

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
УНІВЕРСИТЕТ МАТЕЯ БЕЛА (СЛОВАЦЬКА РЕСПУБЛІКА)
ТЕХНІЧНИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ
(КИТАЙСЬКА НАРОДНА РЕСПУБЛІКА)
УНІВЕРСИТЕТ ЕДУКОНС (СЕРБІЯ)
НАРОДНА АКАДЕМІЯ ІМЕНІ ЯНА ГУСА (ЧЕСЬКА РЕСПУБЛІКА)
АКАДЕМІЯ «НАТ КАРАГАНДИНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ АБИЛКАСА САГІНОВА»
(РЕСПУБЛІКА КАЗАХСТАН)**

**МАТЕРІАЛИ
XXXII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ
«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
СУСПІЛЬСТВА»**

**PROCEEDINGS
XXXII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL
CONFERENCE OF YOUNG SCIENTISTS AND SPECIALISTS
«ACTUAL PROBLEMS OF THE SOCIETY'S VITAL ACTIVITY»**

Посвідчення УкрІНТЕІ № 595 від 04.11.2024 р.

Кременчук, 23 – 24 квітня 2025 р.

XXXII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства»

Матеріали конференції – Кременчук: КрНУ, 2025. – 389 с.

Друкується за рішенням вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол ВР № 7 від 24.04.2025).

Програмний комітет

Голова:

Михайло ЗАГІРНЯК – ректор КрНУ імені Михайла Остроградського

Члени програмного комітету

Олександр АНДРЕДЖЕВИЧ – ректор університету Едуконс, Сербія

Марек ДРИМАЛ – декан факультету природничих наук університету імені Матея Бела, Словацька Республіка

Володимир НИКИФОРОВ – перший проректор КрНУ імені Михайла Остроградського

Організаційний комітет

Голова:

Ірина СОЛОШИЧ – керівник науковою діяльністю студентів, аспірантів та молодих учених

Члени організаційного комітету:

Володимир БАХАРЄВ – директор навчально-наукового інституту механічної інженерії, транспорту та природничих наук

Наталія ВНУКОВА – завідувач кафедри екології ЮНЕСКО Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Вікторія ДРУЖИНІНА – декан факультету економіки і управління

Вікторія КОВАЛЬЧУК – начальник науково-дослідної частини

Вікторія ЛАТИШЕВА – декан факультету права, гуманітарних і соціальних наук

Вячеслав МЕЛЬНИКОВ – директор навчально-наукового інституту електричної інженерії та інформаційних технологій

Організаційний секретар

Ярослава ЯКОВЕНКО – голова ради наукового товариства студентів, аспірантів та молодих учених

©Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2025

ISSN 2222-5099

Відповідальність за зміст матеріалів несуть автори і наукові керівники

Відповідальні за випуск: Солошич Ірина, Яковенко Ярослава

моніторингу температурних полів для покращення якості монокристалів кремнію, було проведено порівняльне дослідження. Аналізувалися залишкові напруги та щільність дислокацій у зливках, отриманих на стандартній установці та на модернізованій установці з інтегрованою підсистемою віртуального моніторингу.

Для аналізу залишкових напруг було проведено серію експериментів на ретельно підготовлених зразках у формі тонких пластин товщиною 450 ± 15 мікрметрів. Ці пластини були вирізані з різних зон вихідного металевих злитка, а саме: з його верхньої, центральної та нижньої частин. Такий підхід дозволив дослідити можливу неоднорідність розподілу залишкових напруг по об'єму матеріалу. Перед проведенням вимірювань поверхню кожної пластини було піддано процесам шліфування для забезпечення гладкості та травлення для виявлення мікроструктурних особливостей, що могли б вплинути на розподіл напружень.

Визначення щільності дислокацій у досліджуваних зразках здійснювалося за допомогою автоматизованого телевізійного методу. Цей сучасний метод базується на кількісному аналізі ямок травлення, які утворюються на поверхні металу в місцях виходу дислокацій після спеціальної хімічної обробки (травлення). Процедура включала використання металографічного мікроскопа, обладнаного телевізійною камерою високої роздільної здатності. Зображення мікроструктури поверхні зразка, отримане з мікроскопа, в режимі реального часу передавалося до комп'ютера. Подальша обробка зображення здійснювалася за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Ця програма автоматично ідентифікувала та підраховувала кількість ямок травлення в межах заданого поля зору. Автоматизація процесу підрахунку не лише підвищила швидкість аналізу, але й значно зменшила ймовірність суб'єктивних помилок, властивих ручним методам, забезпечуючи більш точні та відтворювані результати визначення щільності дислокацій. Отримані дані про щільність дислокацій могли бути використані для кореляції з результатами вимірювань залишкових напруг та для кращого розуміння взаємозв'язку між мікроструктурою матеріалу та його механічними властивостями.

