

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101599

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-12-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ про видачу диплома №17



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пшибильський Владзімеж Яцек

2. Wlodzimierz J. Przybylski

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 144

Назва наукової спеціальності: Теплоенергетика

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Теплоенергетика та енергоефективні технології

Дата захисту: 07-02-2024

Спеціальність за освітою: Експлуатація та утримання транспортних засобів

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): 3571

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.31.29, 44.31.35

Тема дисертації:

1. Науково-технічні засади використання амонійних сполук для зниження викидів забруднюючих речовин в котлах середньої потужності
2. Scientific and technical principles of the use of ammonium compounds to reduce emissions of pollutants in medium capacity boilers "

Реферат:

1. Сучасні природоохоронні вимоги ставлять на порядок денний розвитку теплоенергетики питання скорочення викидів забруднюючих речовин та парникових газів. Теплоенергетична установка має відповідати принципу HELE – High Efficiency and Low Emission (високої ефективності та низьких викидів), щоб бути конкурентною в час бурхливого розвитку відновлювальних джерел енергії. Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище котельні установки повинні оснащуватися системами очищення димових газів від забруднюючих речовин, які здатними забезпечити дотримання вимог європейських екологічних. Для зниження викиду оксидів азоту для котлів середньої потужності доцільно застосовувати селективне некаталітичне відновлення, як захід, що дозволяє знизити викиди NOx без спорудження спеціальних пристроїв та використання каталізаторів. Застосування амонійних сполук дозволить об'єднати системи напівсухого сіркоочищення та системи селективного некаталітичного

відновлення в одну комплексну систему газоочищення димових газів. Використання амоніаку як екологічно чистого палива для енергетичних застосувань дозволить знизити викиди парникових газів та токсичних речовин. Але його застосування як палива стикається з такими проблемами: безвуглецевий синтез амоніаку, спалювання амоніаку, вирішення економічних та екологічних проблем. Використання розчину карбаміду замість розчину амоніаку в технологіях сіркоочищення димових газів, дасть можливість суттєво спростити використання даної технології щодо питань безпеки та транспортування реагенту. В процесі гідролізу карбаміду при температурі кипіння буде утворюватися газоподібний амоніак, який в процесі газозфазного реагування зв'язує близько 80% SO₂ при початковій концентрації карбаміду у розчині 30%. Це дає можливість розглядати можливість газозфазного зв'язування діоксиду сірки амоніаком без спорудження реактор напівсухого сіркоочищення. Амоніак є важливою хімічною речовиною, яка широко використовується в сільському господарстві як азотне добриво, в хімічній та холодильній техніці. Основне виробництво амоніаку базується на процесі Габера-Боша під тиском з використанням природного газу або вугілля для генерації водню при значних викидах вуглекислого газу. Перехід на виробництво «зеленого» амоніаку передбачає генерацію водню з води за електролізними технологіями з подальшим застосуванням або технології Габера-Боша або технологій генерації амоніаку в електрохімічних комірках, які є на стадії досліджень та промислових випробувань. Оскільки генерація «зеленого» амоніаку є енерговитратним процесом, то його виробництво може слугувати ефективним засобом регулювання навантаження в енергосистемі. При збереженні поточного рівня виробництва амоніаку в Україні 5 млн. т/рік для його «зеленого» виробництва з використанням технології Габера-Боша потрібно близько 60 млрд. кВтгод електроенергії. Таку кількість електрики можуть виробити 20 атомних енергоблоків потужністю 1000 МВт протягом 8 годин нічного провалу. Це дозволило б повністю відмовитись від генерації електроенергії на вугільних ТЕС в маневреному режимі. Електролізне виробництво з подальшим виробництвом амоніаку дозволить утилізувати піки генерації електроенергії від відновлювальних джерел, потужність яких зростає швидкими темпами, без шкоди сталості частоти та регулюванню потужностей в енергосистемі. Амоніак має дуже низьку ламінарну швидкість горіння та великий час затримки займання через високу енергію активації. Для покращання умов горіння пропонується застосовувати підвищений вміст кисню в окиснику або суміші амоніаку з воднем чи амоніаку з метаном. Це забезпечує зростання ламінарної швидкості горіння в 4 рази. Суміш амоніаку і водню як продукт неповного крекінгу амоніаку є перспективним безвуглецевим паливом для теплоенергетичних установок. Введено в експлуатацію енергоблок потужністю 1000 МВт з реалізацією спільного спалювання вугілля (80%) і амоніаку (20%) в спеціальних вихрових пальниках. Виробництво амоніаку може дозволити відмовитися від споживання вугілля в енергетиці. Тим самим зникнуть викиди діоксиду сірки, пилу, оксиду вуглецю та діоксиду вуглецю. При спалювання суміш палива та амоніаку викиди пилу, SO₂, CO і CO₂ будуть зменшені на частку заміненого амоніаком палива. Використання амонійних реагентів для видалення забруднюючих речовин дозволить об'єднати технологію десульфуризації та технологію селективного некаталітичного відновлення оксидів азоту в один комплекс, зробити обладнання системи газоочищення більш компактним з використанням одного реагенту, що є актуальним для котельних агрегатів середньої потужності. Розроблена концепція і схема та виконані розрахунки комбінованої системи газоочищення димових газів водогрійного колосникового котла WR25 з використанням карбаміду або його 40% розчину як реагенту, що дозволить забезпечити концентрацію діоксиду сірки та оксидів азоту нижче вимог Директиви 2015/2193/EU, що визначає граничні значення викидів для середніх спалювальних установок.

