габарити печей і конструкції огорожень: зокрема, враховано теплоізоляцію склепіння, стін і дна печі.
3. Енергоефективність регенераторів: оптимізація розмірів і матеріалів насадок.
4. Електричний підігрів: аналіз введення додаткових джерел енергії для підтримання стабільності температурного поля в печі [6].

Дані були отримані шляхом чисельного моделювання печей різної продуктивності (100–200 т/добу) з різними конструкціями (поперечний і підковоподібний розвиток полум'я).

Таким чином, для ванних печей безперервної дії з поперечним та підковоподібним напрямом полум'я підвищення теплоізоляції склепіння дозволяє зменшити теплові втрати на 3%. Підвищення температури підігріву повітря до 1200°C дозволяє збільшити ККД до 34%, знижуючи при цьому витрати палива на 11%. Впровадження електричного підігріву на рівні 20–30% та сприяє зниженню викидів CO<sub>2</sub> на 15%. [7] Використання розробленої моделі дозволило визначити ключові параметри для проектування нових високоефективних печей.

**Література:**

1. Племянніков М. М, Яценко А. П, Корнілович Б. Ю. Хімія і технологія скла. Високотемпературні процеси. Київ : Освіта України. 2015. 182 с.
2. Жданюк Н. В., Піхуля Н. Д. Аналіз відходів і джерел забруднення скляного виробництва. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2023. № 1(84). 9–17 с.
3. Trier, W. *Glassmelzöfen: Konstruktion und Betriebsverhalten*. Springer-Verlag, 2013. 312 p.
4. Abbassi A., Khoshmanesh K. Numerical simulation and experimental analysis of an industrial glass melting furnace. *Applied Thermal Engineering*. 2008. Vol. 28, no. 5–6. 450–459 p.
5. L. Li et al. Simulation of glass furnace with increased production by increasing fuel supply and introducing electric boosting. *International Journal of Applied Glass Science*. 2019. Vol. 11, no. 1. 170–184 p.
6. Raič J. et al. Validation of a coupled 3D CFD simulation model for an oxy-fuel cross-fired glass melting furnace with electric boosting. *Applied Thermal Engineering*. 2021. Vol. 195. 117166 p.
7. Zhdaniuk N., Plemiannikov O. Simulation of the work of glass furnaces with the purpose of searching for reserves and increase their efficiency. *Technology audit and production reserves*, 2024. Vol. 3, no. 1(77). 40–46 p.