



ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.327212

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РОТОРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИН
ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ ТА ДОРОЖНИХ РОБІТ** (стор. 6–12)

Голубченко О. І., Карпушин С. О., Кроль Р. М., Пантелєєнко В. І., Червоноштан А. А.

Об'єктом дослідження є робочий процес швидкісного відділення елементів ґрунтового масиву ріжучими елементами ротора. Існуюча проблема полягає в тому, що різання ґрунту ротором відбувається під час поступального руху базової машини. Це створює складну траєкторію ріжучої крайки та призводить до постійної зміни товщини стружки. Врахування траєкторії руху ріжучих крайок і функції зміни товщини стружки дозволяє точніше оцінювати енергетичні характеристики приводу ротора.

Ключові параметри, такі як крутний момент на приводному валу, потужність приводу та споживання енергії, аналізувалися в роботі як функції геометрії робочого органу, частоти обертання, швидкості базової машини та властивостей ґрунту. Отримані математичні моделі враховують фактичні траєкторії ріжучих елементів і зміну товщини різання ґрунту. Також враховано умови взаємодії з навколишнім середовищем та фізико-механічні властивості ґрунту. Розроблено методику інженерного розрахунку та оптимізації параметрів роторного робочого органу. Вона враховує конструкцію та розміри ротора, умови взаємодії та навколишнє середовище. Аналіз робочого процесу роторного робочого органу із заданими параметрами та властивостями ґрунту дозволив встановити наступне:

– Витрати потужності на привід та енергоємність процесу при прямому та зворотному різанні ґрунту практично однакові. Розбіжності не перевищують 5 %.

– У зворотному режимі середня горизонтальна складова опору різанню збільшується у 1,15–1,25 рази, порівняно з прямим різанням. Однак вектор сили опору спрямований у бік руху робочого органу, що зменшує потрібне тягове зусилля базової машини.

– Середнє значення вертикальної складової опору різання у зворотному режимі в 2,0–2,5 рази менше, ніж при прямому різанні. Це зменшує зусилля, необхідне для заглиблення робочого органу або зміни глибини розробки ґрунту.

Представлене дослідження буде корисним для машинобудівних підприємств, що займаються проектуванням та виготовленням землеерийно-дорожніх машин, зокрема з активним роторним робочим органом.

Ключові слова: роторний робочий орган, траєкторія різання, ріжучі ножі, товщина різання, абсолютна швидкість, енерговитрати.

МЕТАЛУРГІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.325757

**ЗБУРЕННЯ ПЕРШОЇ ФОРМИ КОЛИВАНЬ РІДКОГО МЕТАЛУРГІЙНОГО ШЛАКУ У ЧАШІ ШЛАКОВОЗУ
В ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ** (стор. 13–18)

Поворотний В. В., Яйчук О. О., Каряченко Н. В., Щербина І. В., Погребняк Р. П., Зданевич С. В., Кімстач Т. В., Дьяченко Н. К.

Об'єктом даного дослідження є процес коливання рідкого металургійного шлаку в шлаковій чаші під впливом прискорення. У роботі розглядаються коливальні процеси в чашах, які використовуються на залізничних та автомобільних шлаковозах, що відрізняються конструкцією та умовами експлуатації. Однією з ключових проблем, пов'язаних з транспортуванням рідкого шлаку, є динамічна нестійкість розплаву, що призводить до коливань та виплискування, що може створювати загрозу безпеці та знижувати ефективність процесу транспортування. У зв'язку з цим, дослідження динаміки рідкого шлаку в чашах різної конструкції є актуальною задачею, спрямованою на оптимізацію параметрів транспортування та розробку заходів щодо зниження ризику виплискування шлаку.

На основі результатів чисельного моделювання встановлено, що характер коливань рідкого шлаку в чаші суттєво залежить від величини пришвидшення, типу шлаку та конструкції чаші. Зокрема, визначено діапазони прискорень, при яких спостерігаються різні режими коливань, від незначних збурень на поверхні до інтенсивного виплискування шлаку. При цьому, відмінності в характері коливань для різних типів шлаку та конструкцій чаш лежать в межах, що визначаються їх фізико-хімічними властивостями та геометричними параметрами.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про можливість розробки заходів експлуатації шлакових чаш, а також їх конструкцій у напрямку зниження амплітуди коливань рідкого шлаку, що, в свою чергу, сприяє підвищенню безпеки транспортування та зменшенню динамічних навантажень на стінки чаші.

