



ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.311777

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГРАНУЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ ЕКСЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ (стор. 6–11)**Острога Р. О., Юхименко М. П., Мищенко Д. І., Скиданенко М. С., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Пономарьова Л. М., Jozef Bosko**

Об'єктом дослідження є процес гранулювання мінеральних добрив шляхом застосування методів обкочування та прильовання, а також у псевдозріджених та завислих шарах з активною гідродинамікою потоків. Зазначено, що розвиток основних технологічних стадій виробництва гранульованих добрив треба спрямувати на вдосконалення апаратурного оформлення грануляторів, встановлення найбільш раціональних режимно-технологічних параметрів ведення процесу з метою підвищення його ефективності та зменшення енергетичних витрат. Зазначено, що основними показниками ефективності грануляційних установок, що використовують тепло, є економічні витрати, втрати ексергії, а також приведені витрати. Представлено методіку ексергетичного аналізу щодо оцінки енергетичних витрат на процеси гранулювання у різних типах грануляторів, яка дозволяє обґрунтувати вибір раціональних параметрів зазначених процесів, враховуючи енергетичні витрати та ефективність обладнання. Представлені рівняння для визначення величини ексергії матеріальних потоків та ексергетичних втрат, що обумовлені теплообміном при кінцевих різницях температур технологічних потоків на вході в апарат та виході із нього. Представлено рівняння для визначення ексергетичного к.к.д., який характеризує енергоефективність технічної системи. Чим менша різниця температур для технологічних потоків на виході з апарата, тим менші ексергетичні втрати, вище значення ексергетичного к.к.д. і, відповідно, апарат буде мати більшу енергоефективність. Проведено ексергетичний аналіз процесів гранулювання у грануляційних баштах без охолоджувача, у грануляційних баштах з охолоджувачем, апаратах киплячого шару та багатоступеневих (полічних) апаратах. Аналіз показав, що ексергетичний к.к.д. для вказаних грануляційних установок дорівнює відповідно: 64 %, 71 %, 32 % та 96 %. Отримані результати дослідження можуть бути застосовані в умовах виробництва, де використовуються грануляційні башти та апарати киплячого чи зваженого шарів. Підприємства, які планують знизити енерговитрати та підвищити екологічну безпеку своїх технологічних процесів, можуть впроваджувати вдосконалення на основі запропонованих методик та рівнянь. Застосування результатів дослідження сприятиме вибору більш раціональних показників процесу отримання гранул, що дозволить збільшити продуктивність та якість кінцевого продукту.

Ключові слова: гранулювання мінеральних добрив, гранулятор, карбамід, прильовання, обкочування, активна гідродинаміка, гранулоутворення, ексергії.

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ПРОМИСЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.314228

МОДЕЛЮВАННЯ РЕГУЛЬОВАНИХ ПЛАЗМОННИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СФЕРИЧНИХ ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА В МАТРИЦІ ОРГАНІЧНОГО НАПІВПРОВІДНИКА (стор. 12–18)**Яремчук І. Я., Булавинець Т. О., Смачило Ю. Б., Мисюк Ю. І., Фітзьо В. М., Стахіра П. Й.**

Об'єктом дослідження є керовані плазмонні властивості сферичних та еліпсоїдальних наночастинок срібла в органічній напівпровідниковій матриці. Розраховано усереднені перерізи поглинання, розсіювання та оптичну ефективність випромінювання сферичних та еліпсоїдальних наночастинок срібла. Для моделювання оптичних параметрів зібраних сферичних та еліпсоїдальних наночастинок використано довгохвильовий статистичний підхід. Тут використовується статистичне усереднення, де поглинання та розсіювання розглядаються від «ефективної» частинки, властивості якої мають статистичну природу. Такий підхід дозволяє уникнути складних розрахунків з урахуванням деталей спектральних характеристик окремих наночастинок різної форми. В роботі показано, що пік перерізів поглинання та розсіювання матриці нанокомпозиту, що містить ансамблі сферичних наночастинок різного розміру, буде зміщений в короткохвильову область спектра в порівнянні з ансамблями однакових сферичних наночастинок. Крім того, спостерігається незначне збільшення перерізу поглинання та зменшення перерізу розсіювання, що підтверджує наявність наночастинок меншого розміру. Проведено дослідження композиційного матеріалу, що містить випадково диспергований ансамбль еліпсоїдальних наночастинок однакової та різної форми та розмірів в органічній напівпровідниковій матриці. Ансамбль однакових еліпсоїдальних наночастинок характеризується наявністю двох плазмонних піків, що відповідає характеристикам однієї еліпсоїдної наночастинок. Зовсім інша ситуація спостерігається, якщо врахувати, що нанокомпозит буде містити ансамбль еліпсоїдальних наночастинок різної форми та розміру. Такі наночастинок будуть характеризуватися одним плазмонним піком як для перерізу поглинання, так і для перерізу розсіювання. Це можна пояснити тим, що зі зменшенням розміру еліпсоїдальних наночастинок зменшується відстань між піками, що відповідають за поздовжню та поперечну моди плазмонного збудження. Крім того, збільшення розподілу форми призводить до розширення перерізу спектрів поглинання та розсіювання. Ефективність оптичного випромінювання зростає зі збільшенням розподілу за розмірами. Показано, що зміна показника заломлення органічної напівпровідникової матриці в основному впливає лише на величину перерізу розсіювання ансамблю диспергованих у ній еліпсоїдальних наночастинок. Це дослідження є попереднім кроком до вивчення впливу цих частинок на властивості органічних світловипромінювальних структур.

Ключові слова: срібло, сферичні та еліпсоїдні наночастинок, пік плазмонного резонансу, переріз поглинання, переріз розсіювання, ансамбль наночастинок.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.314219

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ ПАРОВИХ ТУРБІН ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ НЕБАЛАНСУ ПОТУЖНОСТІ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ (стор. 19–29)**Кривда В. І., Максимов М. В., Зубак В. В., Іванєєв А. М., Рябошапка Р. М.**

Об'єктом дослідження є процес регулювання небалансів потужності за рахунок автоматизованого управління параметрами парових турбін. У роботі вирішується проблема мінімізації небалансів потужності в електроенергетичній системі шляхом розробки моделі автоматизованого управління параметрами парових турбін. Це забезпечить якісне регулювання частоти та потужності, підвищить

ефективність і стабільність роботи електроенергетичної системи та забезпечити новий метод управління для надійного електропостачання споживачів.

У роботі проведено аналіз існуючих моделей та методів регулювання небалансу потужності, розроблено динамічну модель автоматизованого управління паровими турбінами К-300-240, що включає механіко-гідрравлічну систему, паровий котел та пароперегрівач. В результаті дослідження запропоновано вдосконалений метод регулювання потужності, що забезпечує ефективну роботу електроенергетичної системи. Проведена оцінка ефективності регулювання небалансів на основі запропонованого критерію ефективності поставки та споживання електроенергії, який базується на згортті частинних критеріїв в загальний критерій ефективності електропостачання. В якості частинних критеріїв поставки та споживання електроенергії були запропоновані наступні критерії: критерій об'єму, критерій якості та критерій ефективності поставки електроенергії. Результати дослідження вказують на необхідність наявності резерву на кожній паровій турбіні у розмірі 10 % від її номінальної потужності, що пояснюється оцінкою ефективності поставки електроенергії серед розглянутих режимів роботи систем. Наявність резерву потужності на кожній паровій турбіні у розмірі 10 % від їх номінальної потужності забезпечує найбільш ефективне електропостачання в межах розглянутих режимів роботи електроенергетичної системи з урахуванням збурень та як небалансу потужності генерації та споживання електроенергії. Отримані результати досліджень можуть бути застосовані в стратегії первинного регулювання небалансів потужності в електроенергетичній системі, завдяки створенню резерву потужності у розмірі 10 % від номінальної потужності на кожній паровій турбіні, та організації автоматизованого управління параметрами парових турбін.

Ключові слова: електроенергетична система, ефективність, надійність, якість, регулювання частоти, збурення, небаланс, парова турбіна, первинне регулювання.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.314048

МОНІТОРИНГ ПРОЦЕСУ ІНЕРТИЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ТАНКІВ СУДЕН КЛАСУ LNG (стор. 30–37)

Матейко О. В.

