

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0425U000267

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-08-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маркіна Людмила Миколаївна

2. Liudmyla M. Markina

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0735-0743

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.13.07

Назва наукової спеціальності: Автоматизація процесів керування

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 18-09-2025

Спеціальність за освітою: Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами

Місце роботи здобувача: Луцький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05477296

Місцезнаходження: вул. Львівська, буд. 75, Луцьк, Луцький р-н., 43018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 35.052.04

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

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

Повне найменування юридичної особи: Луцький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05477296

Місцезнаходження: вул. Львівська, буд. 75, Луцьк, Луцький р-н., 43018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 50.43, 50.47

Тема дисертації:

1. Автоматизація процесів приготування замісу із зернової сировини та його водно-теплової обробки у спиртовому виробництві

2. Automation of processes of kneading from grain raw materials and its water-heat treatment in alcohol production

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена підвищенню ефективності виготовлення етилового спирту із зернової суміші шляхом забезпечення стабільності параметрів напівфабрикату на початковій стадії приготування замісу з його водно-тепловою обробкою. Процес приготування замісу супроводжується сильними збуреннями, що ускладнює точне дотримання показників якості замісу. Відсутність ефективного автоматизованого контролю за показниками якості замісу в переважній більшості призводить до порушення технологічних режимів на наступних дільницях, що знижує якість етилового спирту та викликає перевищення витрат енергоресурсів та вихідних матеріалів. Тому задача автоматизації процесів

приготування замісу із зернової сировини та його водно-теплової обробки у спиртовому виробництві є актуальною, що дозволить зменшити витрати вхідних матеріалів та забезпечить стабільність наступних етапів виробництва. У роботі проаналізовано стан автоматизації на ділянках приготування спирту та отримано залежність між концентрацією сухих речовин, густиною та в'язкістю, що дозволило створити ефективну систему керування процесом приготування замісу і його водно-теплової обробки. За результатами експериментальних досліджень сформовано залежність концентрації розчиненого крохмалю в замісі від густини, в'язкості, а також температури, що дало можливість обрати координати керування та розробити багатоконтурну систему керування процесом приготування замісу і його водно-теплової обробки. Проведено порівняльний аналіз функціональних схем автоматизації процесу приготування замісу та розроблено і реалізовано алгоритми, що дали змогу об'єднати всі стадії приготування замісу та його водно-теплової обробки в єдину автоматизовану систему. Запропоновано підхід моделювання процесу приготування замісу та його водно-теплової обробки, а саме створено узагальнену модель змішування як об'єкту керування, забезпечив можливість синтезу керуючих впливів і кількісної оцінки інформативних параметрів: концентрації крохмалю та об'єму замісу. Використано споживану потужність мішалки як непрямий метод вимірювання в'язкості, що забезпечило можливість ефективного контролю показника, який є критично важливим для стабільності процесу приготування замісу. За результатами проведених експериментів підтверджено доцільність урахування температури та в'язкості в системі регулювання процесу приготування замісу та водно-теплової обробки. Вперше розроблена система автоматичного керування комплексним процесом приготування замісу і його водно-теплової обробки, що дало можливість підвищити ефективність технологічного процесу та якість напівфабрикату. Проведено дослідження системи керування з застосуванням ПІД-регулятора і LQR-регулятора, що дозволило обрати закон регулювання який забезпечує точність регулювання та підвищує якість керування у динамічних режимах. Синтезовано LQR-регулятор для автоматизованої системи керування процесом приготування замісу та його водно-теплової обробки і проведено оптимізацію його параметрів, що забезпечило покращення показників якості системи керування та підвищило швидкодію регулювання об'єму і концентрації розчиненого крохмалю в замісі. Отримані рішення застосовані у виробничих умовах (зокрема на Луцькому, Марилівському та Борокському спиртових заводах), що підтвердило зниження витрат зерна, ферментів і енергії, а також підвищення загальної ефективності процесу до 5% за рахунок стабілізації параметрів замісу та оптимізації водно-теплової обробки. Ключові слова: заміс, водно-теплова обробка, концентрація розчиненого крохмалю, система автоматичного керування, регулятор, математична модель, алгоритм.

2. The dissertation is devoted to improving the efficiency of ethyl alcohol production from grain mixtures by ensuring the stability of semi-finished product parameters at the initial stage of mash preparation with its water-thermal treatment. The mash preparation process is accompanied by strong disturbances, which complicates the accurate compliance with mash quality indicators. The lack of effective automated control over the quality indicators of the mash in the vast majority of cases leads to a violation of technological modes at subsequent stages, which reduces the quality of ethyl alcohol and causes an excess consumption of energy resources and raw materials. Therefore, the task of automating the processes of preparing mash from grain raw materials and its water-thermal treatment in alcohol production is relevant, which will reduce the consumption of input materials and ensure the stability of subsequent stages of production. The paper analyzes the state of automation in alcohol preparation areas and obtains a relationship between the concentration of dry substances, density, and viscosity, which made it possible to create an effective system for controlling the process of preparing mash and its water-thermal treatment. Based on the results of experimental studies, the dependence of the concentration of dissolved starch in the mash on density, viscosity, and temperature was established, which made it possible to select control coordinates and develop a multi-loop control system for the mash preparation process and its water-thermal treatment. A comparative analysis of functional diagrams for automating the dough preparation process was conducted, and algorithms were developed and implemented that made it possible to combine all stages of dough preparation and its water-thermal treatment into a single automated system. An approach to modeling the dough preparation process and its water-heat treatment was proposed, namely, a generalized mixing model was created

as a control object, which made it possible to synthesize control influences and quantitatively evaluate informative parameters: starch concentration and dough volume. The power consumption of the mixer is used as an indirect method of measuring viscosity, which has made it possible to effectively control this indicator, which is critical for the stability of the dough preparation process. The results of the experiments confirmed the feasibility of taking into account temperature and viscosity in the system for controlling the dough preparation and water-heat treatment process. For the first time, an automatic control system was developed for the complex process of dough preparation and its water-heat treatment, which made it possible to increase the efficiency of the technological process and the quality of the semi-finished product. A study of the control system using a PID-controller and an LQR-controller was conducted, which made it possible to select a control law that ensures control accuracy and improves control quality in dynamic modes. An LQR controller was synthesized for the automated control system of the dough preparation process and its water-thermal treatment, and its parameters were optimized, which improved the quality indicators of the control system and increased the speed of regulation of the volume and concentration of dissolved starch in the dough. The solutions obtained were applied in production conditions (in particular at the Lutsk, Marylivka, and Boroksky distilleries), which confirmed a reduction in grain, enzyme, and energy costs, as well as an increase in the overall efficiency of the process by up to 5% due to the stabilization of mash parameters and optimization of water and heat treatment. Keywords: mash, water-heat treatment, concentration of dissolved starch, automatic control system, regulator, mathematical model, algorithm.

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: Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Gumeniuk L., Markina L., Satsyk V., Humeniuk P., Lashch A. Application of multi-agent programming for modeling the viscosity state of mash in alcohol production. *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*. 2025. Vol. 15, No. 1. P. 27-32.
- 2. Markina L., Palchevskiy B., Hrudetskiy R., Smoliankin O., Melnychuk Y., Khrystynets N. Optimization of Ethanol Production Using State-Space Modeling and Optimal Control Technology, 2023 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2023, pp. 38-45.
- 3. Пальчевський Б. О., Маркіна Л. М., Сацик В. О. Вибір показників якості підготовки крохмалевмісного замісу автоматичного керування процесом. *Перспективні технології та прилади*, м. Луцьк, грудень 2024 р. Луцьк: ЛНТУ, 2024. С. 111-117.
- 4. Пальчевський Б. О., Маркіна Л. М. Інтелектуальна система керування процесом приготування замісу і його водно-теплової обробки при виробництві спирту. *Наукові нотатки*, Вип. 75, Луцьк, 2023. С. 22-26.
- 5. Пальчевський Б. О., Маркіна Л. М. Оптимізація процесу керування приготуванням замісу в спиртовому виробництві. *Перспективні технології та прилади*, Вип. 20, м. Луцьк, червень 2022 р. Луцьк: ЛНТУ, 2022. С. 82-87.
- 6. Маркіна Л. М., Сацик В. О., Смолянкін О. О. Використання нечіткої логіки в системі автоматичного регулювання концентрації замісу при виробництві спирту. *Перспективні технології та прилади*, Вип. 19, м. Луцьк, грудень 2021 р. Луцьк: ЛНТУ, 2021. С. 78-84.

- 7. Смолянкін О. О., Маркіна Л. М. Моделювання процесу замісу у змішувальному баку при виробництві спирту. World Science, № 6 (34), Vol. 2, June 2018. С. 52-56.
- 8. Кузьмич О. І., Маркіна Л. М., Якимчук Л. М. Моделювання та розробка системи керування процесом змішування на базі процесу водно-теплової обробки при виробництві спирту. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, № 30-31, Луцький НТУ, 2018. С. 220-227.
- 9. Маркіна Л. М., Городинський Д. С. Методи нечіткої логіки в управлінні процесом водно-теплової обробки при виробництві спирту. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, № 12, 2013. С. 123-128.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; економія матеріалів; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Пальчевський Б. О., Маркіна Л. М. Спосіб автоматичного керування приготуванням замісу при виробництві етилового спирту із крохмальвмісної сировини: пат. № UA151663; заявка № u202200653; заявл. 14.02.2022; опубл. 25.08.2022, Бюл. № 34.
2. Пальчевський Б. О., Маркіна Л. М. Спосіб автоматичного керування приготуванням замісу при виробництві етилового спирту із крохмаловмісної сировини: пат. № UA152727; заявка № u202202896; заявл. 12.08.2023; опубл. 05.04.2023, Бюл. № 14.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0116U001950

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пальчевський Богдан Олексійович
2. Bogdan O. Palchevskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4000-4992

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Луцький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05477296

Місцезнаходження: вул. Львівська, буд. 75, Луцьк, Луцький р-н., 43018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Максимов Максим Віталійович

2. Maksym V. Maksymov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.07

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-3292-3112

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Галузевий

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борин Василь Степанович

2. Vasyl S. Boryn

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.13.07

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-7404-4968

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні



Матіко Федір Дмитрович

Матіко Федір Дмитрович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Реєстратор



Химко Ольга Мирославівна

УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна