

**MECHANICS**

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.298972

**ВПЛИВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА МЕХАНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПЕРЕМІЩУВАННЯ ҐРУНТУ** (стор. 6–11)**Menari Farouk, Sabah Moussaoui, Mourad Belgasmia, Khelifa Abbeche**

Поліпшення ґрунту перш за все є економічним рішенням, щоб зробити ґрунт придатним для забудови, особливо порівняно з методами глибокого закладення фундаменту з використанням палів. Об'єктом цього дослідження є розуміння поведінки ґрунтозмішувального матеріалу, зокрема того, що стосується впливу параметрів навколишнього середовища, будь то: температура, рівень ґрунтових вод, хімічні атаки, явище старіння тощо на механічні та фізичні характеристики (опір простому стисненню, опір простому вигину, модуль пружності, пористість, щільність тощо) ґрунтозмішувальної колони в короткостроковій та віддаленій перспективі. Велика проблема полягає в тому, як провести експерименти в лабораторії, які будуть репрезентативними для різних явищ, що відбуваються в реальному масштабі (на місці). Для цього запропонований підхід, що полягає у вивченні різних ґрунтозмішувальних сумішей, що складаються зі «штучних» ґрунтів (глини та піску) та цементу СЕМ III/C, зі змінним співвідношенням W/C. Після виготовлення тестових зразків із різними дозами цементу та співвідношенням між глиною та закріпленим піском їх витримували за нормальних температурних умов, щоб досягти віку дозрівання (180 днів), щоб можна було розпочати серію експериментів. Після того, як зразки піддалися випробуванню на старіння, їх почали розчавлювати простим стисненням і згинанням. Параметричне дослідження висвітлює відсоток глини, за межами якого опір зменшується, а жорсткість матеріалу може становити проблему для певних будівельних цілей. Різні отримані результати показують, що для низьких доз цементу цикл зволоження-сушіння впливає як на стійкість до простого стиснення, так і до простого згинання, а також кількість циклів суттєво впливає на значення стійкості. З іншого боку, більша чи менша доза цементу не впливає на значення опору. На підставі отриманих результатів зроблено висновок, що вибір дозування цементу в залежності від характеру ґрунту впливає на ґрунтозмішувальну колону та відіграє важливу роль на термін служби колони; тому необхідно приділити першочергове значення вибору дозування цементу в залежності від характеру ґрунту, що обробляється.

**Ключові слова:** ґрунтозмішування, рецептура, механічні властивості, довговічність, пошкодження, цикл старіння, опір стиску, опір згину.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302248

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПОВЕДІНКИ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА ПРИ ОБРИВІ КАНАТУ** (стор. 12–15)**Семенченко С. Р., Дорохов М. Ю.**

Об'єктом дослідження є поведінка вантажу баштового крана під час обриву стропа. Одним з найбільш проблемних місць є безпека роботи та запобігання аварійним ситуаціям. Незважаючи на наявність обов'язкових заходів безпеки, під час транспортування вантажу одна з гілок стропа може бути зруйнована через наявність динамічної складової під час роботи крана, або помилка стропальника при кріпленні вантажу. Також не можна виключити наявність прихованих внутрішніх або непомічених дефектів в самій конструкції стропа. Також одним з найбільш проблемних місць є хаотичні коливання вантажу, які негативно впливають на стійкість крана та на безпеку. У роботі наведено випадок руйнування однієї з гілок двоканатного стропа під час транспортування довгомірного виробу баштовим краном.

Запропонований метод аналізу поведінки вантажу базується на використанні динамічного опису режимів обриву тросових систем у рамках постановки та вирішення диференціально-алгебраїчних рівнянь. Це дозволяє більш точно описати поведінку вантажу при обриві стропа.

Отримані результати показали, що застосування запропонованого методу дозволяє значно приблизити математичну модель дволанкового математичного маятника до дійсних взаємних коливань вантажу під час обриву стропа. Це пов'язано з тим, що запропонований метод має ряд особливостей, зокрема високу чутливість до змін у поведінці вантажу та швидку реакцію на обрив канату.

Ці результати можуть бути використані на практиці при проектуванні та експлуатації баштових кранів. Завдяки застосуванню запропонованого методу забезпечується можливість отримання точних значень показників поведінки вантажу та своєчасного виявлення обриву канату. У порівнянні з аналогічними відомими методами, цей метод має такі переваги, як висока ефективність, надійність і безпека роботи.

**Ключові слова:** баштовий кран, розрив стропа, дволанковий маятник, коливання вантажу, рівняння Лагранжа, нелінійні диференціальні рівняння.

**MECHANICAL ENGINEERING TECHNOLOGY**

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302148

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЩОКОВОЇ ДРОБАРКИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДРОБЛЕННЯ МАТЕРІАЛУ** (стор. 16–21)**Казак І. О., Сідоров Д. Е.**

Об'єктом дослідження є конструкція щоккової дробарки для дроблення вапняка для виготовлення силікатної цегли. Робота присвячена дослідженню проблеми зниження ефективності дроблення матеріалу у щокковій дробарці. Ефективність дроблення матеріалів у щоккових дробарках забезпечує якість виготовлення цегли та ін. Тому дана робота направлена на вибір способу удосконалення конструкції щоккової дробарки для підвищення ефективності дроблення матеріалу.

У роботі визначено класифікацію щоккових дробарок, їх переваги та недоліки, описано принцип роботи найбільш поширених у застосуванні в будівельній галузі щоккових дробарок з простим і складним хитанням щоки. Проведено літературно-патентний пошук і аналіз існуючих способів підвищення ефективності дроблення матеріалу у щоккових дробарках. В результаті літературно-патентного пошуку обрано та запропоновано один з способів удосконалення конструкції щоккової дробарки для підвищення ефективності

дроблення матеріалу на основі застосування поздовжніх виступів на рухомій щоці. Виступи на плоских ділянках робочої поверхні плити виконано з однаковим кроком їх розташування в межах кожної ділянки зі зменшенням кроку розташування виступів в напрямку віддалення від верхньої частини плити. Розглянута конструкція рухомої щоки з поздовжніми виступами у щоківній дробарці дозволить забезпечити надійне втягування матеріалу в проміжок між рухомою й нерухомою щоками, що забезпечує високі контактні напруження, які діють на подрібнюваний матеріал з боку робочої поверхні плити.

У порівнянні з відомими конструкціями щоківних дробарок удосконалена конструкція щоківної дробарки має рухома щока з поздовжніми виступами різних розмірів. При цьому ці виступи розташовані на трьох ділянках робочої поверхні плити зі зменшенням їх розміру в напрямку з верхньої частини плити. Це сприятиме забезпеченню високих контактних напружень, що діють на подрібнюваний матеріал з боку робочої поверхні щоки, під час його просування між рухомою й нерухомою щоками. Також така конструкція робочої щоки щоківної дробарки з поздовжніми виступами сприяє підвищенню ефективності руйнування різноманітних матеріалів.

**Ключові слова:** щоківна дробарка, рухома щока, нерухома щока, поздовжні виступи, ефективність дроблення матеріалу, контактні напруження.

## METALLURGICAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301259

### ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО КОРЕКТУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЧАВУНУ, ЩО ВИПЛАВЛЯЄТЬСЯ В ЕЛЕКТРОДУГОВІЙ ПЕЧІ, НА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АУДИТУ СЕРІЙНИХ ПЛАВОК (стор. 22–26)

Ніколаєв Д. А.

Об'єктом дослідження у роботі є чавун марки СЧ20 по ГОСТ 1412-85 (ДСТУ EN 1561, EN-GJL-200), що виплавляється в електродуговій печі. У цій роботі було визначено показники серійних плавок чавуну, що використовується для виливків машинобудівного призначення, якими обрано вміст елементів хімічного складу.

Існуюча проблема полягає в тому, що неможливість урахування багатьох факторів впливу на формування хімічного складу чавуну при плавці призводить до відхилень хімічного складу від вимог, регламентованих технічними умовами. Основною причиною цього є неконтрольованість хімічного складу шихтових матеріалів та складність точного визначення угару елементів в процесі плавки. Це може призвести до формуванню браку литва, або до зайвих витрат на плавку, пов'язаних з необхідністю додаткових технологічних операцій та використання додаткових матеріалів для усунення виявлених відхилень складу від вимог.

Запропоновано процедуру технологічного аудиту серійних плавок, особливою якої є комплексна оцінка фактичних показників плавки. Вони включають в себе: математичні очікування вмісту елементів хімічного складу, оцінки їх дисперсій, середньоквадратичних відхилень, систематичних похибок, полів розсіювання та відхилень нижньої та верхньої межі вмісту кожного елементу від нижньої та верхньої межі, яких вимагають технічні умови. Результатами такого аудиту є можливість розрахунку коригуючих комбінацій з шихтових матеріалів та феросплавів, що усувають неточності в розрахунку шихти та визначення угару елементів в процесі плавки.