Отримані дані можуть бути використані при проектуванні нових конструкцій чаш для оптимізації їх форми та внутрішніх елементів з метою мінімізації коливань шлаку. Крім того, подана інформація може бути корисною для металургійних підприємств для розробки ефективних методів контролю та моніторингу стійкості шлаку при транспортуванні.

Ключові слова: шлакова чаша, густина, вязкість, транспортування, прискорення, чисельне моделювання, рідкий шлак.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.325695

**ПОБУДОВА КІНЕТИЧНОГО РІВНЯННЯ ВИДАЛЕННЯ ВУГЛЕЦЮ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ВИПЛАВКОЮ СТАЛІ
В МЕТАЛУРГІЙНІЙ СИСТЕМІ «ВАГРАНКА – МАЛИЙ КОНВЕРТЕР»** (стор. 19–23)

Макаренко Д. М., Селівьорстова Т. В., Доценко Ю. В., Осипенко І. О., Дзевочко О. М., Переверзєва А. М., Дзевочко А. І.

Об'єктом дослідження у роботі є процес виплавки сталі в малому конвертері, який працює в парі з вагранкою.

Існуюча проблема полягає в тому, що керування процесом отримання сталі в кисневому конвертері ускладнюється через необхідність визначення в реальному часі поточного хімічного складу розплаву, зокрема вуглецю. Це пов'язане з тим, що швидкість видалення вуглецю надто велика, внаслідок чого процес видалення вуглецю швидкоплинний. Тому здійснити регулювання на основі зворотного зв'язку по неперервному вимірюванню надто складно. Наявність зазначеної проблеми потребує рішень, що стосуються можливостей розробки чи покращення програмного керування процесом.

Показано, що на визначених ділянках процесу в межах кожної часової ділянки продувки киснем розплаву в конвертері кінетична крива має лінійний вигляд з постійним значенням коефіцієнту перед вхідною мінною. Але значення початкового коефіцієнту для кожного рівняння, яке описує процес в своїх

межах, змінюється. Це дає змогу стверджувати, що в разі зміни початкової умови, кінетичні криві зсуються одна відносно одної паралельно. На основі цього побудовано систему рівнянь, що описують процес видалення вуглецю в малому кисневому конвертері, який отримує рідкий чавун з вагранки.

Показано, що для користування отриманою системою рівнянь необхідно знати початковий вміст вуглецю в розплаві, що видається з вагранки, і він залежить від способу подачі кисню у вагранку. На основі моделювання цього процесу по двох варіантах – використанням «гострого дуття» та подачею кисню в повітря, що вдувається в фурми, побудовано номограму. Вона дозволяє визначати початковий вміст вуглецю для практичного використання отриманої системи рівнянь.

Використання отриманої системи дає змогу визначати час, по завершенню якого має бути зроблена відсічка кисню. Це дозволить вирішити реалізувати програмне керування процесом продувки розплаву у конвертері.

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

Ключові слова: ваграночна плавка, конвертер, продувка киснем, гостре дуття у вагранці, кінетичні рівняння.

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.325343

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ТА ГЕОХІМІЧНИХ АСПЕКТІВ ПРИ ПІДВИЩЕННІ НАФТОВИЛУЧЕННЯ ТА ЗБЕРІГАННІ CO₂ В НАФТОВИХ ПЛАСТАХ (стор. 24–29)

Петренко Т. С.

Об'єктом дослідження є процеси багатофазної фільтрації в пористих середовищах. Ці процеси відбуваються при нагнітанні діоксиду вуглецю (CO₂) у нафтові пласти з метою підвищення нафтовилучення. Також об'єктом є міжфазові явища, геохімічні взаємодії та технологічні операції з управління свердловинами, пов'язані з цими процесами.

