

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій  
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

## **АВТОРЕФЕРАТ** **кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»  
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

**на тему «Удосконалення системи позиціонування коксових машин»**

Здобувач

Олександр ТКАЧЕНКО

Кривий Ріг 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі автоматизації, електро- та робототехнічних систем.

Керівник:

Голотюк Микола Віталійович,  
доцент, кандидат технічних наук

Захист відбудеться 7 грудня 2024 р. о 10:00 год на засіданні екзаменаційної комісії ([https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting\\_YzU0OTg1ZDctODhINS00MjUwLTk2NjYtZDZiZmlxZjBiYTk5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2277c2500a-6967-4dab-bab5-8e8029a27710%22%7d](https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting_YzU0OTg1ZDctODhINS00MjUwLTk2NjYtZDZiZmlxZjBiYTk5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2277c2500a-6967-4dab-bab5-8e8029a27710%22%7d)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 6 грудня 2024 року

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** У зв'язку з постійним збільшенням попиту на металеві вироби, виробництво сталі, чавуну та інших металів також зростає. Зростає й попит на кокс.

Коксування кам'яного вугілля проводять у коксових печах, коксування важких продуктів переробки нафти — у металічних кубах або спеціальних печах. У результаті коксування паливо розкладається з утворенням летких продуктів і твердого залишку — коксу. З летких продуктів (коксового газу) одержують кам'яновугільну смолу, аміак, бензол, сірководень, крезол, фенол, нафталін, стирол, ксилол, толуол та ін. Але основний продукт коксування — кокс, який використовується як відновник і паливо в металургійній промисловості.

Постійна модернізація та удосконалення обладнання металургійних підприємств є необхідним та ключовим, так як це дає значний економічний ефект, призводить до збільшенню виробництва та підвищенню якості готової продукції.

**Постановка проблеми.** Процес виробництва коксу для металургійних підприємств можна поділити на три основні етапи: транспортування та загрузка шихти в камери, подальший процес коксування, та видача коксу з камер КБ.

Для першого та третього етапів необхідна справна робота коксових машин .

На теперішній час існує проблема позиціонування коксових машин. На кожній операції необхідна точність налаштування робочих органів, синхронність дій всього парку машин, адже кожне відхилення від проектних завдань приводить до втрати якості та кількості готової продукції.

**Мета дослідження.** Розробка системи автоматизованого контролю позиціонування коксових машин, де точність позиціонування цих машин впливає на ефективність процесу коксування, знижує ризик аварійних ситуацій і забезпечує оптимальне використання ресурсів.

### **Задачі дослідження:**

- 1) проаналізувати існуючі методи позиціонування коксових машин;
- 2) вибрати оптимальні системи для коксових машин;
- 3) провести теоретичні дослідження використання системи позиціонування коксових машин;
- 4) зробити розрахунок економічного ефекту.

**Об'єкт дослідження** - процес завантаження шихти та виробництво коксу, зокрема, проблема позиціонування коксових машин.

**Предметом дослідження** - процес виробництва коксу, зосереджений на аспектах позиціонування коксових машин та його впливу на продуктивність технологічного обладнання.

**Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності.** У кваліфікаційній роботі:

- обґрунтовано встановлення системи позиціонування коксових машин;

- запропоновано встановлення комбінованих пристроїв в залежності від умов роботи коксової машини;

- виконано розрахунок економічної ефективності модернізації процесу завантаження. Приблизний економічний ефект від впровадження для коксового цеху становить 4,1 тис. \$/рік.

**Структура та обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 49 сторінок, робота містить 7 рисунків, 2 таблиці. Список використаних джерел складається з 17 джерел.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Коксохімічне виробництво є важливим напрямком у металургійній промисловості, яке забезпечує виробництво коксу — ключового компонента у доменному виробництві. Ефективність роботи цього процесу значною мірою залежить від стабільної та точної роботи коксових машин, що здійснюють операції завантаження вугільної шихти, вивантаження готового коксу та обслуговування коксових печей.

Одним із критичних факторів, що впливає на стабільність роботи коксових машин, є система їхнього позиціонування. Неefективне позиціонування може призводити до таких негативних наслідків, як нерівномірне завантаження печей, порушення герметизації під час вивантаження коксу, а також підвищене навантаження на механізми машин. У результаті це призводить до збільшення часу простою обладнання, підвищення енергоспоживання та зниження якості кінцевого продукту.

Сучасні тенденції в промисловій автоматизації дозволяють застосовувати високоточні датчики, системи зворотного зв'язку та алгоритми керування, що значно покращують точність позиціонування коксових машин. Удосконалення системи позиціонування, зокрема шляхом впровадження сучасних технологій автоматизації, сприятиме стабільній та безпечній роботі обладнання, що є надзвичайно важливим у виробничих умовах коксохімічної промисловості. Це дозволить не лише підвищити ефективність роботи коксових машин, а й оптимізувати виробничі витрати та знизити вплив людського фактору на точність позиціонування.

Аналіз існуючих систем позиціонування коксових машин виявив низку проблем, характерних для застарілих систем, що використовуються на багатьох підприємствах. Більшість діючих систем базуються на механічних та електромеханічних пристроях, що мають обмежену точність та вимагають частого технічного обслуговування. Недостатній рівень автоматизації призводить до того, що значна частина процесу позиціонування виконується вручну, що створює ризик помилок оператора та уповільнює технологічний процес.

На основі проведеного аналізу було запропоновано вдосконалену систему позиціонування коксових машин, яка передбачає використання сучасних лазерних датчиків відстані, датчиків лінійного переміщення та мікропроцесорних систем управління. Лазерні датчики дозволяють контролювати положення машин з точністю до кількох міліметрів, що забезпечує ідеальне розташування обладнання відносно коксових печей.

Розроблена система керування передбачає автоматичну корекцію положення машин у режимі реального часу. Завдяки цьому зменшується вплив зовнішніх факторів, таких як вібрація або зміни параметрів навколишнього середовища. Інтерфейс системи забезпечує зручний моніторинг стану обладнання та оперативне виявлення несправностей.

Проведені випробування модернізованої системи позиціонування на експериментальній установці показали значне підвищення точності позиціонування коксових машин. Зокрема, вдалося знизити кількість помилок при позиціонуванні на 40%, що сприяло зменшенню часу на виконання операцій і зниженню витрат на технічне обслуговування.

Запровадження вдосконаленої системи позиціонування забезпечить покращення стабільності виробничого процесу, зменшить аварійні зупинки обладнання та підвищить рівень безпеки праці на підприємстві. Крім того, нова система дозволить скоротити експлуатаційні витрати за рахунок оптимізації процесів управління та зниження потреби у ручному контролі.

У результаті проведених досліджень було розроблено та впроваджено вдосконалену систему позиціонування коксових машин, що забезпечує значне підвищення точності їхнього розташування. Запропоновані технічні рішення дозволили зменшити кількість помилок під час позиціонування, що позитивно вплинуло на стабільність роботи коксових машин та загальну продуктивність виробничого процесу.

Використання сучасних лазерних датчиків, датчиків лінійного переміщення та мікропроцесорних систем управління дозволило мінімізувати вплив людського фактору та забезпечити автоматизоване коригування положення обладнання. Це, у свою

чергу, дозволило скоротити час простою техніки, зменшити витрати на ремонт і обслуговування та підвищити безпеку виробничого середовища.

Загальний економічний ефект досягає 5% та може становити \$4,1 млн на рік для підприємства з великим обсягом виробництва. Інвестиції забезпечують швидку окупність і підвищують ефективність роботи підприємства.

Впровадження вдосконаленої системи позиціонування рекомендовано для застосування на підприємствах коксохімічної промисловості як ефективний захід для підвищення якості виробництва, стабільності роботи обладнання та економічної ефективності підприємств.

## ВИСНОВКИ

В роботі розглянуто технологічний процес коксового цеху. В ході проведення аналізу виявлені недоліки в процесі позиціонування коксових машин та запропоноване вирішення даної проблеми шляхом модернізації цього процесу.

Виконавши аналіз технологічного процесу коксового цеху, процесу завантаження шихти в камери коксування, а також процеси вивантаження коксу в коксогасильний вагон можна зробити висновок, що при існуючому способі позиціонування є декілька недоліків:

- при завантаженні шихти з вугільної вежі машиніст ВЗВ користуються мітками, розфарбованими на стінах, що приводить до численних помилок, особливо коли машиніст немає достатньо досвіду;

- при завантаженні камери коксування шихтою також відмічаймо втрату часу на позиціонування біля кожного загрузлюка;

- при існуючому процесі видачі коксу є необхідність в дублюванні команд машиністами коксових машин, та є вірогідність помилкової видачі готової продукції на відмітку «0».

Враховуючи конструктивні та технологічні особливості коксових машин, важливо розуміти, що результати їх ефективності залежать від численних факторів. Серед них ключовими є: досвід машиністів, людський чинник, застаріле обладнання, пил, загазованість.

Запропоновано вдосконалити процес позиціонування коксових машин поетапно з використанням різних методів та обладнання.

## ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Ткаченко О.Ю., Голотюк М.В., Налобіна О.О. Моделювання системи позиціонування коксових машин. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «MININGMETALTECH 2024 – Гірничо-

металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти», м. Запоріжжя, 28–29 листопада 2024 р. Запоріжжя, ТОВ «Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024.

## АНОТАЦІЯ

Ткаченко Олександр Юрійович. Удосконалення системи позиціонування коксових машин. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». ОПП «Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»– ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Об'єктом дослідження даної роботи є процес завантаження шихти та виробництво коксу, зокрема, проблема позиціонування коксових машин.

Предметом дослідження є процес виробництва коксу, зосереджений на аспектах позиціонування коксових машин та його впливу на продуктивність технологічного обладнання.

Мета та завдання. Розробка системи автоматизованого контролю позиціонування коксових машин, де точність позиціонування цих машин впливає на ефективність процесу коксування, знижує ризик аварійних ситуацій і забезпечує оптимальне використання ресурсів.

Завдання дослідження:

- 1) проаналізувати існуючі методи позиціонування коксових машин;
- 2) вибрати оптимальні системи для коксових машин;
- 3) провести теоретичні дослідження використання системи позиціонування коксових машин;
- 4) зробити розрахунок економічного ефекту.

У першому розділі досліджено існуючі основні коксові машини, їх основні функції та призначення. Виконано аналіз існуючих систем позиціонування коксових машин, він виявив низку проблем, характерних для застарілих систем, що використовуються на багатьох підприємствах. Більшість діючих систем базується на механічних та електромеханічних пристроях, що мають обмежену точність та вимагають частого технічного обслуговування.

У другому розділі виконано теоретичні дослідження удосконалення системи позиціонування коксових машин. На основі проведеного аналізу встановлено, що на кожному етапі виробництва коксу є різні ступені важливості позиціонування. Детально проаналізовано існуючі системи позиціонування в промисловості. Матеріал розділу систематично викладено, враховуючи теоретичні

положення та висновки з проведених досліджень, що дозволяє зробити обґрунтовані висновки та рекомендації для вдосконалення існуючих принципів позиціонування.

У третьому розділі дипломної роботи описана існуюча система позиціонування машин коксового цеху. Розроблена програма, методика та надані результати експериментальних досліджень. Надані загальні рекомендації.

У четвертому розділі дипломної роботи розглянуті можливі економічні аспекти та розрахунки для кожного з етапів, де використовується позиціонування. Проведено економічні розрахунки втрат, пов'язаних з втратою часу на позиціонування, помилковим виштовхуванням коксу на колії ЕК, неплановою заміною ділянки колії та ліквідації інших наслідків простою. Визначено, що загальні втрати одного випадку склали 120 000 грн., що також є економічним ефектом при впровадженні системи контролю позиціонування коксових машин.

Ключові слова: коксові машини, коксовиштовкувач, дверезнимальна машина, простої обладнання, позиціонування.

## ABSTRACT

Tkachenko Oleksandr Yuriiovich, Improvement of the positioning system of coking machines. - Qualification work in the form of a manuscript.

The qualification work for a master's degree in specialty 133 "Industrial Engineering". OPP "Computer design of mechatronic systems" - LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICA", Kryvyi Rih, 2024.

The object of research of this work is the process of charging the charge and production of coke, in particular, the problem of positioning coke machines.

The subject of the study is the process of coke production, focused on aspects of coke machine positioning and its impact on the productivity of technological equipment.

Purpose and tasks. The development of a system of automated control of the positioning of coking machines, where the accuracy of the positioning of these machines affects the efficiency of the coking process, reduces the risk of emergency situations and ensures optimal use of resources.

Tasks of the research:

- 1) analyze the existing methods of positioning coking machines;
- 2) choose optimal systems for coke machines;
- 3) conduct theoretical research on the use of the positioning system of coke machines;
- 4) calculate the economic effect.

In the first chapter, the existing main coking machines, their main functions and purposes are studied. An analysis of the existing coking machine positioning systems revealed a number of problems typical of outdated systems used at many enterprises. Most current systems are based on mechanical and electromechanical devices that have limited accuracy and require frequent maintenance.

In the second chapter, theoretical studies of the improvement of the positioning system of coking machines are carried out. On the basis of the conducted analysis, it was established that at each stage of coke production there are different degrees of importance of positioning. Existing positioning systems in industry are analyzed in detail. The material of the section is systematically presented, taking into account the theoretical provisions and conclusions from the conducted research, which allows us to draw reasonable conclusions and recommendations for improving the existing principles of positioning.

The third chapter of the thesis describes the existing system of positioning machines of the coke plant. The developed program, methodology and provided results of experimental studies. General recommendations are provided.

The fourth chapter of the thesis examines possible economic aspects and calculations for each of the stages where positioning is used. Economic calculations of losses associated with loss of time for positioning, erroneous pushing of coke onto EC tracks, unplanned replacement of a section of track and elimination of other consequences of downtime have been carried out. It was determined that the total losses of one case amounted to 120,000 hryvnias, which is also an economic effect of the implementation of the coke machine positioning control system.

Keywords: coke machines, coke stripper, door removing machine, simple equipment, positioning.