За результату аудиту по виборці з 31 серійної плавки встановлено, що середній вміст по елементах С, Mn, Si, Cr перевищує середнє, необхідне технічними умовами. Ці відхилення становлять: +0.04 % С, +0.06 % Mn, +0.038 % Si, +0.06 % Cr. Для компенсації цих відхилень запропонована наступна комбінація шихтових матеріалів та феросплавів, що вводяться в розплав перед видачею чавуну на ділянку заливки: 44 кг брухст сталевий +88 кг чавун переробний.

Представлене дослідження буде корисним для машинобудівних підприємств, що мають в своїй структурі ливарні цеха, де виплавляють чавун для виготовлення виливків.

**Ключові слова:** електродугова плавка, хімічний склад чавуну, технологічний аудит, серійна плавка, шихтові матеріали, феросплави.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301715

### ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИТИХ ГАЛЬМІВНИХ БАРАБАНІВ У РОЗОВИХ ПІЩАНИХ ФОРМАХ (стор. 27–30)

Лисенков В. Ю., Дьомін Д. О.

Об'єктом дослідження у роботі є технологія виготовлення виливка «барабан гальмієвий» із чавуну базової марки СЧ20 за ГОСТ 1412-85 (ДСТУ EN 1561, EN-GJL-200). Існуюча проблема полягає в тому, що внаслідок недосконалості технологічних процесів виготовлення виливків можливі остаточні внутрішні дефекти усадкового характеру. Це може призводити до зменшення міцності та зниження експлуатаційної надійності барабанів незалежно від хімічного складу, який може відповідати технічним умовам та мав би забезпечувати задані показники міцності відповідно до марки чавуну.

На основі результатів 3D-моделювання виявлено, що за існуючої технології виготовлення виливків гальмієвого барабану в розових піщаних формах остаточні дефекти усадкового характеру формуються у верхній частині виливку. Для усунення цієї проблеми запропоновано рішення щодо збільшення величини припуску на механічну обробку по верхній поверхні виливку. Можливе перевищення маси виливку та перевитрата сплаву, що виникнуть при втіленні цього рішення, може бути компенсоване зменшенням припуску на інші поверхні на основі їх оптимізації методом розмірних ланцюгів та зменшенням товщини стінки виливку. Для цього запропоноване зменшення вмісту вуглецю в сплаві, як фактор підвищення міцності на розтяг чавуну. На основі проведених 90 серійних плавок в промислових умовах доведена можливість підвищення межі міцності чавуну приблизно 11 % за допомогою зниження середнього вмісту в чавуні вуглецю з 3.45 % до 3.4 %.

Запропоновані рішення становлять суть удосконалення технології виготовлення литих гальмієвих барабанів, що виготовляються литтям у разові піщані форми.

Представлене дослідження буде корисним для машинобудівних підприємств, що мають в своїй структурі ливарні цеха, де виплавляють чавун для виготовлення виливків.

**Ключові слова:** гальмієвий барабан, хімічний склад чавуну, припуски на механічну обробку, серійна плавка чавуну, шихтові матеріали, межа міцності чавуну.

## MATERIALS SCIENCE

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.300260

**РОЗГЛЯД ЕЛЕКТРОННОГО СЕРЕДНЬОГО ТРАНСПОРТУ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ НИЗЬКОГО РОЗМІРУ** (стор. 31–41)**Aicha Zouaneb, Elfahem Sakher, Rachid Tigrine, Abdallah Bendoura, Aissa Benselhoub**

Об'єктом дослідження є складна сфера локалізації енергії та когерентного балістичного електронного транспорту в низькорозмірних кремнієвих квантових дротах, зокрема тих, що леговані атомами германію. На відміну від своїх тривимірних аналогів, низьковимірні системи демонструють унікальну поведінку електронного транспорту, що вимагає нових аналітичних підходів для всебічного розуміння. Як ядро це дослідження використовує теорію узгодження фазового поля (PMFT) і наближення жорсткого зв'язку (ТВ), складні методології, які дозволяють глибоко зануритися в квантово-механічні нюанси цих систем. Через цю лінзу досліджено складну динаміку дисперсійних співвідношень, фазових факторів, групових швидкостей та, зокрема, вплив дефектів, утворених легуванням германієм.

Це дослідження ретельно аналізує, як ці дефекти впливають на електронну та теплопровідність, а також на щільність станів, пропонуючи нове розуміння ролі резонансів Фано у флуктуаціях спектрів пропускання та відбиття. Виявлено, що ці резонанси в значній мірі залежать від природи дефектів, їх конфігурації та електронних параметрів поблизу них, підкреслюючи нюанси взаємодії між складом матеріалу та електронними властивостями в системах низької розмірності.