Одним з найбільш проблемних місць є недостатнє розуміння складних взаємозв'язків. Ці взаємозв'язки існують між фізико-хімічними процесами на мікрорівні (міжфазний натяг, змочуваність, розчинність, адсорбція, геохімічні реакції) та макроскопічними характеристиками пласта (проникність, пористість, неоднорідність). Важливими є і технологічні параметри нагнітання CO₂ (тиск, температура, швидкість, об'єм). Це призводить до неоптимального вибору технологій підвищення нафтовиддачі, передчасних проривів CO₂, низьких коефіцієнтів нафтовилучення, а також ускладнює прогнозування поведінки системи «пласт – флюїд – CO₂» у довгостроковій перспективі, зокрема, з точки зору безпеки зберігання CO₂. Також проблемним місцем є обмеженість існуючих емпіричних моделей, що описують вплив закачування CO₂ на продуктивність свердловин, які не враховують у повній мірі гетерогенність пласта та складність фізико-хімічних процесів.

Отримано комплексний огляд механізмів взаємодії CO₂ з пластовими флюїдами та породою. Проаналізовано вплив надкритичного CO₂ на міжфазний натяг, змочуваність, набухання та в'язкість нафти. Розглянуто геохімічні реакції та їх вплив на проникність. Досліджено контроль рухливості CO₂. Розроблено математичні співвідношення для розрахунку дросельних пристроїв. Проведено аналіз промислових даних, що виявив нелінійний відгук свердловин і дозволив уточнити регресійні моделі.

Завдяки цьому забезпечується можливість отримання підвищених коефіцієнтів нафтовилучення та довгострокового зв'язування CO₂. У порівнянні з аналогічними відомими методами, CO₂ забезпечує зниження міжфазного натягу, зменшення в'язкості нафти, розчинення залишкової нафти та потенційне зменшення викидів парникових газів. Уточнені регресійні моделі дозволяють точніше прогнозувати продуктивність свердловин. Розроблені математичні співвідношення забезпечують ефективне управління свердловинами. Отримані результати можуть бути використані на практиці для оптимізації процесів розробки нафтових родовищ із застосуванням технологій нагнітання CO₂, а також для оцінки та забезпечення безпеки довгострокового зберігання CO₂ в геологічних формаціях.

Ключові слова: діоксид вуглецю, нафтовилучення, багатофазна фільтрація, проникність, геохімічні взаємодії, змочуваність, штуцери.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.325362

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОПОЛІМЕРНОЇ СИСТЕМИ ВІД ТИСКУ, ТЕМПЕРАТУРИ ТА КОНЦЕНТРАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ (стор. 30–34)

Рубель В. П., Сліченко Р. О.

Об'єктом дослідження є біополімерна система «Х», що використовується як безглинистий буровий розчин для розкриття продуктивних горизонтів. Біополімерна система «Х» – безглинистий буровий розчин для буріння похило-спрямованих і горизонтальних свердловин, розкриття продуктивних горизонтів в умовах високих тисків і температур.

Відмінною особливістю біополімерної системи є високий рівень мінералізації, підвищена термостійкість і висока густина, що значно розширює сферу застосування безглинистих розчинів.

При цьому ця система має ряд суттєвих переваг:

- високий рівень мінералізації;
- підвищена термостійкість (працездатна до 150 °C);
- висока густина, що розширює сферу застосування;
- забезпечує вищий коефіцієнт відновлення проникності колекторів порівняно з традиційними обважненими розчинами;
- низький вміст колоїдних часток, що зменшує ризик погіршення продуктивних характеристик пласта;
- можливість регулювання фільтраційних властивостей при високих температурах та тисках.

На основі проведених досліджень можна виділити наступні недоліки:

1. Суттєве збільшення показника фільтрації при підвищенні температури (нелінійна залежність з коефіцієнтом кореляції 0,773).
2. Необхідність підтримки постійної концентрації хлориду калію (~3 %) для забезпечення якості розкриття продуктивних пластів.
3. Складність регулювання властивостей через необхідність точного підбору концентрацій різних компонентів (хлориду натрію та органо-мінерального коагулянту).

Отримано оптимальне співвідношення компонентів для забезпечення стабільності системи при температурах до 150 °C: концентрація хлориду натрію 15–20 %, стабілізатора 0,75–1 %. Це пов'язано з тим, що запропонований склад має ряд особливостей синергетичної взаємодії компонентів,

зокрема утворення стійких комплексів між біополімерами та іонами натрію, що перешкоджає термічній деструкції полімерних ланцюгів при високих температурах. При цьому стабілізатор формує додатковий захисний шар навколо полімерних молекул, забезпечуючи їх стійкість до окиснення та гідролізу в умовах високого тиску до 7 МПа.

Отримані результати досліджень свідчать про можливість ефективного використання біополімерної системи в умовах високих температур і тисків завдяки термостабілізуючому впливу хлориду натрію та органо-мінерального коагументу.

Ключові слова: біополімерна система, реологічні властивості, стабільність біополімерів, оптимізація рецептури, високотемпературна стабільність.

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ПРОМИСЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.325777

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІД РОБОЧОЮ НАПРУГОЮ (стор. 35–44)

Сахно О. А., Скрупська Л. С., Одіяка К. В., Василевський В. В., Шило С. І.

Об'єкт дослідження – системи безперервного контролю технічного стану маслonaповненого високовольтного електротехнічного обладнання в процесі експлуатації, що використовуються для автоматизованого діагностування технічного стану обладнання, прогнозу ресурсу та зменшення вірогідності аварійних випадків.

Робота присвячена пошуку можливостей зниження витрат на системи безперервного контролю, з врахування військового стану в Україні. Проблема зумовлена необхідністю застосування таких систем для підвищення безпеки персоналу та надійності енергопостачання, зниження ризиків відмов внаслідок погіршення технічного стану обладнання через непередбачуване вичерпання ресурсу або прискорений розвиток прихованих дефектів через воєнні дії (наднормовані струми короткого замикання, перенапруги). Але з врахування того, що відновлення електроенергетичної структури України відбувається в умовах обмежених фінансових ресурсів, одним з важливих завдань є застосування систем безперервного контролю з оптимальним співвідношенням ціна/діагностичні можливості для забезпечення необхідного рівня діагностики з скороченням матеріальних затрат на такі системи.

В роботі наведено результати аналітичного дослідження експлуатації систем безперервного контролю, що експлуатуються на різних електроенергетичних об'єктах протягом останніх 20 років. Запропонований у даному дослідженні підхід до діагностики під робочою напругою спрямований, перш за все, на попередження аварійних ситуацій, викликаних найбільш частими причинами аварійних випадків, пов'язаних з: частковим перекриттям конденсаторної ізоляції, ростом відносного вологонасичення трансформаторного масла, появою розчинених газів у маслі. Застосування такого підходу дозволить підвищити надійність енергетичної інфраструктури та покращити стратегії виявлення несправностей та профілактичного обслуговування при зниженні витрат на організацію автоматизованої діагностики по відношенню до звичайних систем безперервного контролю стану високовольтного обладнання, які активно встановлюються на електроенергетичних об'єктах України в останні роки.

Ключові слова: системи онлайн моніторингу, трансформаторне масло, попередження аварійних випадків, аналіз розчинених газів, частковий пробій ізоляції.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326080

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ (стор. 45–49)

Горбенко О. В., Лапенко Г. О., Лапенко Т. Г., Колотій С. Ю.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси сушіння насіння зерна кукурудзи, енергетичні установки. Одним з найбільш проблемних місць для виробників агропродукції є забезпечення енергією технологічних процесів доведення зернового матеріалу до показників реалізації продукції. А у період воєнного та післявоєнного стану в Україні це вимагає нестандартних підходів та шляхів реалізації. Тому для роботи в автономному режимі технологія передбачає використання біомаси, електроенергії сонячних батарей та/або дизельного генератора для подачі теплоносія в зону сушіння зерна. Наявність біомаси забезпечується шляхом очищення зернового матеріалу після збирання та поживних остатків.

В ході дослідження розглянуто технологію сушіння зерна кукурудзи в ТОВ «Агротехсервіс» Полтавського району Полтавської області (Україна) з використанням модульної зерносушарки Сапфір 2134 з удосконаленим котлом на біомасі.

Результати досліджень роботи зерносушарки з використанням різних видів палива (газ, дизельне паливо, альтернативне паливо) показали, що витрати енергоносія для зниження вологості на 1 тонно-відсоток склали: для газу – 1,5 м³; для дизельного палива – 1,8 л; для біомаси – 3,4 кг. Отримано сумарну вартість сушки на зерносушарці Сапфір 2134, яка становить 0,205 дол., що в 3,7 рази менше, ніж при використанні природного газу і в 9,2 рази менше, ніж при використанні дизельного палива. Це пов'язано з тим, що запропонована технологія передбачає використання удосконаленого котла на біомасі та альтернативних джерел енергії.

Завдяки цьому забезпечується можливість отримання середньої добової економії з використанням зерносушарки даної моделі з удосконаленим котлом на біомасі, яка буде становити близько 1,1 тис. дол. У порівнянні з аналогічними процесами сушіння зерна кукурудзи дані дослідження показали економічну доцільність використання біомаси в якості енергетичного матеріалу для виробництва теплової енергії у процесі сушіння зерна кукурудзи.

Ключові слова: сушіння зерна кукурудзи, біомаса, зерносушарка, енергоефективність, котел на біопаливі, альтернативні джерела енергії.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326476

ОЦІНКА ВИТРАТИ ПАЛИВА В СТАНДАРТНИХ ЇЗДОВИХ ЦИКЛАХ І У РЕАЛЬНІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ (стор. 50–56)

Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я., Шевчук В. В., Артюх О. М., Магац М. І., Сукач О. М., Хотунов В. І.

Об'єкт дослідження – базова витрата палива автобуса у стандартних міських циклах і тотожних умовах у реальній експлуатації.

Для оцінки витрати палива використовуються стандартні їздові цикли. Це дозволяє споживачам порівняти автобуси та обрати кращий, а виробникам у процесі вдосконалення автобусів також дозволяє оцінити витрату палива. Однак, інколи стандарти можуть не відповідати реальності. Тому для деяких

міст розробляються конкретні маршрути, що потребує суттєвих витрат на розробку. Дана проблема вирішується збором достовірної інформації по середній витраті палива при терміні експлуатації 1 рік і пробігах автобусів 40–90 тис. км. Як правило, експлуатуючі організації не надають таку інформацію. Розвиток електронних систем управління дозволяє отримати інформацію із додатково встановлених заводом-виробником «чорних скриньок», які записують інформацію у процесі всього терміну експлуатації автобуса. Такий підхід і реалізовано в даній роботі.

Представлено існуючі стандарти з визначення витрати палива у міських їздових циклах. Наведено результати моделювання та реальних випробувань. Зібрано інформацію із «чорних скриньок» з витрати палива на 12 автобусах за 1 рік експлуатації при пробігах від 40 до 90 тис. км на автобусах «Атаман» А092Н6. Витрата палива склала 16,4–21,2 л/100 км при експлуатації автобусів в одному місті (виробник заявляє до 23 л/100 км). Це дає можливість вирішити проблему збору достовірної інформації з витрати палива на основі круглорічної експлуатації автобусів, яка в такому форматі раніше не здійснювалась.

Результати даного дослідження дозволять експлуатуючим організаціям побачити реальну витрату палива на автобусах «Атаман» А092Н6 у місті. Реалізація даного підходу на інших автобусах дозволить аналогічним чином отримувати дані для зацікавлених організацій. Це дозволить оцінювати витрати палива без додаткових випробувань, що скоротить витрати на дослідження.

Ключові слова: витрата палива автобусами, їздові цикли, дорожні випробування, перевезення пасажирів, міський цикл.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326512

ВПЛИВ КОРОЗІЙ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРШОГО КОНТУРУ НА РОЗПОДІЛ ВІДКЛАДЕНЬ В ЦИРКУЛЯЦІЙНОМУ ТРАКТІ РЕАКТОРА SMR 160 (стор. 57–62)

Козлов І. А., Ковальчук В. І., Степура Д. Ф., Лисак М. В., Мілев В. П.

Об'єктом дослідження є тракт циркуляції водо-водяного малого модульного реактора. Робота направлена на оцінку впливу інтенсивності процесів корозії на утворення відкладень на поверхнях першого контуру реакторного модуля SMR 160. Виконано аналіз структури контуру, оцінено інтенсивності корозійного руйнування та інтенсивності відкладень на локальних ділянках контуру. Циркуляційний контур вертикальної архітектури, рух теплоносія, в якому збуджує тепловий напір, створений підігрівом в активній зоні та охолодженням в парогенераторі.

Методологія базується на принципі матеріального балансу переходу продуктів корозії в теплоносії та осадження їх на поверхнях контуру. Для оцінювання швидкості корозії використані результати комплексних досліджень, проведених на станціях в умовах нормальної експлуатації та на фізичних моделях ділянок першого контуру в лабораторних умовах. Оцінювання швидкості відкладень виконано за співвідношеннями, що враховують вплив концентрації осаджуваної субстанції в теплоносії, теплового навантаження ділянки та витрати теплоносія. Розрахунки показали, що головним джерелом оксидів заліза в контурі є поверхня парогенератора, обумовлюючи перевищення середнього значення їх концентрації на кінцевих ділянках, а оксиди цирконію надходять з поверхні активної зони та вздовж всього тракту зберігають значення концентрації близьке до середнього. Результати дослідження засвідчили, що висока корозійна стійкість конструкційних матеріалів контуру істотно обмежують перехід і накопичення продуктів корозії в теплоносії. Своєю чергою низькі концентрації продуктів корозії в теплоносії стримують формування їхніх відкладень на поверхнях активної зони та парогенератора. Оцінено величини поверхневої щільності відкладень та їх середньої товщини.

Аналіз процесів корозії конструкційних матеріалів і розподілу їхніх відкладень у контурі дозволяють прогнозувати рівень радіаційного забруднення та планувати терміни експлуатаційного обслуговування системи.

Викладена методика дозволяє оцінювати ефективність застосовуваного воднохімічного режиму.

Ключові слова: модульний реактор, водно-хімічний режим, корозія, відкладення, аустенітні сталі, цирконій.

DOI: 10.15587/2706-5448.2025.326746

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СУМІШОУТВОРЕННЯ В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА (стор. 63–68)

Жевжик О. В., Потапчук І. Ю., Горячкін В. М., Ракша С. В., Босий Д. О., Резник А. В.

Об'єктом дослідження є процес утворення паливної суміші у вихровій камері згоряння, розташованій у поршні дизеля.

Неефективне сумішоутворення призводить до збільшення питомої витрати палива та шкідливих викидів в атмосферу. Дослідження спрямовані на визначення умов, за яких досягається повне випаровування крапель, і необхідного співвідношення кількості парів палива та доступного повітря залежно від радіуса поршня.

Розроблено математичну модель для опису поведінки крапель палива під дією аеродинамічних сил, процесів теплообміну та фазових переходів. Розрахунками визначено радіальну концентрацію парів палива та розподіл повітряно-паливного відношення. Дослідження показало, що краплі палива розміром до 90,7 мкм повністю випаровуються, що сприяє утворенню об'ємної суміші. Модель також ідентифікувала області, де суміш досягає стехіометричних умов, необхідних для самозаймання, зокрема при радіусі $r/R_c = 0,22$.

Це пояснюється швидким випаровуванням дрібних крапель, кількість яких в залежності від розподілу по діаметру становить більшість, і високими швидкостями їх руху відносно повітря та високими коефіцієнтами масопередачі в початковій зоні розпилення.

Дослідження демонструє, що незважаючи на нерівномірний розподіл парів палива, досягається об'ємне сумішоутворення. Взаємодія між краплями палива та закрученим рухом повітря забезпечує належне змішування, сприяючи повному та ефективному згорянню палива.

Результати можна застосувати для оптимізації конструкцій дизельних двигунів шляхом покращення геометрії камери згоряння та стратегії впорскування палива. Модель особливо корисна для двигунів з системою впорскування палива під високим тиском. Результати роботи сприяють розробці більш ефективних дизельних двигунів, які відповідають суворішим нормам щодо викидів.

Ключові слова: рух крапель, випаровування, утворення суміші, дисперсність розпилення, об'ємне горіння, надлишок повітря, нерівномірність пари.