ВИСНОВОК. Запропоновано та вдосконалено інноваційний підхід до моніторингу розподілу домішок у кристалічному злитку кремнію безпосередньо під час його вирощування. Суть методу полягає у використанні мультиагентної системи віртуального моніторингу температури розплаву, яка в поєднанні зі спеціалізованим програмним забезпеченням забезпечує детальне відстеження температурних полів у реальному часі.

Розроблене програмне забезпечення забезпечує візуалізацію отриманих даних, аналіз тенденцій та виявлення потенційних неоднорідностей у розподілі температури, які можуть призвести до нерівномірного розподілу домішок та виникнення дефектів у кристалічній структурі. Застосування цього методу дозволяє оперативно коригувати параметри процесу вирощування (наприклад, швидкість росту кристала, градієнт температури в печі) з метою мінімізації небажаних ефектів. Ефективність запропонованого методу була підтверджена експериментально, про що свідчать значні покращення якості отриманих злитків кремнію. Застосування мультиагентної системи віртуального моніторингу температури розплаву дозволило суттєво знизити рівень залишкових напруг у різних частинах зливка:

- У верхній частині зливка спостерігалася зменшення залишкових напруг на 24%.
- У середній частині зливка досягнуто зниження залишкових напруг на 32%, що є найбільш значним покращенням.
- У нижній частині зливка рівень залишкових напруг зменшився на 26%.

Зниження рівня залишкових напруг є критично важливим для поліпшення механічних властивостей та структурної досконалості кремнієвих злитків, що в свою чергу підвищує вихід якісної продукції та знижує собівартість виробництва напівпровідникових матеріалів. Запропонований метод відкриває нові можливості для оптимізації процесів вирощування монокристалічного кремнію та отримання матеріалів з покращеними характеристиками для електронної промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Buonassisi, Tonio & Istratov, Distributions of metal impurities in multicrystalline silicon materials. Progress in Photovoltaics: Research and Applications., 2006, 14. 513 - 531. 10.1002/pip.690.
2. Zhiqiang Hu, Jiayan Li, Yi Tan, Dachuan Jiang, Pengting Li, Interaction of impurity distribution and groove at the micro-zone of solid/liquid interface in silicon, Materials & Design, Volume 214, 2022, 110384.

DOI <https://doi.org/10.32782/2079-5009.krnu25.4.21>

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ РОЗРОБЦІ, ВИГОТОВЛЕННІ ТА ВИПРОБУВАННЯХ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ МАШИН, МЕХАНІЗМІВ ТА ІНСТРУМЕНТІВ

^{1,2}Цимбал Б.М., ¹Голобородько Є.М.

¹Національний університет цивільного захисту України,

²ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

З метою поглиблення рівня забезпечення безпеки праці на сучасних машинобудівних підприємствах необхідно враховувати динамічні зміни у виробничому середовищі та відповідним чином адаптувати системи управління охороною праці до нових умов. Особливої уваги потребують технологічні процеси, пов'язані з виготовленням дослідних зразків машин та механізмів, де ризик виникнення аварійних ситуацій значно вищий,

ніж на стадії серійного виробництва. Практика свідчить, що застосування методів прогнозування поведінки обладнання на ранніх етапах розробки дозволяє виявити потенційно небезпечні фактори ще до того, як вони можуть проявитися у реальних умовах експлуатації [1]. Досягнення в галузі моделювання робочих процесів, зокрема із застосуванням комп'ютерних симуляцій, відкривають нові можливості для створення безпечного середовища праці, що відповідає сучасним міжнародним стандартам [3].

Суттєвим елементом удосконалення безпеки праці є інтеграція принципів сталого розвитку у виробничу практику, що передбачає не лише мінімізацію впливу на здоров'я працівників, а й зменшення шкідливого навантаження на довкілля. Використання ресурсозберігаючих технологій, екологічно безпечних матеріалів та перехід до автоматизованих систем зменшують кількість контактів працівників із небезпечними елементами виробничого процесу. У цьому контексті важливою є не лише відповідність технічного обладнання чинним нормативам, але й постійне оновлення знань персоналу, що досягається через впровадження систем неперервного професійного навчання з питань охорони праці [1, 2].

Удосконалення системи безпеки праці, ґрунтується на НПАОП, стандартах безпеки та результатах практичного впровадження ефективних технологій. Основна увага приділяється комплексному підходу до управління ризиками, що передбачає обов'язковий аудит виробничих умов, ідентифікацію потенційних загроз та розробку заходів з їх нейтралізації [1]. Таким чином, стратегія забезпечення безпеки праці повинна бути гнучкою, інтегрованою у всі етапи життєвого циклу технічного зразка, та спиратися як на науково обґрунтовані методики, так і на практичні результати, отримані в умовах конкретного виробництва [2].

З огляду на виклики, які постають перед підприємствами в умовах цифрової трансформації та зростаючих вимог до безпеки виробництва, стає очевидним, що охорона праці більше не може розглядатися як другорядний напрям діяльності. Вона повинна бути інтегрована у стратегічне планування, зокрема на етапі розробки технічних зразків, де кожне інженерне рішення має супроводжуватися оцінкою його безпечності для персоналу. У контексті цього підходу дедалі актуальнішою стає концепція превентивної безпеки, яка передбачає не просто реагування на вже виниклі інциденти, а системне попередження ймовірних загроз шляхом ретельного аналізу небезпечних зон, вузлів з підвищеним навантаженням та динаміки технологічних процесів [3]. Підкріплення цього процесу сучасними цифровими інструментами, зокрема спеціалізованими програмами тривимірного проєктування, які дозволяють моделювати поведінку обладнання в різних сценаріях експлуатації, сприяє не лише зниженню ймовірності помилок на виробництві, а й підвищенню надійності самого устаткування.

Також важливо наголосити на необхідності формування безпечного виробничого середовища не лише через вдосконалення технічних рішень, але й шляхом підвищення загальної культури безпеки серед працівників. Це охоплює не лише знання технічних норм та стандартів, але й усвідомлення особистої відповідальності за дотримання правил охорони праці, готовність оперативно повідомляти про небезпечні ситуації та пропонувати шляхи їх усунення [1, 2]. Сучасні моделі управління підприємством повинні забезпечувати зворотний зв'язок між керівництвом та виробничим персоналом, включаючи регулярне опитування, внутрішні аудитні перевірки та аналітичну обробку інцидентів задля формування статистичної картини, на основі якої прийматимуться ефективні управлінські рішення.

Крім того, варто звернути увагу на важливість післяпроєктного моніторингу безпеки зразків, що вже пройшли стадію виготовлення та випробувань. Реальні умови експлуатації часто відкривають нові фактори ризику, які могли не проявитися під час лабораторного тестування. Саме тому доцільним є створення системи обліку експлуатаційних відгуків, яка дозволяє не лише вдосконалювати конструкцію у майбутніх проєктах, але й своєчасно вносити необхідні корективи в експлуатаційну документацію, інструкції з безпеки та регламенти технічного обслуговування [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про охорону праці: Закон України від 20.01.2018 р. № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 03.03.2025).
2. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закон України від 11.10.2018. Відомості Верховної Ради України. 1999, № 46-47, ст.403. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1105-14> (дата звернення 03.03.2025).
3. ДСТУ ISO 11161:2014 Безпека машин і механізмів. Інтегровані виробничі системи. Основні вимоги. (EN ISO 11161:2007, EN ISO 11161:2007/A1:2010, IDT), затверджений наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.12.2014 № 1479.

DOI <https://doi.org/10.32782/2079-5009.krnu25.4.22>

ДО ПИТАННЯ ПРО ЗНИЖЕННЯ ТРИЩИНУТВОРЕННЯ В НИЖНІХ ШАРАХ МАСИВУ ПРИ ВИБУХУ

**Соловей А.В., аспірант, Черницький А.В., аспірант, Воробйов В.В., д.т.н., проф.
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського**

Енергія вибуху широко використовується в енергетичному будівництві, під час зведення гребель, каналів, основ для гідротехнічних споруд тощо. Залежно від галузі застосування, до кінцевих результатів вибухового впливу висуваються відповідні вимоги. Зокрема, ведення буровибухових робіт (БВР) під час