Наслідки зроблених висновків виходять далеко за рамки теоретичних. Вони прокладають шлях для значних досягнень у нанотехнологіях і дизайні електронних пристроїв, підкреслюючи потенціал для створення більш ефективних, високопродуктивних компонентів. Крім того, ця робота пропонує структуру для розробки методологій неруйнівного контролю, які могли б зробити революцію в матеріалознавстві, забезпечивши точний аналіз дефектів у системах низької розмірності, не завдаючи шкоди. Це особливо важливо для поточної розробки матеріалів з оптимізованими властивостями для різних застосувань, від електроніки до зберігання енергії.

По суті, це дослідження не тільки збагачує наше розуміння фізики, яка керує системами низької розмірності, але також пропонує практичне розуміння того, як використовувати ці властивості для технологічних інновацій. Подолуючи розрив між теоретичною фізикою та матеріалознавством, це дослідження закладає основу для наступного покоління електронних компонентів і методів неруйнівного оцінювання, знаменуючи значний крок вперед у застосуванні квантової механіки до реальних проблем.

**Ключові слова:** теорія відповідності фазового поля (PMFT), жорстке прив'язування (ТВ), формалізм Ландауера Бюттікера, функції Гріна.

## TECHNOLOGY AND SYSTEM OF POWER SUPPLY

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.300264

**ПРОЄКТУВАННЯ МЕТОДУ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ FRACCADE** (стор. 42–50)**Рубель В. П., Пшук В. Я.**

Об'єктом дослідження у роботі є програмне забезпечення FracCADE, за допомогою якого можливо змоделювати процес гідралічного розриву пласта (ГРП), та свердловина досліджуваного родовища, на якій проєктується метод інтенсифікації. Даний симулятор гідророзриву пласта розроблений компанією Schlumberger Ltd. на основі перевірених фізичних принципів гідралічного розриву пласта для оптимізації процесу обробки та перевірених на практиці. Система включає в себе ряд моделей гідралічного розриву пласта, від 2D-моделей до обширних 3D-симуляторів з боковим зв'язком. Вона включає в себе ряд взаємодоповнюючих модулів для оптимізації рідини гідророзриву та пропанту, графіки закачування, моніторингу в реальному часі, вирівнювання тиску, прогнозування видобутку та економічної оцінки. Деякі моделі дозволяють проводити моделювання геометрії тріщини, розв'язувати задачі по концентрації пропанту та моделювати можливе екранування внаслідок перекриття пропантом тріщини або процес дегідратації.

ГРП залишається одним з основних інженерних інструментів збільшення продуктивності свердловин. Ефект досягається за рахунок:

- створення провідного каналу (тріщини) через пошкоджену (забруднену) зону навколо свердловини, з метою проникнення за її межі;
- поширення каналу (тріщини) в пласті на значну глибину з метою подальшого збільшення продуктивності свердловини;
- створення каналу (тріщини), який дозволив би змінити, вплинути на течію флюїду в пласті.

В останньому випадку, ГРП справді стає ефективним інструментом, що дає змогу керувати роботою пласта (зокрема змінювати його фільтраційні характеристики) та реалізувати довгострокові стратегічні програми розробки. Концепція ГРП досить проста. Загалом, для відносно простої геології, фізичні основи теорії ГРП досить добре розроблені та перевірені. Здебільшого, складності зводяться до двох проблем: реальних геологічних умов і складної багатодисциплінарної природи самого процесу ГРП.

Процес проєктування ГРП з метою досягнення певного результату тісно пов'язаний з механікою гірських порід (що впливає на геометричні параметри тріщини), гідромеханікою рідини (в якій вирішуються задачі управління течією робочої рідини та розміщенням пропанту в тріщині) та хімією, що визначає поведінку матеріалів, які використовуються при проведенні ГРП. Причому проєкт ГРП обов'язково має враховувати фізичні обмеження, що накладаються специфікою реального родовища та свердловини. Крім того, щоб досягти бажаних результатів, операцію ГРП необхідно проводити в суворій відповідності з розрахунками (тобто повний цикл, в якому кожна операція відіграє свою роль).

**Ключові слова:** FracCADE, гідралічний розрив пласта, тріщина, проникність, пропант, в'язкість, свердловина, продуктивний горизонт.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301779

**АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ З ГІБРИДНИМ СОНЯЧНИМ КОЛЕКТОРОМ ТА АКУМУЛЯТОРОМ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ** (стор. 51–56)

Мисак С. Й., Шаповал С. П.

