# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

**Державний обліковий номер:** 0823U101717

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 11-12-2023

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Репко Каліф Юрійович
2. Kalif Repko

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 161

**Назва наукової спеціальності:** Хімічні технології та інженерія

**Галузь / галузі знань:** хімічна та біоінженерія

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** 16 хімічна та біоінженерія

**Дата захисту:** 09-02-2024

**Спеціальність за освітою:** обладнання переробних і харчових виробництв

**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):** ДФ 64.050.108-3629

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, 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 технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 61.13.15, 61.13.19

**Тема дисертації:**

1. Гідродинамічні та масообміні характеристики зваженої насадки в стабілізованому пінному шарі

2. Hydrodynamic and heat-mass exchange characteristics of a weighted nozzle in a stabilized foam layer

**Реферат/анотація:**

1. Робота присвячена дослідженню масообмінного обладнання для абсорбційних та десорбційних процесів при безпосередньому контакті газу і рідини з використанням комбінованих блочних елементів із зваженою шароподібною насадкою, а також більш глибокому опису ціх процесів, що є актуальним завданням хімічної технології. Об'єктом дослідження є процеси гідродинаміки та масопередачі на комбінованих блочних елементах із зваженою шароподібною насадкою в колонному апараті. Предметом досліджень є гідродинамічні і масообмінні характеристики одиничної зони контакту в комбінованому блочному елементі із зваженою шароподібною насадкою, а також їх режимні та конструктивні параметри. В роботі вирішена науково-практична задача з підвищення ефективності роботи колонних апаратів із протитечійним рухом фаз завдяки суміщенню та комбінуванню в одному апараті кількох видів контактних пристроїв – регулярних та

нерегулярних, а також при використанні режиму розвинутого псевдозрідження. Апарати зі зваженою псевдозрідженою насадкою можуть бути вдосконалені в напрямку зниження енерговитрат, що є важливим для процесів очищення газів. Серед цієї категорії обладнання окремо виділяються комбіновані апарати з рухомою насадкою, які є складними конструкціями, що поєднують в собі елементи барботажних апаратів та апаратів з трифазним псевдозрідженим газорідинним шаром. Були проаналізовані сучасні регулярні насадкові структури. Розвиток регулярних насадок йде в напрямку створення структурованих насадок зі складними каналами для проходу газу і гофрованою листовою поверхнею, що дозволяє рівномірно розподілити рідину і створити умови для ефективного контакту фаз і здійснення процесу масообміну. В якості насадки для апаратів з псевдозрідженим шаром застосовуються насадкові тіла різної форми, виготовлені з матеріалів, стійких у відповідних робочих середовищах. З точки зору енерговитрат апарати повинні володіти низьким гідравлічним опором. Одним з факторів, що впливають на зниження гідравлічного опору газу, є зменшення щільності рухомих насадкових тіл, при якій, перш за все, забезпечується їх інтенсивний рух у всьому обсязі шару. З метою зменшення енергетичних витрат на проведення процесу масообміну доцільно застосування рухомі насадкові тіла з сітчастих матеріалів, такі матеріали дозволяють виготовляти насадки з високорозвиненою поверхнею контакту фаз, які при цьому мають низьку насипну щільність. Одночасно зменшенням довжини блоків із насадками які працюють у активних гідродинамічних режимах досягається більші значення коефіцієнтів масовіддачі. В процесі експериментальних досліджень використовувалися методи візуального спостереження поведінки трифазної системи всередині комбінованого блочного елементу, методами інструментальних вимірювань визначали гідродинамічні характеристики. Для оцінки якісного і кількісного складу сумішей використовували методи фізико-хімічного аналізу. Графічне представлення та статистичну обробку результатів дослідження проводили з використанням методів математичної статистики та прикладного програмного забезпечення. Для визначення характеристик масопереносу та вивчення фазової масовіддачі у розділі представлена установка для дослідження процесів поглинання аміаку та десорбції діоксиду вуглецю в потік повітря на комбінованих блочних елементах та обрана методика для обробки експериментальних даних і оцінки похибки вимірів. В роботі представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень характеристик гідродинаміки для комбінованого блочного елементу. Були визначені зони та режими роботи трифазної газорідинної системи, які відрізняються від досліджених раніше. Отримані залежності для висоти пінного шару, гідродинамічного опору комбінованого блочного елементу для визначення робочих параметрів нової конструкції. Рекомендована висота розташування стабілізатора над полотном тарілки. Наведені рівняння для розрахунку висоти газорідинного шару, гідравлічного опору, відносної щільності газорідинного шару яка характеризує газовміст, приведені емпіричні залежності для визначення величини бризковіднесення для різних режимів роботи комбінованого блочного елементу. Приведені результати експериментальних досліджень параметрів масообміну при роботі комбінованого блочного елемента із застосуванням стабілізації. Визначили залежності для розрахунку ефективності роботи комбінованого блочного елементу від конструктивних та режимних параметрів. Ключові слова: гідродинаміка, масообмін, комбінований блочний елемент, стабілізація газорідинного шару, стабілізатор, інтенсивний апарат, трифазна взаємодія, дірчаста тарілка, турбулізація, рухома насадка, інтенсифікація, енергоефективність, декарбонізація, процеси абсорбції та десорбції

2. The work is devoted to the study of mass transfer equipment for absorption and desorption processes in direct contact of gas and liquid using combined block elements with a weighted spherical nozzle, as well as a more in-depth description of these processes, which is an urgent task of chemical technology. The object of research is the processes of hydrodynamics and mass transfer on combined block elements with a weighted spherical nozzle in a column apparatus. The subject of research is the hydrodynamic and mass transfer characteristics of a single contact zone in a combined block element with a weighted spherical nozzle, as well as their regime and design parameters. The work solves the scientific and practical task of increasing the efficiency of column apparatuses with countercurrent movement of phases due to the combination and combination of several types of contact devices in one apparatus - regular and irregular, as well as when using the advanced fluidization mode. Apparatus

with a weighted fluidized nozzle can be improved in the direction of reducing energy consumption, which is important for gas purification processes. Among this category of equipment, combined devices with a moving nozzle stand out separately, which are complex structures that combine elements of bubble devices and devices with a three-phase fluidized gas-liquid layer. Modern regular attachment structures were analyzed. The development of regular nozzles is in the direction of creating structured nozzles with complex channels for the passage of gas and a corrugated sheet surface, which allows to evenly distribute the liquid and create conditions for effective contact of phases and implementation of the mass transfer process. As nozzles for devices with a fluidized bed, nozzle bodies of various shapes are used, made of materials stable in the corresponding working environments. From the point of view of energy consumption, the devices should have low hydraulic resistance. One of the factors affecting the reduction of the gas hydraulic resistance is the decrease in the density of the movable nozzle bodies, which, first of all, ensures their intensive movement throughout the entire volume of the layer. In order to reduce energy costs for carrying out the mass transfer process, it is advisable to use mobile nozzle bodies made of mesh materials, such materials allow the production of nozzles with a highly developed phase contact surface, which at the same time have a low bulk density. At the same time, by reducing the length of blocks with nozzles that work in active hydrodynamic modes, higher values of mass transfer coefficients are achieved. In the process of experimental research, methods of visual observation of the behavior of the three-phase system inside the combined block element were used, hydrodynamic characteristics were determined by instrumental measurement methods. Methods of physical and chemical analysis were used to assess the qualitative and quantitative composition of mixtures. Graphic presentation and statistical processing of research results were carried out using methods of mathematical statistics and application software. In order to determine the mass transfer characteristics and study the phase mass transfer, the section presents an installation for researching the processes of ammonia absorption and carbon dioxide desorption into the air flow on combined block elements and the chosen technique for processing experimental data and estimating the measurement error. The paper presents the results of theoretical and experimental studies of the characteristics of hydrodynamics for a combined block element. Zones and modes of operation of the three-phase gas-liquid system were determined, which differ from those studied earlier. Derived dependencies for the height of the foam layer, hydrodynamic resistance of the combined block element to determine the operating parameters of the new design. The recommended height of the stabilizer above the plate. Equations for calculating the height of the gas-liquid layer, hydraulic resistance, the relative density of the gas-liquid layer that characterizes the gas bridge are given, and empirical dependences are given for determining the amount of splashing for different modes of operation of the combined block element. The results of experimental studies of mass transfer parameters during the operation of a combined block element with the use of stabilization are given. We determined the dependences for calculating the efficiency of the combined block element on structural and mode parameters. Key words: hydrodynamics, mass transfer, combined block element, gas-liquid layer stabilization, stabilizer, intensive apparatus, three-phase interaction, perforated plate, turbulation, moving nozzle, intensification, energy efficiency, decarbonization, absorption and desorption processes

### Державний реєстраційний номер ДіР:

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**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:

- 1. В. Ф. Моїсєєв, Є. В. Манойло, М. І. Васильєв, К. Ю. Репко, Д. В. Давидов. Обробка газорідинних систем на трубчастих решітках із стабілізатором пінного шару.// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 53 (1274). – С. 114-123. (Б) DOI: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2017.53.17
- 2. В.Ф. Моїсєєв, Є.В. Манойло, Н.Г. Пономарьова, К.Ю. Репко, Д.В. Давидов. Методологія розрахунку режимно-конструктивних і гідродинамічних параметрів пінних апаратів для процесів масообміну// Вісник НТУ «ХПІ»: Серія "Нові рішення у сучасних технологіях" - № 16, 2018, с 165 – 176. (Б) DOI: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.16.25
- 3. Moiseev, V., Manoilo, E., Khukhryanskiy, O., Repko, K. (2021). Experimental research of mass transfer in a stabilized foam layer. // ScienceRise, № 5(76), 2021, P. 14-22. DOI: https://doi.org/10.21303/2313-8416.2021.002123
- 4. Moiseev V., Manoilo E., K. Repko, N. Ponomarova, D. Davydov. Hydraulic resistance and spray transfer in a stabilized three-phase foam layer. Lecture Notes in Mechanical Engineering. — Springer, 2022. — P. 187-196. (Scopus) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-06044-1_18
- 5. В. Ф. Моїсєєв, Є. В. Манойло, Ю. О. Манойло, К. Ю. Репко, О. О. Жуга, Д. В. Давидов. Гідравлічний опір та бризко віднесення у стабілізованому трифазному пінному шарі // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Хімія, хімічна технологія та екологія = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Chemistry, Chemical Technology and Ecology : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – № 1 (9). – С. 3-9. (Б) DOI: https://doi.org/10.20998/2079-0821.2023.01.01
- 6. Moiseev, V., Manoilo, E., Manoilo, Y., Repko, K., Davydov, D. (2023). Improving the Reliability of Circulating Water Supply Installations of Thermal Power Plants. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762. pp. 318–327, 2023 (Scopus) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-40628-7_27
- 7. К.Ю.Репко, В.Ф.Моїсєєв, Є.В.Манойло. Реконструкція технологічного обладнання для забезпеченні екологічного безпеки виробництва соди // Інформаційні технології: наука, техніка,, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжнародної конференції MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018 р.: у 4 ч. Ч.II /за ред. Проф.. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 332 с (с. 293)
- 8. К.Ю.Репко, В.Ф.Моїсєєв, Є.В.Манойло. Реконструкція технологічного обладнання для забезпеченні екологічного безпеки виробництва соди // тези доповідей XII міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та аспірантів, 17-20 квітня 2018 р.: у 3 ч. Ч.3 /за ред. Проф.. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 250 с (с. 100-101)
- 9. К.Ю. Репко, Є.В. Манойло. Оновлення технологічного обладнання для підвищення екологічної безпеки виробництва кальцинованої соди//Экологическая безопасность государства: тезисы докладов XII Всеукраинской научно-практической конференции молодых ученых и студентов (с международньїм участием) г. Киев, 19 апреля 2018 г., Национальный авиационный университет / редкол. А.И.Запорожец и др. - К. : НАУ, 2018 - 262 с. (81-82 с)
- 10. В.Ф.Моїсєєв, Є.В.Манойло, Н.Г.Пономарьова, К.Ю.Репко. Створення маловідходних технологій на базі інтенсифікованих пінних апаратів // 5-й Міжнародний конгрес "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування" (Львів, 26–29 вересня 2018 року): збірник матеріалів. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 1 електр. опт. диск (DVD). ISBN 978-966-941-220-1, 123 с.
- 11. В.Ф. Моїсєєв, Є.В. Манойло, К.Ю. Репко, Н.Г. Пономарьова. Конструктивні та гідродинамічні параметри пінних апаратів // Матеріали IV Всеукраїнської науково-методичної конференції «Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи» (м. Шостка, 18 квітня 2019 р.), Суми : Сумський державний університет, - 216 с., с.18-19
- 12. V.F. Moisceev, E.V. Manoilo, K.Y. Repko. Processing of gas-liquid systems in three-phase foam layer with stabilization. Тези доповідей конференції «Екологічна безпека держави»: тези доповідей XIII Всеукраїнської иауково-практичної конференції молодих учених і студентів, м. Київ, 23 квітня 2020 р.,

Національний авіаційний університет / редкол. О.І. Запорожець та ін. — К.: НАУ, 2020.-168 с. (с. 21-22)

- 13. В.Ф. Моїсєєв, Є.В. Манойло, К.Ю. Репко. Обробка газорідинних систем у трифазному пінному шарі із стабілізацією Тези доповідей конференції "ОСВІТА, НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО: РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ»: матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. - Суми : Сумський державний університет, 2020. - 228 с. (с. 8 -9)
- 14. В.Ф. Моїсєєв, Є.В. Манойло, К.Ю. Репко. Модернізація абсорбційних систем газоочистки//Екологічна безпека держави: тези доповідей XV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, м. Київ, 22 квітня 2021 р., Національний авіаційний університет. — К.: НАУ, 2021. — 108 с. (С. 37-38)
- 15. V.F. Moiseev, E.V. Manoilo, K.Y. Repko. Modernization of absorption systems // ОСВІТА, НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО: РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ: матеріали VI Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 22 квітня 2021 року. - Суми : Сумський державний університет, 2021. - 307 с. (с. 14-15)
- 16. Моїсєєв В.Ф., Манойло Є.В., Хухрянський О.М., Репко К.Ю. Дослідження масовіддачі в газовій фазі у розвиненому пінному шарі. Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / м. Шостка, 20-22 жовтня 2021 р. / СумДУ, Суми, 2021. С. 167-172.
- 17. Репко К.Ю., Манойло Є.В., Моїсєєв В.Ф. Реконструкція обладнання для декарбонізації води у системах водо- та теплопостачання. Актуальні проблеми енерго- ресурсозбереження та екології: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції/ м. Одеса, 15-16 грудня 2021 р., ОДАБА, Одеса, 2021. С. 84-87.
- 18. К.Ю. Репко., Е.В. Манойло. Зниження експлуатаційних витрат при роботі обладнання для декарбонізації води у системах водопостачання. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища: енергоощадність, збалансоване природокористування: тези доповідей VII Міжнародного молодіжного конгресу, м. Львів, 10-11 лютого 2022 року./ Збірник матеріалів - К.: Ярославенко Я.В., 2022. С. 203.
- 19. В.Ф. Моїсєєв, Є.В. Манойло, К.Ю. Репко. Реконструкція обладнання для декарбонізації води у системах водопостачання. Екологічна безпека держави: тези доповідей XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, м. Київ, 22 квітня 2022 року./ Національний авіаційний університет. К.: НАУ, 2022. С. 23-24

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

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Моїсєєв Віктор Федорович

2. Viktor F. Moiseev

**Кваліфікація:** к.т.н., професор, 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3217-1467

**Додаткова інформація:** Професор, 2010 р. Диплом 12 ПР № 006256 від 09.11.2010.

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Манойло Євгенія Володимирівна
2. Yevheniia Manoilo

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6538-0580

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, 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. Острога Руслан Олексійович
2. Ruslan Ostroha

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0045-3416

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Сумський державний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05408289

**Місцезнаходження:** вул. Римського-Корсакова, буд. 2, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Іванченко Анна Володимирівна

2. Anna V. Ivanchenko

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.17.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1404-7278

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Дніпровський державний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070237

**Місцезнаходження:** вул. Дніпробудівська, 2, Кам'янське, 51918, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Білецький Едуард Володимирович

2. Eduard V. Biletskyi

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8280-8449

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Пітак Інна Вячеславівна

2. Inna V. Pitak

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5073-2942

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Цейтлін Мусій Абрамович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Цейтлін Мусій Абрамович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Репко Каліф Юрійович |
| **Реєстратор** | УкрІНТЕІ |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Тетяна Анатоліївна |

