

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра металургії та організації виробництва

**АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
за підсумками виконання освітньо-професійної програми
«Металургія чорних металів»
за спеціальністю 136 Металургія

**на тему «Удосконалення технології виробництва сталевих куль
з метою підвищення продуктивності»**

Здобувач



Артем БОЖЕНКО

Запоріжжя, 2025

Кваліфікаційною роботою бакалавра є рукопис.
Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі металургії та організації виробництва.

Керівник:



Максим ШТОДА,
к.т.н., доцент, доцент кафедри
металургії та організації
виробництва

Захист відбудеться 01 липня 2025 р. о 13:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YzQ1OWQ0N2EtM2IxMC00YTc1LTg4OGUtZjE2NzYyMTgyNjMw%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%22eb92811e-4d0d-439b-8d82-cd787f265dd9%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному
репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА» 26 червня 2025 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи: Виробництво сталевих куль є важливою складовою сучасного металургійного виробництва, оскільки вони широко використовуються на гірничо-збагачувальних комбінатах для подрібнення руд, в цементній промисловості та енергетиці. У зв'язку із втратою окремих підприємств, зокрема ПРАТ «Азовсталь», на якому раніше випускалися кулі діаметром 100 мм, виник дефіцит цього виду продукції на внутрішньому ринку України. Тому актуальною є розробка нової технології виробництва куль саме цього розміру на існуючому обладнанні з метою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва та підвищення його продуктивності

Постановка проблеми: Існуючі технології виробництва сталевих куль потребують удосконалення у бік підвищення продуктивності, покращення якості готової продукції, зменшення витрат матеріалів та енергії. Особливу увагу слід приділити адаптації існуючого обладнання для виготовлення куль діаметром 100 мм, оптимізації процесів нагріву, прокатки, термічної обробки та контролю якості

Мета кваліфікаційної роботи: Розробити технологію виробництва сталевих куль умовним діаметром 100 мм в умовах кулепрокатного стану 40-80 ПРАТ «Камет-Сталь».

Задачі кваліфікаційної роботи:

- здійснити аналіз сучасних технологій виробництва сталевих куль та визначити найбільш ефективний метод – поперечно-гвинтову прокатку;
- проаналізувати особливості формування куль діаметром 100 мм на існуючих кулепрокатних станах;
- розробити калібровку валків для прокатки куль умовним діаметром 100 мм;
- удосконалити технологічні режими нагріву заготовок, прокатки, гартування та контролю якості.

Об'єкт кваліфікаційної роботи – процес поперечно-гвинтової прокатки сталевих куль умовним діаметром 100 мм на кулепрокатному стані 40-80 ПРАТ «Камет-Сталь».

Предмет кваліфікаційної роботи – технологія виробництва сталевих куль умовним діаметром 100 мм в умовах кулепрокатного стану 40-80 ПРАТ «Камет-Сталь».

Результати та обґрунтування основних технологічних рішень кваліфікаційної роботи.

У роботі запропоновано нову технологію виробництва сталевих куль умовним діаметром 100 мм на базі існуючих кулепрокатних станів 40–80 ПРАТ «Камет-Сталь». Розроблено калібровку валків, виконано розрахунки продуктивності та енерго-силових параметрів. Новизною є адаптація

наявного обладнання під новий розмір куль, що дозволяє не лише збільшити асортимент продукції, але й підвищити ефективність виробництва без значних капітальних вкладень.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, трьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 87 сторінок, робота містить 10 рисунків, 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 12 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У ході виконання роботи проведено аналіз літературних джерел, у результаті якого встановлено, що поперечно-гвинтова прокатка є ефективним методом виробництва сталевих куль. Цей метод забезпечує високу продуктивність, точність геометричних параметрів та стабільність механічних властивостей куль.

На основі теоретичних розрахунків проаналізовано процеси формування куль діаметром 100 мм, виявлено закономірності заповнення калібру металом, визначено оптимальні параметри калібрування валків, включаючи діаметр калібру, ширину реборди, висоту та радіус перемички для різних кутів повороту валків.

Методами досліджень є: аналітичні розрахунки калібрування, аналіз енерго-силових параметрів процесу, розрахунки продуктивності стану, а також аналіз режимів термічної обробки куль.

В результаті роботи запропоновано:

- нову схему калібрування валків;
- оптимізовані режими нагріву заготовок;
- удосконалені технологічні карти прокатки та термообробки.

Отримані результати дають можливість:

- збільшити продуктивність прокатних станів;
- знизити витрати металу на 10–15%;
- підвищити якість поверхневих та внутрішніх характеристик куль;
- зменшити собівартість продукції.