2. The modern environmental protection requirements put the issue of reducing emissions of pollutants and greenhouse gases on the agenda for the development of thermal power industry. A thermal power facility must comply with the principle of High Efficiency and Low Emission in order to be competitive at a time of rapid development of renewable energy sources. For reducing the negative impact on the environment, boiler units must be equipped with systems for cleaning flue gas from pollutants, which are able to ensure compliance with European environmental requirements. To reduce the emission of nitrogen oxides for boilers of medium capacity, it is advisable to use selective non-catalytic reduction as a measure that allows reducing NO_x emissions without

the construction of special devices and the catalyst use. The use of ammonium compounds will make it possible to combine semi-dry desulfurization systems and selective non-catalytic reduction systems into one complex flue gas purification system. Using ammonia as an environmentally friendly fuel for energy applications will reduce emissions of greenhouse gases and toxic substances. But its use as a fuel faces the following problems: carbon-free ammonia synthesis, ammonia combustion, solving economic and environmental problems. The use of a urea solution instead of an ammonia solution in flue gas desulfurisation technologies will make it possible to significantly simplify the use of this technology in terms of safety and reagent transportation. The use of urea solution for effective binding of sulfur dioxide requires its preliminary thermal hydrolysis. In the process of hydrolysis of urea at the boiling temperature, gaseous ammonia will be formed, which in the process of gas-phase reaction binds about 80% of SO₂ at the initial concentration of urea in the solution of 30%. This makes it possible to consider the possibility of gasphase bonding of sulfur dioxide with ammonia without building a semi-dry desulfurisation reactor. Ammonia is an important chemical that is widely used as a nitrogen fertilizer in the agriculture, in chemical and refrigeration technology. The transition to the production of "green" ammonia involves the generation of hydrogen from water using electrolysis technologies with the subsequent application of either Haber-Bosch technology or ammonia generation technologies in electrochemical cells, which are at the stage of research and industrial testing. Since the generation of "green" ammonia is an energy-consuming process, its production can serve as an effective means of regulating the load in the power system. If the current level of ammonia production in Ukraine is maintained at 5 million t/a, its "green" production using Haber-Bosch technology will require about 60 billion kWh of electricity. This would make it possible to completely abandon the generation of electricity at coal-fired thermal power plants in a manoeuvrable mode. Electrolysis production with subsequent production of ammonia will make it possible to utilize the peaks of electricity generation from renewable sources, the capacity of which is growing at a rapid pace, without harming the stability of the frequency and capacity regulation in the power system. Ammonia has a very low laminar burning speed and a long ignition delay due to its high activation energy. To improve the combustion conditions, it is suggested to use an increased oxygen content in the oxidizer or a mixture of ammonia with hydrogen or ammonia with methane. This ensures a 4-time increase in the laminar combustion speed. A mixture of ammonia and hydrogen as a product of incomplete cracking of ammonia is a promising carbon-free fuel for thermal power plants. A power unit with a capacity of 1,000 MW was put into operation with the implementation of joint combustion of coal (80%) and ammonia (20%) in special vortex burners. The production of ammonia can allow to abandon the consumption of coal in the energy sector. Thus, emissions of sulfur dioxide, dust, carbon monoxide and carbon dioxide will disappear. When burning a mixture of fuel and ammonia, emissions of dust, SO₂, CO and CO₂ will be reduced by the fraction of the fossil fuel replaced by ammonia. The use of ammonium reagents for the removal of pollutants will allow combining the technology of desulfurization and the technology of selective noncatalytic reduction of nitrogen oxides into one complex, making the equipment of the gas cleaning system more compact with the use of one reagent, which is relevant for boiler units of medium capacity. The concept and scheme were developed, and calculations were made of the integrated flue gas cleaning system of the water heating grate boiler WR25 using urea or its 40% solution as a reagent, which will ensure the concentration of sulfur dioxide and nitrogen oxides below the requirements of Directive 2015/2193/EU, which determines the emission limit values for medium combustion plants.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0123U100669