Наведені результати щодо моніторингу процесу інертизації вантажних танків суден, що призначені для перевезення зрідженого природного газу. Визначено, що обов'язковим етапом вантажних операцій в порту вивантаження зрідженого природного газу є інертизація танків. Зазначено, що на судах-газовозах джерелом інертних газів можуть бути: димові гази суднових допоміжних котлів; гази, що генеруються в генераторі інертних газів під час спалювання в них рідкого палива; безпосередньо хімічно чистий інертний газ (як правило, азот). Також зазначено, що інертизація вантажних танків виконується за одним із двох методів: або розведенням газової атмосфери (яке є процесом змішування двох середовищ), або заміщення газової атмосфери (при якому гази, що подаються в танк, утворюють поділяючий шар і поступово витісняють пари залишків вантажу). Стійкість та суцільність поділяючого шару визначає якість процесу інертизації вантажних танків. Контроль стану поділяючого шару у вантажному танку неможливий оптичними або візуальними засобами контролю, що обумовлюється непрозорим середовищем усередині танка. В зв'язку з цим цілісність поділяючого шару, що розділяє, а також рівень, на якому він знаходиться у вантажному танку, запропоновано визначати шляхом вимірювання концентрації інертного газу в обсязі танка. Дослідження виконувались на судні-газовозі вантажомісткістю 42563 м³. Інтертизація вантажних танків судна забезпечувалась за допомогою азоту, який генерувався генератором інертних газів за технологією Pressure Swing Adsorption. Моніторинг концентрації азоту в обсязі вантажного танку виконувався на рівнях, що відповідали 5 %, 20 %, 50 %, 80 % та 95 % глибини танку. Дослідження щодо визначення впливу тиску азоту, що надходить у вантажні танки для їх інтертизації, на стійкість і цілісність поділяючого шару виконувались у діапазоні значень 0.95–1.05 МПа. Тривалість експерименту становила 210 хвилин, фіксація значень концентрації азоту виконувалася через кожні 30 хвилин. В результаті було встановлено оптимальні значення тиску, за якими процес інтертизації забезпечується за мінімальний час. Також були визначені критичні значення тиску, за якими відбувається руйнування поділяючого шару.

Ключові слова: вантажні танки, інтертизація вантажних танків, інтертизація з використанням азоту, концентрація інертного газу, судно-газовоз.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.313937

ПОБУДОВА УЗАГАЛЬНЕНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА ШВИДКІ РОЗРАХУНКИ ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЕРТОВИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕАКТОРАХ З ПОЗДОВЖНИМИ СТРУМАМИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ІНДУКТОРІВ НА ГРАФІЧНОМУ КАЛЬКУЛЯТОРІ (стор. 38–49)

Польщиков Г. А., Жуков П. Б.

Об'єктом дослідження є квазістаціонарне обертове магнітне поле (ОМП), генероване циліндричними індукторами з поздовжніми обмотками в робочому просторі технологічних реакторів, зокрема реакторів, призначених для роботи з магнітними частинками (МЧ). Теорія ОМП у робочому просторі реакторів досі розроблена недостатньо, що стримує широке впровадження аналізованих досить складних технологій в практику. Розрахунок ОМП конкретного реактора може бути зроблено точно та повно за допомогою сучасних програм на основі методу скінчених елементів, але він не замінює загальної теорії та теоретичного аналізу. У літературі вивчені окремі випадки кругових та еліптичних плоскопаралельних ОМП у реакторах аналізованого типу, проте аналітичні формули плоскопаралельного ОМП для загального випадку m -фазних циліндричних індукторів зовнішнього та внутрішнього виконання з симетричними поздовжніми обмотками не представлені.

У цій роботі побудовано математичну модель та отримано узагальнені аналітичні формули для магнітної індукції, що зв'язують характеристики плоскопаралельного ОМП у робочому просторі реакторів на холостому ході з основними параметрами зовнішніх та внутрішніх циліндричних індукторів з m -фазною симетричною поздовжньою обмоткою. Проведено фізичний аналіз та підтверджено адекватність моделі. За допомогою запропонованих формул та безкоштовного, простого у використанні графічного калькулятора

Desmos проведено швидкі пробні розрахунки та аналіз ОМП у кількох реакторах з двополюсними зовнішніми індукторами та різними обмотками на три фази (на 6 та 42 пази) та на шість фаз (12 пазів). Результати розрахунків узгоджуються з експериментальними та літературними даними.

Нові аналітичні формули, а також продемонстровані методи швидких оціночних розрахунків, аналізу та експериментальних досліджень рекомендуються до практичного впровадження при дослідженні, розробці та експлуатації реакторів такого типу. Для проведення розрахунків достатньо мати ноутбук чи смартфон, підключений до мережі інтернет, витрати часу незначні. Результати роботи будуть корисні технологам, інженерам і розробникам як реакторів типу, що розглядається, так і інших пристроїв з ОМП схожого призначення.

Ключові слова: індуктори обертового магнітного поля, кругове та еліптичне магнітне поле, магнітний привід дрібних частинок, реактори з магнітними частинками.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.314138

РОЗГЛЯД ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУРІННЯ ГЛИБОКИХ СВЕРДЛОВИН (стор. 50–56)

Світлицький В. М., Іванків О. О., Біленко Н. О.

Об'єктом дослідження є компановка низу бурильної колони при встановленні гвинтових підсилювачів. Одним з найбільш проблем є місце встановлення гвинтового підсилювача у компоновці низу бурильної колони та її вплив на динамічні властивості породоруйнівного інструменту.

Отримано результати дослідження впливу застосування гвинтового підсилювача на ефективність буріння глибоких свердловин. За результатами досліджень зокрема визначено, що накладання вібрації часто викликає зміну характеру взаємодії долота з породою вибою, тому установка підсилювача в різних точках компоновки буде по різному впливати на показники буріння. Показано, що кінетична енергія, накопичена обважненими бурильними трубами, при встановленні підсилювача над долотом, передається через гвинтовий механізм породоруйнюючому інструменту (долоту) і є операцією, яка призводить до збільшення показників буріння.

Завдяки проведеним дослідженням доведено, що властивість елементів бурильної колони та діючих на них збурень коливних процесів різної природи пов'язані з динамічною навантаженістю її елементів за встановлення підсилювача в різних місцях компоновки низу колони. Це пов'язано з тим, що запропонований гвинтовий підсилювач використовують з фрикційним запобіжником, що обумовлює обертовий рух гвинта під дією крутного моменту та поступальним рухом гайки разом з наддолотною масою, скріпленою з долотом.

У більшості практичних випадків, особливо під час глибокого буріння, долота виходять з ладу через руйнування опор кочення шарошок, що призводить до заклинювання шарошок та їх залишення на вибої. Для використання на практиці у запропонованій конструкції застосовано фрикційний запобіжник, за допомогою якого долото через пружний елемент з'єднується з колоною бурильних труб. Аналітичні дослідження та проведені розрахунки показують, що даний гвинтовий підсилювач буде ефективно забезпечувати руйнування будь-яких порід, особливо під час перевантажень без проковзування доліт та застосовуватись для спорудження свердловин в рідких гірничо-геологічних умовах.

Ключові слова: свердловина, буріння, динамічний стан, гвинтовий підсилювач, механічна швидкість, поглиблення за рейс.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.314230

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ РЕЦЕПТУРИ БІОПОЛІМЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ (стор. 57–61)

Рубель В. П., Сліченко Р. О.

Об'єктом дослідження є біополімерна система «X» – це комплексний склад, що включає біополімер, солі та термостабілізатор, призначений для використання в бурових розчинах при високих температурах. Складовими рецептури є комплексний реагент «X» для регулювання структурно-механічних, реологічних і фільтраційних властивостей, а також інгібітори (хлориду натрію та калію) та наповнювача. Компоненти біополімерної системи (хлорид натрію, органо-мінеральний кольматант термостабілізатор) підвищують її термостійкість. Одним з найбільш проблемних місць є механізм термостабілізуючої дії хлориду натрію. Він пов'язаний зі збільшенням загальної мінералізації бурового розчину, що приводить до деякої конформації молекул біополімера, забезпечує прискорення процесів гелеутворення та протидію температурному розрідженню системи.

Отримані результати можна пояснити таким чином:

– збільшення концентрації хлориду натрію призводить до збільшення іонної сили розчину, що сприяє зміні конформації молекул біополімеру, посиленню міжмолекулярних взаємодій і, як наслідок, підвищенню в'язкості та стабільності системи;

– органо-мінеральний кольматант термостабілізатор сприяє утворенню на стінках свердловини фільтраційної кірки, яка перешкоджає втратам рідини та знижує проникність порід;

– всі компоненти системи взаємодіють між собою, впливаючи на властивості розчину. Оптиміальне співвідношення компонентів дозволяє досягти необхідних реологічних характеристик і забезпечити стабільність системи при високих температурах.

В результаті обробки інформації щодо технологій розкриття продуктивних горизонтів було зазначено недоліки та переваги кожної з них. Розглянуто вже існуючі системи бурових розчинів, які використовуються для розкриття продуктивних горизонтів в умовах високих температур. Але більша увага приділялася вибору нової оптимальної рецептури біополімерної системи, відповідно до заданих реологічних та структурно-механічних властивостей для подальшого впровадження в практику. Завдяки цьому забезпечується можливість отримання прогнозних параметрів бурового розчину.

Запропонована система має ряд переваг порівняно з аналогічними а саме:

– система зберігає свої властивості при високих температурах;

– система забезпечує необхідні значення в'язкості, фільтрації та статичного напруження зсуву;

– завдяки використанню оптимальної рецептури досягається висока ефективність при відносно невисокій вартості.

Ключові слова: біополімерна система, буровий розчин, кольматант, фільтрація, свердловина, реологічні параметри, регресійна модель.