Об'єктом дослідження є теплопередача у гібридному тепловому фотоелектричному геліоколекторі.

Міжнародні угоди та стратегії, спрямовані на боротьбу зі змінами клімату та зниження викидів парникових газів, наполегливо закликають до активного впровадження відновлюваних джерел енергії у світовому масштабі. Особливий акцент робиться на розвитку сонячної енергетики, яка має значний потенціал зростання завдяки постійному вдосконаленню технологій та здешевленню виробництва. З огляду на це, автори зосередились на розробці та аналізі комп'ютерної моделі інноваційної гібридної системи, що ефективно поєднує сонячний колектор для одночасного вироблення як теплової, так і електричної енергії.

Дослідження передбачало детальне вивчення змін температури теплоносія в гібридному фотоелектричному геліоколекторі та тепловому акумуляторі протягом періоду сонячного опромінення. Завдяки ретельному моніторингу було встановлено основні закономірності поступового підвищення температури в обох ключових компонентах гібридної системи. Додатково було проведено оцінку динаміки зміни миттєвої теплової потужності геліоколектора під впливом різноманітних факторів, таких як інтенсивність сонячного випромінювання, кут нахилу колектора, швидкість вітру тощо.

Результати комп'ютерного моделювання продемонстрували середній показник коефіцієнта корисної дії всієї гібридної системи, а також його варіації впродовж певного часу роботи. Крім того, було проаналізовано зміну миттєвої питомої теплової потужності та загальну ефективність вироблення теплової енергії гібридним фотоелектричним геліоколектором. Особлива увага приділялася дослідженню динаміки зміни теплової ефективності всієї системи, а також її здатності ефективно накопичувати теплову енергію в спеціалізованому акумуляторі.

Комплексний аналіз дозволив отримати ключові теплофізичні параметри розробленої гібридної системи з фотоелектричним геліоколектором. Ці дані є надзвичайно важливими, оскільки дозволять інженерам та науковцям точно розраховувати потенційну продуктивність та ефективність такої системи при її майбутньому впровадженні у практичне використання. Загалом, результати дослідження підкреслюють перспективність розвитку гібридних сонячних колекторів як однієї з провідних технологій у галузі відновлюваної енергетики у контексті глобальних викликів зміни клімату.

**Ключові слова:** енергоефективність, геліоколектор, тепловий акумулятор, система енергопостачання, альтернативні джерела енергії.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302255

**РОЗГЛЯД ПИТАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ ПРИ БУРІННІ ВИБІЙНИМ ДВИГУНОМ** (стор. 57–61)

Світлицький В. М., Ягодовський С. І., Сагала Т. А.

Об'єктом дослідження обрано динамічні процеси, що відбуваються у бурильній колоні під час поглиблення вибою у глибоких свердловин. Робота направлена на розв'язання задачі для ідеалізованої системи у вигляді стрижневих систем при збереженні її головних коливних властивостей.

Розглянуто характер коливних процесів, які виникають в бурильній колоні при бурінні вибійними двигунами, який у деяких випадках виявляється дуже складним. У загальному випадку, зміна динамічного процесу проходить за аперіодичним законом, на який накладаються процеси коливного характеру з наростаючим (затухаючим) характером амплітуд різних частот.

Теоретично встановлено вплив моментних характеристик вибійного двигуна та долота на розвиток коливних процесів у бурильній колоні в процесі буріння свердловини.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень коливних процесів і їх взаємодія з використанням запропонованих моделей поглиблення вибою у подальшому дає можливість створити імітаційну модель. Ця модель включала б в себе врахування режимних параметрів буріння, механічні властивості розбурюваних порід і компоновки низу бурильної колони (КНБК).

Отримані результати досліджень на практиці можуть бути застосовані в процесі проектування конструкції низу бурильної колони (КНБК) з використанням вибійних двигунів, зокрема і гвинтових, застосування яких призводять до енергонапруженості, ускладнення робочих процесів і конструктивних схем. Внаслідок цього змінюється характер вібрацій та знижуються вібраційні навантаження на деталі вибійного двигуна, долота та елементи бурильної колони.

Надалі, необхідно враховувати гідродинаміку та тип, а також конструкцію та параметри застосованих вибійних елементів для розробки їх динамічних моделей.

**Ключові слова:** бурильна колона, вибійний двигун, долото, низькочастотні коливання, коливні процеси, поглиблення вибою.