Економічний ефект передбачає зростання обсягів реалізації продукції, скорочення втрат металу, зменшення енергоспоживання, а також розширення ринків збуту.

До роботи включено рекомендації щодо автоматизації технологічних процесів, поліпшення контролю якості, а також підвищення екологічної безпеки виробництва.

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного огляду технічної літератури було встановлено, що метод поперечно-гвинтової прокатки є найбільш продуктивним ефективним способом виробництва сталевих мелючих куль, особливо для умовних діаметрів 100 мм. Цей метод забезпечує високу продуктивність, точність геометричних параметрів та стабільність механічних характеристик куль.

2. Розроблено нову калібровку валків для виробництва сталевих куль діаметром 100 мм, яка забезпечує оптимальне заповнення калібру металом, зменшує ймовірність винесення металу за межі калібру та підвищує якість готової продукції

3. Виконано розрахунок енерго-силових параметрів процесу прокатки сталевих куль діаметром 100 мм. Визначено навантаження на обладнання, що виникають під час прокатки, що дозволило підтвердити технічну можливість реалізації розробленої технології в умовах існуючого кулепрокатного стану 40-80 ПРАТ «Камет-Сталь».

4. Запропоновано удосконалені технологічні карти прокатки та термічної обробки куль, які дозволяють знизити витрати металу на 10–15%, скоротити енергоспоживання та поліпшити фізико-механічні характеристики готової продукції

5. Економічний ефект від реалізації запропонованих технологічних змін передбачається на рівні зростання обсягів виробництва, зниження собівартості продукції та розширення ринків збуту, як на території України, так і за кордоном

6. На підставі розробок, виконаних в кваліфікаційній роботі, рекомендовано впровадити автоматизовану систему контролю якості, що забезпечить оперативне виявлення дефектів на етапі виробництва, а також здійснити модернізацію нагрівального обладнання для зменшення тепловтрат і підвищення екологічної безпеки виробництва.

7. Подальший розвиток проекту має передбачати розширення асортименту продукції шляхом освоєння виробництва куль діаметром понад 100 мм, а також вдосконалення технологічних процесів з метою повної безвідходної переробки металу.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Штода М.М., Боженко А.В. Визначення основних технічних характеристик прокатної кліти кулепрокатного стану. MININGMETALTECH 2024 – THE MINING AND METALS SECTOR: INTEGRATION OF BUSINESS, TECHNOLOGY AND EDUCATION. VOLUME 1. Riga, the Republic of Latvia. November 28 – 29, 2024. С. 113-115. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-39>

АНОТАЦІЯ

БОЖЕНКО АРТЕМ ВАЛЕРІЙОВИЧ. Удосконалення технології виробництва сталевих куль з метою підвищення продуктивності. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 136 Металургія, ОПП «Металургія чорних металів» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2025.

Об'єктом дослідження є процес поперечно-гвинтової прокатки сталевих куль

Предметом дослідження є технічні та технологічні параметри виробництва куль діаметром 100 мм на кулепрокатному стані..

У першому розділі проаналізовано сучасні технології виготовлення сталевих куль, їх властивості, класифікацію та перспективи розвитку. Надано характеристику технологічної лінії виробництва на підприємстві ПРАТ «Камет-Сталь».

У другому розділі проведено технічні розрахунки калібрування валків, продуктивності прокатного стану та енергосилових параметрів процесу. Обґрунтовано вибір параметрів формуючих елементів.

У третьому розділі виконано розрахунок валка на міцність із врахуванням конструктивних особливостей.

ПОПЕРЕЧНО-ГВИНТОВА ПРОКАТКА, КУЛЕПРОКАТНИЙ СТАН, СТАЛІВІ КУЛІ, КАЛІБРУВАННЯ ВАЛКІВ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

ABSTRACT

BOZHENKO ARTEM VALERIYOVYCH. Improvement technology production of steel balls to increase productivity - Qualified work on the rights of the manuscript.

The object of research is the process of cross-screw rolling of steel balls.

The subject of research is the technical and technological parameters of the production of balls with a diameter of 100 mm on a ball rolling mill.

The first chapter analyzes modern technologies for manufacturing steel balls, their properties, classification and development prospects. The characteristics of the technological production line at the enterprise of PJSC "Kamet-Steel" are given.

The technical calculations of roll pass design, productivity of ball rolling mill and energy-power parameters of the rolling process are carried out in the second section.

The strength calculation of the roller taking according to the importance of design features is performed in the third chapter.

CROSS- SCREW ROLLING, CURLE ROLLING MILL, STEEL CHANGES, ROLL CALIBRATION, PRODUCTIVITY