Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0222U001583

Державний реєстраційний номер: 0119U100163

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-01-2022

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка енергоефективних технічних рішень з модернізації обертових печей електродного виробництва із частковою заміною природного газу на сингаз

Початок етапу: 01.2019

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442367989, 380442044862

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Господарсько-фінансовий департамент секретаріату Кабінету Міністрів України

Код за ЄДРПОУ: 00019442

Місцезнаходження: вул. Грушевського, буд. 12/2, м. Київ, 01008, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442567557, 380442567063

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрям фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201330

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 753.560

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розробка енергоефективних технічних рішень з модернізації обертових печей електродного виробництва із частковою заміною природного газу на сингаз

Назва роботи англійською:

Development of energy-efficient technical solutions for the modernization of rotary furnaces of electrode production with partial replacement of natural gas by the syngas

Реферат українською:

Обґрунтовано спосіб газифікації з найвищим значенням величини теплотворної здатності синтетичного газу та прототип обладнання для прожарювання вуглевмісного сипучого матеріалу. Розроблено математичну модель процесу газифікації сипкого вуглецевого матеріалу в барабані-охолоджувачі обертової печі, що базується на континуально-дискретному формулюванні взаємодії суміші реагуючих газів з дискретною твердою фазою із врахуванням турбулентного режиму течії і теплового випромінювання. Сформульована математична модель включає тринадцять глобальних реакцій, з яких чотири – гетерогенні і дев'ять – гомогенні. Розроблено математичну модель процесу горіння синтез-газу разом з природним у робочому просторі обертової прожарювальної печі в континуальному формулюванні, що потрібна для визначення енергетичної ефективності застосування процесу газифікації. З використанням розроблених математичних моделей отримано закономірності процесів газифікації в барабані-охолоджувачі та горіння синтез-газу разом з природним у робочому просторі обертової печі. Розроблено технічні рішення з термооброблення вуглецевмісного наповнювача електродної промисловості в обертових печах з частковим заміщенням природного газу синтез-газом та рекомендації щодо модифікації конструкцій термічного обладнання і технологічних регламентів його експлуатації. Розроблені технічні рішення включають ескізні проєкти газифікатора-охолоджувача обертової печі, який представляє собою модернізоване діюче обладнання барабана-охолоджувача, та водоохолоджуваного пальникового пристрою для спалювання синтез-газу разом з природним без попереднього змішування в обертовій прожарювальній печі. На промисловій обертовій печі для прожарювання сипучих вуглевмісних матеріалів (антрациту, нафтового або сланцевого коксу) отримано дані експериментальних досліджень, що підтверджують ефективність розроблених технічних рішень.

Реферат англійською:

The gasification method with the highest value of the syngas calorific value and the prototype of equipment for calcining carbon-containing bulk material are substantiated. A mathematical model of the process of gasification of bulk carbon-containing material in a drum-cooler of a rotary kiln was developed, based on a continuous-discrete formulation of the interaction of a mixture of reacting gases with a discrete solid phase, taking into account the turbulent flow regime and thermal radiation. The formulated mathematical model includes thirteen global reactions, of which four are heterogeneous and nine are homogeneous. A mathematical model has been developed for the combustion of synthesis gas together with natural gas in the working space of a rotary calcining furnace in a continuous formulation, which is necessary to determine the energy efficiency of the gasification process. Using the developed mathematical models, the regularities of the processes of gasification in a drum-cooler and combustion of synthesis gas together with natural gas in the working space of a rotary kiln were obtained. Technical solutions have been developed for the heat treatment of the carbon-containing filler of the electrode industry in rotary kilns with partial replacement of natural gas with synthesis gas and recommendations for modifying the designs of thermal equipment and technological regulations for its operation. The developed technical solutions include draft designs of a rotary kiln gasifier-cooler, which is a modernized operating equipment for a calcined material cooler drum, and a water-cooled burner for burning synthesis gas together with natural gas without preliminary mixing in a rotary kiln. On an industrial rotary kiln for calcining bulk carbon-

containing materials (anthracite, petroleum or shale coke), experimental data were obtained, confirming the effectiveness of the developed technical solutions.

Індекс УДК: 620.9, :[621.783.23+665.777.4] :620.98-048.35

Коди тематичних рубрик: 44.09

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Карвацький Антон Янович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Технологія часткового заміщення природного газу на синтез-газ в обертових прожарювальних печах електродної промисловості.

Назва НТП англійською: Technology of partial substitution of natural gas for synthesis gas in rotary kilns of the electrode industry.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Технології

Галузь застосування: електродна та металургійна промисловість

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблено спосіб одержання прожареного нафтового коксу та такі ескізні: проєкти газифікатора-охолоджувача обертової печі, який являє собою модернізоване діюче обладнання барабана-охолоджувача печі, в якому спалюється пилова фракція термообробленого вуглецевмісного сипкого матеріалу, що уловлюється циклонами димососа; водоохолоджуваного пальникового пристрою для спалювання в обертовій прожарювальній печі синтез газу разом з природним без попереднього змішування; пристрою для подавання атмосферного повітря в зону прожарювання обертової печі з установленням нагнітачів повітря безпосередньо на її кожусі, перевагою якого є відсутність втрат напору повітря, а також рівномірність його подачі в зону прожарювання печі. Проведена числова та експериментальна перевірка розроблених технічних рішень з одержання та використання синтез-газу на модернізованому промисловому обладнанні показала енергоефективність розроблених технічних рішень.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Збільшення обсягів виробництва, Економія енергоресурсів, Економія матеріалів

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

- **Початок етапу:** 02.2020
- **Закінчення етапу:** 03.2021

Споживачі продукції: ПрАТ «Укрграфіт»

Перспективні ринки: Підприємства електродної та металургійної галузей – ПрАТ «Укрграфіт», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат», МК «Запоріжсталь», ПрАТ Електрометалургійний завод «Дніпроспецсталь» (м. Запоріжжя) та ін.

Характер співробітництва з інвестором

- **Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 2000
- **Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються
- **Наявність бізнес-плану:** Ні
- **Техніко-економічне обгрунтування:** Так
- **Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 8000

Очікуваний термін окупності (років):1

Додаткова інформація: Економічний ефект полягає у зменшенні споживання природного газу на (10,5–26,3) нм3 на тону продукції.

IX. Бібліографічний опис

Вогнетривкі футерівки і теплоізоляція печей електродного виробництва : монографія / Є. М. Панов, Г. М. Васильченко, С. В. Лелека, А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 148 с. (8,6 д.а.) https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37600

Thermoelectric Properties of Granular Carbon Materials / A. Ya. Karvatskii, G. M. Vasilchenko, E. M. Panov, S. V. Leleka, T. V. Lazariev, A. Yu. Pedchenko, T. V. Chirka // Advanced Thermoelectric Materials / Chong Rae Park (ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., Beverly, MA 01915-6106 : Scrivener Publishing LLC, 2019. P. 437–468. https://doi.org/10.1002/9781119407348.ch10

Моделювання статики і динаміки сипких матеріалів у LIGGGHTS [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за спеціальностями 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок, В. М. Витвицький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 76 с.

Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та прое-ктування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 290 с. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27528

Determination of parameters of the carbon-containing materials gasification process in the rotary kiln cooler drum / A. Karvatskii, T. Lazariev, S. Leleka, I. Mikulionok, O. Ivanenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 106. No 4/8. P. 65–76. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210767 http://journals.uran.ua/eejet/article/view/210767/210939

Determining efficient values for the thermophysical properties of bulk materials / A. Karvatskii, Ye. Panov, G. Vasylchenko, V. Vytvytskyi, K. Korolenko // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 2. No 5(98). P. 55–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.164791

Assessment of the Effect of Oxygen and Carbon Dioxide Concentrations on Gas Evolution During Heat Treatment of Thermoanthracite Carbon Material / O. Ivanenko, Ye. Panov, N. Gomelia, A. Vahin, S. Leleka // Journal of Ecological Engineering. 2020; 21(2): 139–149. doi: 10.12911/22998993/116326 http://www.jeeng.net/Issue-2-2020,7955

Development of a Catalyst for Flue Gas Purification from Carbon Monoxide of Multi-Chamber Furnaces for Baking Electrode Blanks / O. Ivanenko, A. Trypolskyi, N. Gomelya, A. Karvatskii, A. Vahin, O. Didenko, V. Konovalova, P. Strizhak // Journal of Ecological Engineering. Vol. 22, Issue 1, January 2021, pages 174–187. https://doi.org/10.12911/22998993/128857

Use of Metal Oxide-Modified Aerated Concrete for Cleaning Flue Gases from Carbon Monoxide / O. Ivanenko, N. Gomelya, T. Shabliy, A. Trypolskyi, Y. Nosachova, S. Leleka, I. Trus, P. Strizhak // Journal of Ecological Engineering. Vol. 22, Issue 5, 2021, P. 104–113. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/135873

Mikulionok I.O. Classification of means of enhancement of heat transfer from the outer surface of pipes // Chemical and Petroleum Engineering. 2019. Vol. 55, Nos 5–6 (September). P. 491–499. DOI 10.1007/s10556-019-00651-4 https://link.springer.com/article/10.1007/s10556-019-00651-4

Сучасний стан проблеми отримання і використання синтез-газу на основі реакції газифікації вуглецю. Частина 1. Аналіз процесу газифікації та його практичне застосування / Є. М. Панов, А. Я. Карвацький, С. В.

Лелека, І. О. Мікульонок // Вісник НТУУ "КПІ". Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2020. № 1(19). С. 5–16. DOI: 10.20535/2617-9741.1.2020.207801 http://chemengine.kpi.ua/article/view/207801/207970

Сучасний стан проблеми отримання і використання синтез-газу на основі реакції газифікації вуглецю. Частина 2. Математичні моделі фізичних полів процесу газифікації вуглецевмісних матеріалів / Є. М. Панов, А. Я. Карвацький, С. В. Лелека, І. О. Мікульонок // Вісник НТУУ "КПІ". Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2020. № 2(19). С. 5–20. DOI: 10.20535/2617-9741.2.2020.208051 http://chemengine.kpi.ua/article/view/208051

Leleka, S., Karvatskii, A., Mikulionok, I., Vytvytskyi, V., Glukhov, O., Bondarenko, O., & Pavelko, O. (2020). Improving the energy efficiency of a rotary kiln for calcining carbon-containing raw materials. Energy Technologies & Resource Saving, (2), 63-72. https://doi.org/10.33070/etars.2.2020.08

Mathematical Modeling of Physical and Mechanical Properties of Polymeric Materials Reinforced with Carbon Nanotubes / A. Karvatskii, T. Lazarev, I. Mikulionok, V. Vytvytskyi, V. Solovei // Lecture Notes in Mechanical Engineering: Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. Proceedings of the 4th International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2021, June 8–11, 2021, Lviv, Ukraine. – Vol. 2: Mechanical and Chemical Engineering. Cham, Switz

Пат. 139897 U Україна, МПК (2006.01) C10L 9/08. Спосіб одержання прожареного нафтового коксу / Є.М. Панов, А.Я. Карвацький, І.О. Мікульонок, С.В. Лелека, О.В. Бондаренко, А.В. Вагін, О.В. Тютюннік ; заявник і патентовласник – ПрАТ «Укрграфіт». № u201907630; заявл. 08.07.2019; опубл. 27.01.2020, Бюл. № 2/2020.

Пат. 142467 U Україна, МПК (2006.01) F27B 7/36 F27B 7/22 C10B 49/04. Пристрій для подавання атмосферного повітря в барабан обертової печі / А. Я. Карвацький, С.В. Лелека, І.О. Мікульонок та ін. ; заявник і патентовласник – ПрАТ «Укрграфіт». № u201911206; заявл. 18.11.2019; опубл. 10.06.2020, Бюл. № 11/2020.

Пат. 137451 U Україна, МПК(2006) G01N 25/00, G01N 15/00. Спосіб визначення ефективних значень теплофізичних властивостей сипкого матеріалу / Є. М. Панов, А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок, Г. М. Васильченко, С. В. Лелека, В. М. Витвицький, К. М. Короленко ; заявник і патентовласник – КПІ ім. Ігоря Сікорського. № u201902840 ; заявл. 22.03.2019. опубл. 25.10.2019, Бюл. № 20/2019.

Пат. 146611 U Україна, МПК (2021.01) B21C 29/00. Пристрій для охолодження електродних заготовок / О. І. Іваненко, А. Я. Карвацький, С. В. Лелека, І. О. Мікульонок, Є. М. Панов ; заявник і патентовласник – вони же. № u 2020 06961; заявл. 30.10.2020; опубл. 03.03.2021, Бюл. № 9/2021.

Пат. 146271 U Україна, МПК B02C 1/02 (2006.01) B02C 1/10 (2006.01). Рухома щока щокової дробарки / А. Я. Карвацький, С.В. Лелека, І.О. Мікульонок, Є. М. Панов, О. Д. Шелюк, В. Ю. Щербина; заявник і патентовласник – вони же. № u 2020 06363; заявл. 01.10.2020; опубл. 03.02.2021, Бюл. № 5/2021.

Пат. 136863 U Україна, МПК(2006.01) B01F 7/16. Змішувач сипкого матеріалу / І. О. Мікульонок, А. Я. Карвацький ; заявник і патентовласник – КПІ ім. Ігоря Сікорського. № u201902842 ; заявл. 22.03.2019. опубл. 10.09.2019, Бюл. № 17/2019.

Пат. 146273 U Україна, МПК B02C 15/08 (2006.01). Ролико-маятниковий млин / П. О. Бондаренко, А. Я. Карвацький, С.В. Лелека, І.О. Мікульонок, Є. М. Панов, В. Ю. Щербина ; заявник і патентовласник – вони же. № u 2020 06365; заявл. 01.10.2020; опубл. 03.02.2021, Бюл. № 5/2021.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Пасічник Віталій Анатолійович
д. т. н., 05.12.13

Перелік осіб-виконавців

Васильченко Геннадій Миколайович
(к.т.н.)

Витвицький Віктор Миронович
(к.т.н.)

Діденко Лариса Валентинівна

Карвацький Антон Янович
(д.т.н.)

Лелека Сергій Володимирович
(к.т.н.)

Мікульонок Ігор Олегович
(к.т.н., 05.17.08)

Соловей Владислав Володимирович

Відповідальний за підготовку облікових документів Діденко Л.В.

Телефон +38 (067) 965-46-38

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності