

Міністерство освіти і науки України
Національна металургійна академія України
спеціалізована вчена рада Д 08.084.05

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГОГОЦІ ОЛЕКСІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ

УДК 66.096.5-932.2

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПЕЧЕЙ З ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИМ
КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВУГЛЕЦЕВИХ
МАТЕРІАЛІВ**

Спеціальність 05.14.06 - Технічна теплофізика та промислова
теплоенергетика
144 - Теплоенергетика

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ О.Г. Гогоці

Науковий керівник – Губинський Михайло Володимирович, доктор технічних
наук, професор

Дніпро - 2021

АНОТАЦІЯ

Гогоці О.Г. Удосконалення режимних і конструктивних параметрів високотемпературних печей з електротермічним киплячим шаром для термічної обробки вуглецевих матеріалів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) по спеціальності 05.14.06 - Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика (144 - Теплоенергетика). Національна металургійна академія України, спеціалізована вчена рада Д 08.084.05 Дніпро, 2021

Дисертація спрямована на вирішення важливої науково-технічної задачі підвищення ефективності та надійності печей для термічної обробки вуглецевих матеріалів з електротермічним киплячим шаром (ЕКШ) шляхом вдосконалення режимних та конструктивних параметрів їх роботи.

Поставлені задачі вирішені шляхом експериментальних та теоретичних досліджень гідродинаміки та тепломасообміну у печах з ЕКШ. Експериментальні дослідження гідродинаміки проводили на холодній моделі печі з ЕКШ, що дозволило визначити режими, які забезпечують рівномірну обробку матеріалу. Запропоновано методику розрахунку печей з ЕКШ, з використанням якої розроблено та виготовлено пілотну піч продуктивністю 10 кг/год. Проведено її випробування, в результаті якого доведено принципову можливість електротермічного нагріву природного графіту та визначено основні вимоги до конструктивних елементів печі.

Запропоновано двоступеневу схему охолодження готового продукту, що включає прямотрубний холодильник щільного шару з паралельними каналами та перехреснотоківий холодильник з шаховим розташуванням водоохолоджуваних труб. На основі математичного моделювання доведено,

що інтенсифікація процесу охолодження готового продукту в прямо трубних холодильниках першого ступеня можлива за рахунок зменшення діаметру каналів та використання секцій, що забезпечують перемішування матеріалу. Експериментально визначено ерозійний вплив вуглецевих матеріалів на трубчасті теплообмінні поверхні холодильнику готового продукту в залежності від швидкості та тиску.

На основі математичного моделювання охолодження запиленого газу розроблено технологічну схему охолодження і очищення відхідних газів печі з електротермічним киплячим шаром.

Ключові слова: вуглецевий матеріал, високотемпературна електротермічна піч, щільний, киплячий, зважений шар, гідродинамічний режим, тепломасообмін, холодильник.

ABSTRACT

Gogotsi O.G. Improvement of the operating and design parameters of high-temperature furnaces with electrothermal fluidized bed for heat treatment of carbon materials. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation for a scientific degree of a candidate of technical sciences (Doctor of Philosophy) in a specialty 05.14.06 - Technical Thermal Physics and Industrial Heat and Power Engineering (144 - Heat and Power Engineering). National Metallurgical Academy of Ukraine, Specialized Academic Council D 08.084.05 Dnipro, 2021.

The dissertation is aimed at solving of an important scientific and technical problem of enhancing the efficiency and reliability of furnaces for heat treatment of carbon materials with electrothermal fluidized bed (EFB) by improving their operating and design parameters of their operation.

The problems were solved by experimental and theoretical studies of hydrodynamics and heat-and-mass transfer in furnaces with EFB. Experimental studies of hydrodynamics were performed on a “cold” model of a furnace with an EFB, which allowed to determine the modes that ensure uniform processing of material. A method for calculating furnaces with EFB was proposed. On its basis, a pilot furnace of 10 kg / h capacity was developed and fabricated. Its tests were carried out, as a result, the possibility of heating natural graphite was proved and the basic requirements to structural elements of a furnace were determined.

A two-stage cooling of the final product was proposed, which includes a straight-tube cooler of a fixed bed with parallel channels and a cross-flow cooler with a checkerboard arrangement of water-cooled pipes. On the basis of mathematical simulation, it was proved that intensification of the cooling process of the final product in straight-tube coolers of the first stage is possible by reducing the diameter of the channels and application of sections that provide mixing of the material. The erosive impact of carbon materials on tube heat-exchange surfaces of a final product

cooler depending on material velocity and pressure was experimentally determined.

On the basis of mathematical simulation of cooling of dust containing gases the technology process flow diagram of cooling and cleaning of exhaust gases of a furnace with EFB was developed.

Keywords: carbon material, high-temperature electrothermal furnace, fixed, fluidized, suspended bed, hydrodynamic mode, heat and mass transfer, cooler.