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Volchyn I. A., Haponych L. S., Przybylski W. Ja. Current state and forecast of sulfur dioxide and dust emissions at thermal power plants of Ukraine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021; No. 5. P. 89-95. DOI: 10.33271/nvngu/2021-5/087.
- Vasilenko S., Samiilenko S., Bondar V., Bilyk O., Mokretskyy V., Przybylski W. Thermodynamic analysis of the thermal-technological complex of sugar production: the energy and entropy characteristics of an enterprise. *Eastern Ukrainian Journal of Enterprise Technologies*. 2020. No. 3/8(105). P. 24-31. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.205148.
- Cisek J., Lesniak S., Mokretskyy V., Przybylski W. The Influence of Reduxco in the Diesel Fuel on energy Parameters, Exhaust Gas Composition and Rate of Heat Release of a Diesel Engine. *SAE Technical Paper*. 2020-01-2061. 2020. DOI: 10.4271/2020-01-2061.
- Cisek J., Lesniak S., Stanik W., Przybylski W. The Synergy of Two Biofuel Additive on Combustion Process to Simultaneously Reduce NOx and PM Emissions. *Energies*. 2021. Vol. 14. No. 10. P. 2784. DOI: 10.3390/en14102784.
- Cisek J., Lesniak S., Borowski A., Przybylski W., Mokretskyy V. Visualisation and Thermovision of Fuel Combustion Affecting Heat Release to Reduce NOx and PM Diesel Engine Emissions. *Energies*. 2022. Vol. 15. No. 13. P. 4882. DOI: 10.3390/en15134882.
- Volchyn I., Cherevatskyi D., Mokretskyy V., Przybylski W. Creating the Holding of Nuclear Power Plants and/or Renewable Energy Sources with Ammonia Production Plants on the Base Circular Economy. Chapter 5. *Nuclear Power Plants – New Insights / Eds. Prof. Nasser S. S. Awwad and Dr. Hamed M.A. INTECHOPEN*. 2023. DOI: 10.5772/intechopen.1001957.
- Volchyn I., Mokretskyy V., Przybylski W. Experimental Study of REDUXCO Fuel Additive Impact on Coal Boiler Performance, Efficiency and Emissions. *System, Decision and Control Energy*. Part V. /Eds. A. Zaporozhets. Springer, 2023. P. 411-423. DOI: 10.1007/978-3-031-35088-7_21.
- Volchyn I.A., Horyanoi S.V., Mezin S.V., Przybylski W.Ja., Yasynetskyi A.O. Peculiarities of Using Ammonium Reagents in Technologies of Semi-Dry Desulfurization of Flue Gas. *System, Decision and Control Energy*. Part V. /Eds. A. Zaporozhets. Springer, 2023. P. 767-778. DOI: 10.1007/978-3-031-35088-7_44.
- Вольчин І., Ясинецький А., Пшибильські В. Екологічні аспекти ролі зеленого амоніаку в енергетиці України. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2022. № 2. С. 76-83. DOI: 10.33070/etars.2.2022.07
- Przybylski W., Majcher M., Borkowski L., Jaroszek A. Określenie wpływu dodania do paleniska katalizatora REDUXCO na skuteczność si niezawodność pracy kotła WR15-N v ciepłowni w Strzelcach-Opolskich. *Rocznik Ochrona Środowiska*. No. 2. S. 947-954 (Pol.)

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0123U100669

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Вольчин Ігор Альбінович

2. Igor A. Volchyn

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сміхула Анатолій Володимирович

2. Anatoliy Smihula

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9698-9225

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут газу Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417035

Місцезнаходження: вул. Дегтярівська, буд. 39, Київ, 03113, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Абдулін Михайло Загретдинович

2. Mikhailo Abdulin

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9900-7314

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єрьомін Олександр Олегович
2. Oleksandr O. Yeromin

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8306-578X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сірик Аліна Олегівна
2. Alina O. Siryk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.26.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5041-7096

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Серьогін Олександр Олександрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Серьогін Олександр Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Мельник Наталія

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна