

Вплив в'язкості робочих рідин на процес їх ультразвукового розпилення

О.Д. Коваль • М.С. Козерацький

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Received: 25 June 2017 / Accepted: 12 September 2017

***Анотація.** Відомо багато методів, завдяки яким є можливість розпилити рідину з заданою дисперсністю. Кожний з цих методів має свої переваги та недоліки. Більшість авторів розглядало в своїх роботах нев'язкі рідини. Зменшити в'язкість рідини можливо різними методами, один з яких є нагрівання. У роботі розглянуто задачу, щодо вибору температурних параметрів для ультразвукового розпилення в'язкої рідини.*

Попередні експерименти показали, що ультразвукова обробка рідини призводить до її нагрівання, а при досягненні «критичної температури» відбувається розпилення. Але на нагрівання рідини ультразвуковим диспергатором потрібно витратити додатковий час, що може стати суттєвим недоліком, що зробить неможливим використання такого методу розпилювання. Одним із шляхів подолання труднощів, пов'язаних з зниження в'язкості, є попереднє нагрівання рідини до заздалегідь визначеної температури.

Метою даної роботи було визначити особливості розпилення в'язкої рідини, яку попередньо було нагріто до певної температури.

***Ключові слова:** ультразвукове розпилення, в'язка рідина, температура розпилення.*

Вступ

В наш час багато технологічних процесів потребують використання рідинного аерозолю. Ефективність таких процесів значною мірою залежить від параметрів рідинного аерозолю, та можливість автоматичного керування параметрами аерозолю, залежно від зміни деяких параметрів технологічного процесу.

Наприклад, для систем підготовки паливно-повітряних сумішей з витратою аерозолю не більш за 6000мл/год, застосовується паливний аерозоль із дисперсністю 50...150 мкм, а при карбюраторній системі 15...60 мкм.

В сільському господарстві при створенні сучасних тепличних комплексів для отримання необхідної вологості атмосфери застосовують рідинний аерозоль, але використання аерозолю з діаметром краплин більше 300...400 мкм неприпустимо, так як великі краплі рідини за певних умов перетворюються в оптичні фокусуєчі системи, які можуть пошкодити листя.

В деяких технологічних процесах машинобудівної, хімічної, нафтопереробної промисловості та в сільському господарстві, виникає потреба створювати аерозолі з діаметром крапель 500 мкм і більше при продуктивності до 6000 л/год.

Відомі способи розпилення рідини, які використовуються на практиці, можна поділити на гідравлічний, пневматичний, механічний, електростатичний, пульсаційний, з попереднім газонасиченням та акустичний. Розглянемо деякі з них [1, 2].

При гідравлічному способі розпилення вдається отримати аерозоль з дисперсністю від 10 до 2600 мкм.

За принципом дії форсунки поділяються на струменеві (щілинні, циліндричні, з кільцевим отвором, а також з сопловим отвором у вигляді кругового розрізу), із зіткненням струменів (із зіткненням циліндричних струменів та із зіткненням плоских струменів), ударно-струменеві, відцентрові (тангенціальні, шнекові та спіральні), відцентрово-струменеві та комбіновані [1, 3].

Регулювання розміру факелу можливе за рахунок зміни кількості плоских струменів та кута зіткнення, а в ударно-струменевих форсунках форма факелу буде залежною від конструкції відбивача. Слід зазначити, що автоматизоване керування дисперсністю та формою факелу аерозолю майже не можливе, так як зміна будь-якого параметру може призвести до зміни умов зіткнення струменів.

Найбільш ефективними при застосуванні в різних технологічних процесах є відцентрові форсунки, так як деякі з них за конструктивними особливостями регульованими, тобто можна змінювати продуктивність, але це може привести до значної зміни умов утворення та руйнування рідинної плівки, що в свою чергу може суттєво вплинути на дисперсність аерозолу.

Перевагами гідравлічного способу розпилення можна вважати достатньо високий ККД (2-4 кВт на диспергування 1 т рідини), відносну простоту виготовлення та можливість отримання достатньо малої продуктивності. Однак виготовлення дуже малих отворів є досить складною задачею.

Суттєвим недоліком гідравлічного способу розпилення є високі вимоги до чистоти рідини, що розпилюється.

Для ефективного використання гідравлічного способу розпилення рідини необхідно створити високий тиск, щоб забезпечити високу швидкість витікання рідини через форсунку з отвором малого діаметра, що сприятиме ефективному та швидкому розпаду струменя. При цьому конструктивні особливості форсунок також будуть відігравати важливу роль у формуванні факелу аерозолу заданої форми. До того ж малі розміри отворів форсунок підвищують вимоги щодо якісного фільтрування рідини.

Пневматичний спосіб розпилення має досить обмежені можливості застосування, особливо при впорскуванні в замкнені ємності. Дисперсність аерозолу при пневматичному способі розпилення і лежить в межах 100...2000 мкм [4]. Розмір крапель аерозолу при пневматичному способі розпилення в основному залежить від відносної швидкості потоку газу [1, 2, 4]. Регулювання дисперсності та продуктивності може відбуватися за рахунок зміни співвідношення параметрів потоків рідини та газу.

Основним недоліком пневматичного способу розпилення є низький ККД цього способу отримання аерозолу (50-60 кВт на 1 т рідини) та необхідність застосування додаткового робочого тіла та обладнання для його стиснення.

При механічному способі розпилення за рахунок відцентрових сил рідина зривається з розпилювача і подрібнюється на краплі. Це дозволяє отримати аерозоль з дисперсністю 50...150 мкм. Продуктивність деяких розпилювачів можна регулювати за рахунок зміни подачі рідини в інтервалі від 0,1 до 1000 л/год без зміни якості розпилю.

За конструкцією робочого елемента механічні діляться на дискові, чашкові, конусні, зіркові, соплові і реактивні розпилювачі. Форма факелу при механічному розпиленні та його характеристики, в основному, визначаються конструкцією робочого елемента.

Основною перевагою механічного способу розпилення є здатність розпилювати високов'язкі рідини та суспензії, хоча можливість керування такими розпилювачами дуже обмежена.

Значним недоліком цього способу є низький ККД (15 кВт на диспергування 1 т рідини), груба дисперсність аерозолу та складність виготовлення та експлуатації.

При електростатичному способі розпилення під дією електричного поля на поверхні плівки рідини відбувається деяке розподілення тисків, що деформує плівку і викликає втрату стійкості, що в свою чергу призводить до руйнування плівки з утворенням крапель [3, 4].

Частковий випадок електростатичного способу розпилення – електродинамічний, при якому можна отримати дисперсність аерозолу від 140 до 420 мкм. Краплі, які утворилися в наслідок такого способу розпилення рідини, несуть в собі дуже високий заряд, а швидкість електростатичного розпилення у цьому випадку досить велика.

Суттєвим недоліком цього способу розпилення є те, що створити стабільний факел із такого аерозолу не можливо, а транспортування і формування потоку аерозолу можна вважати майже не керованим.

Перевагою електростатичного способу розпилення рідини є малі непродуктивні втрати аерозолу завдяки контрольованому і спрямованому уздовж силових ліній руху крапель аерозолу.

При пульсаційному способі розпилення руйнування рідини відбувається за рахунок накладання пульсацій на потік рідини, що призводить до збільшення поверхневої енергії, швидкої втрати стійкості потоку і більш тонкого диспергування [1-5].

Дисперсність і форма факелу у пульсаційному способі розпилення залежать від частоти пульсацій. Причому у форсунках з переривником при зменшенні частоти кут розпилю і щільність факелу зменшуються, а у форсунках зі збудником значних змін не відбувається. Однак у форсунках зі збудником збільшення частоти пульсацій вище за 20 Гц технічно ускладнено.

Значною перевагою пульсаційного способу розпилення є можливість поєднання з будь-яким з вище розглянутих способів. При цьому до переваг того чи іншого способу додається ще підвищення якості і однорідності дроблення, яке досягається без значного збільшення енергозатрат і при незначному ускладненні конструкції розпилювача. Дисперсність аерозолу при цьому способі розпилення лежить у межах 30...100 мкм

При способі розпилення з попереднім газонасиченням для збільшення поверхневої енергії в рідині перед витоком з форсунки попередньо вводять інертний по відношенню до обох фаз або технологічний газ. Дисперсність аерозолу при цьому способі розпилення може досягти 6...40 мкм [1, 4].

У своїх дослідженнях ми використовували ультразвукове розпилення різноманітних рідин.

Акустичний спосіб розпилення дає можливість отримати аерозоль за рахунок накладання або введення в рідину акустичних коливань звукового або ультразвукового діапазону (акустичні свистки Гальтона, генератори Гартмана та інших), що дає можливість отримати аерозоль дисперсністю 50...600 мкм при значній продуктивності (до 6000 л/год). Отримання аерозолу значно меншої дисперсності при малих продуктивностях за умови можливості електронного керування процесом розпилення, що застосовується у великій кількості технологічних процесів дозволяє застосовувати магнітострикційний або п'єзоелектричний способи створення ультразвукових коливань.

Акустична енергія підводиться до границі розділу газового і рідинного середовищ. У випадку підведення ультразвукових коливань з боку рідини можливе розпилення в фонтані та в тонкому шарі [1, 4, 6].

Розпилення рідини у фонтані здійснюється за рахунок введення в рідину високочастотних (1...3 МГц) ультразвукових коливань. Досягнення необхідного рівня інтенсивності ультразвукових коливань відбувається завдяки застосуванню акустичних фокусуєчих систем, які забезпечують концентрацію ультразвукової енергії в точці поблизу поверхні розділу двох середовищ – рідини та газу. В якості фокусуєчих систем зазвичай використовують п'єзоелементні полусферичної форми або збиральні акустичні лінзи, під якими встановлюють звичайні плоскі п'єзокерамічні елементи [6].

Дисперсність цього способу розпилення знаходиться у діапазоні 0,5...5 мкм [5, 6]. При такому способі продуктивність розпилення води лежить в межах 0,001...0,05 л/хв.

Нажаль факел аерозолу, що утворюється при цьому способі розпилення, не піддається формуванню, оскільки незначні по масі краплинки аерозолу легко відносяться в різні боки при незначному русі повітря. Регулювання продуктивності, в даному випадку, практично не можливе. Вказані особливості значно звужують області можливого застосування цього способу розпилення [4, 6].

Розпилення рідини в тонкому шарі відбувається за рахунок введення ультразвукових коливань в тонкий шар рідини, що призводить до виникнення, так званого, кавітаційно-хвильового механізму розпилення. Реалізація цього способу відбувається за допомогою спеціальних ультразвукових диспергаторів, в яких за рахунок застосування трансформаторів коливальної швидкості забезпечується досягнення необхідної амплітуди коливань, при якій досягається руйнування капілярних хвиль на поверхні шару рідини, що вкриває вібруючу поверхню [4, 6].

При цьому способі розпилення отримується аерозоль з дисперсністю в межах 5...30 мкм. Продуктивність при вказаному способі розпилення лежить в межах 0,05...2,5 л/хв. При цьому продуктивність може регулюватися у такому широкому діапазоні електронними засобами, наприклад, за рахунок зміни амплітуди коливань поверхні розпилювання. Дисперсність аерозолу при цьому залишається практично не змінною.

Процес ультразвукового розпилення в тонкому шарі являє собою комбінований кавітаційно-хвильовий механізм руйнування міжмолекулярних зв'язків в рідині.

Для реалізації процесу ультразвукового розпилення на п'єзоелектричний перетворювач подається синусоїдальний сигнал, який забезпечує збудження диспергатора на частоті електромеханічного резонансу. Електронна схема збудження автоматично підтримує резонансну частоту при зміні зовнішніх факторів, наприклад, навантаження, внаслідок зміни товщини шару рідини, або температури, коливання якої приводять до зміни поздовжніх резонансних розмірів диспергатора і умов стиснення п'єзоелементів перетворювача.

При невеликому рівні сигналу збуджена торцева поверхня диспергатора, яка покрита тонким шаром рідини, вібрує з малою амплітудою. Введена акустична енергія в основному витрачається на подолання в'язкого тертя в рідині.

Підвищення амплітуди коливань випромінюючої поверхні призводить до утворення на поверхні шару рідини капілярно-гравітаційних хвиль. До моменту досягнення деякого «порогового» значення амплітуди коливань капілярно-гравітаційні хвилі утримуються силами поверхневого натягу в стійкому стані. Подальше підвищення рівня акустичної енергії призводить до експоненціального збільшення амплітуди капілярно-гравітаційних хвиль і втрати ними стійкості. При цьому з гребеня хвилі, яка втрачає стійкість, долаючи сили поверхневого натягу, зривається крапля аерозолу і починається процес, так званого хвильового розпилення з утворенням близького до монодисперсного аерозолу. Експериментально підтверджено наявність моменту початку процесу хвильового розпилення з лавиноподібним збільшенням інтенсивності при поступовому збільшенні, що вводиться в рідину, ультразвукової енергії.

Встановлено [7], що граничне значення амплітуди коливань вібруючої поверхні диспергатора, при якому відбувається перехід капілярно-гравітаційних хвиль в нестійкий стан, виражається залежністю

$$A_{\Pi} = \frac{\delta \lambda_{\kappa}}{2\pi^2 f}, \quad (1.1)$$

де δ - декремент затухання; λ_{κ} - довжина капілярних хвиль

$$\delta = 2 \frac{\eta}{\rho} \left(\frac{2\pi}{\lambda_{\kappa}} \right)^2, \quad (1.2)$$

$$\lambda_k = \sqrt[3]{\frac{8\pi\sigma}{\rho f^2}}. \quad (1.3)$$

Тим не менш, експериментальні дослідження [6] свідчать, що залежно від реологічних властивостей рідини і умов збудження ультразвукових коливань дійсно необхідна для початку процесу хвильового розпилення амплітуда коливань віброуючої поверхні в кілька разів перевищує розрахункове (1.1) порогове значення амплітуди. В роботі [7] запропоновано цю невідповідність скорегувати введенням в вираз додаткового члена, що залежить від амплітуди капілярних хвиль

$$\delta = \delta_0 \left(1 + \kappa_i \frac{a^2}{\lambda_k^2} \right), \quad (1.4)$$

де δ_0 - член, який не залежить від амплітуди капілярних хвиль; κ_i - коефіцієнт, який залежить від частоти, температури і реологічних властивостей рідини, що знаходиться на віброуючій поверхні диспергатора.

Ймовірною причиною виявленої невідповідності можна вважати появу в шарі рідини, що знаходиться на віброуючій поверхні, при досягненні деякої граничної інтенсивності ультразвукових коливань, додаткового споживача акустичної енергії, яким є кавітаційний прошарок, який утворюється біля віброуючої поверхні диспергатора. Цей кавітаційний прошарок потребує не тільки витрат енергії на його створення, але і внаслідок своєї двофазності виконує розсіювальну функцію, тобто перешкоджає нормальному проходженню ультразвукових коливань до поверхні шару рідини. Ультразвукова хвиля, що дійшла до поверхні шару рідини, забезпечує запуск хвильового механізму розпилення.

При високому рівні ультразвукової енергії розвинена кавітація спостерігається по всій товщині шару рідини та досягає поверхні шару рідини, що забезпечує турбулізацію всього об'єму рідини, при цьому перешкоджає утворенню на поверхні капілярних хвиль. Хвильове розпилення згасає. Основним стає кавітаційне розпилення, при якому зникає монодисперсність аерозолі, тобто розпилення перетворюється на кавітаційне диспергування рідини. При чисто кавітаційному розпиленні факел різко розширюється за рахунок вибухового розльоту крапель в різні боки.

Мета роботи

Так як перешкодою до широкого застосування ультразвукових диспергаторів є недостатня вивченість фізичних процесів, що відбуваються при ультразвуковому способі розпилення в'язких рідин та недостатня кількість результатів аналітичного та експериментального досліджень, ми поставили собі за мету розглянути фізико-хімічні і реологічні властивості рідин, що можуть впливати на її ультразвукове розпилення в тонкому шарі, а також визначити яким чином в'язкість впливає на роботу ультразвукового диспергатора з метою створення близького до монодисперсного аерозолі в'язкої рідини.

Дослідження

В наших попередніх експериментах [8] ми, використовуючи рекомендації з різних джерел, обрали товщину шару рідини $h=0,8\text{мм}$, при якому має бути максимум інтенсивності. Таку товщину шару рідини забезпечував об'єм 1мл. Частота коливань складала 22 кГц.

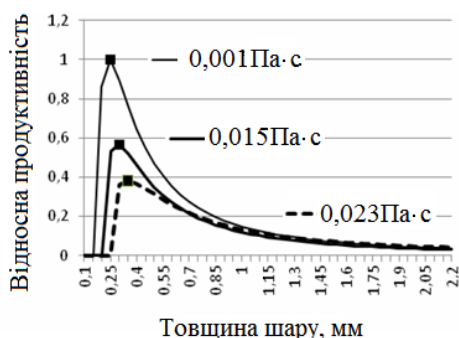


Рис. 1. Залежність продуктивності розпилення залежно від частоти та товщини шару рідини [8]

зразка, змінювалася в деякому діапазоні. Наприклад, для чистого гліцерину ця температура змінювалася в межах 85...90°C, а для суміші 50/50 – близько 45-50°C (рис.2) [8].

На рис.1 показаний результат, отриманий Хмельовим В.М, щодо математичного моделювання, продуктивності розпилення залежно від частоти та товщини шару рідини [2]. Автор вважає, що «порогова в'язкість» при частоті 22 кГц при якій розпил вже не має відбуватися складає 0,023 Па·с.

Попередньо проведено розпилювання гліцерину і води, а також водних розчинів гліцерину з різною концентрацією, тобто рідин що мають широкий діапазон значень коефіцієнту в'язкості, але є ньютонівськими.

Спостерігалось нагрівання рідини під дією ультразвуку, а при досягненні деякої температури ми спостерігали ефект вибрикування краплі з поверхні, а потім розпилення. Слід зауважити, що температура, при якій проходило розбрикування

Це можна пояснити:

- присутністю в рідині невеликої кількості резонансних газових пухирців на шляху звукової хвилі приводить до значного загасання звуку внаслідок його розсіювання й поглинання;
- конструктивними особливостями диспергатора (при нагріванні диспергатора змінювалися його характеристики).

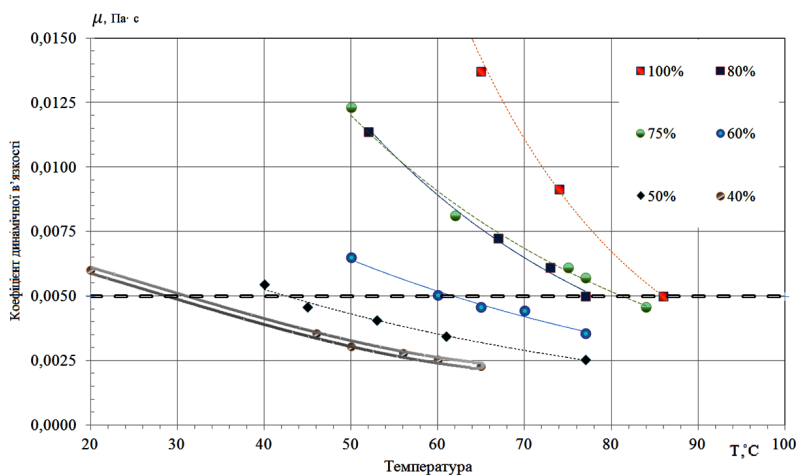


Рис. 2. Залежність в'язкості від температури для розчинів гліцерину і води

а саме I-20 та Esso Nuto. Як видно з графіка, розпилення відбулось при досягненні значення коефіцієнта динамічної в'язкості олив приблизно 0,005 Па·с.

При спробах розпилити інші оливи було помічено зародження кавітаційних хвиль, однак розпилення не відбулось. Варто зазначити, що від моменту нанесення на диспергатор і до моменту розпили витрачалось до 3 хв. Ми зробили висновок, що для забезпечення ефективного розпилення, на обраному типі диспергатора, потрібно зменшити значення коефіцієнта динамічної в'язкості до 0,005 Па·с шляхом нагрівання рідини.

Наступним етапом нашого дослідження було визначення при яких температурах, у обраних випадковим чином олив, коефіцієнт динамічної в'язкості буде менший або дорівнювати 0,005 Па·с. Виявилось, що у більшості випадків ця температура була вища за 120°C (рис.4), але менша за температуру спалаху при нагріванні у відкритому тиглі. Так як нагрівання проводилось окремо від процесу розпилення, було помічено, що є значне зменшення температури оливи в момент її нанесення на віброуючу поверхню диспергатора.

Оливи, які ми випадковим чином обрали для експериментальних досліджень, можна віднести до ньютонівських рідин. Такий висновок ми зробили після побудови реологічних кривих обраних рідин. Отже під час процесу розпилення аномалії в'язкості, які, як ми вважаємо, можуть суттєво впливати на процес розпилення, відсутні.

Для проведення подальших експериментів ми запропонували використовувати наступну формулу для визначення температури нагрівання з метою отримання «в'язкості розпилення» ($\mu \approx 0,005 \text{ Па} \cdot \text{с}$).

$$T_{\text{нагр.}} = T_{\text{прог.}} + T_{\text{пер.}} + T_{\text{охол.}}$$

де $T_{\text{прог.}}$ - прогнозована температура розпилення;

Проведена серія експериментів показала, що розпилення відбувається при різних температурах, однак коефіцієнти динамічної в'язкості сумішей за цієї температури мають близькі значення ($\mu \approx 0,005 \text{ Па} \cdot \text{с}$).

Було зроблене припущення, що особливістю обраного для дослідів диспергатора може бути параметр, який ми назвали «в'язкість розпилення». Ми спробували розпилити ще декілька олив, але при температурі 80-90°C коефіцієнт динамічної в'язкості цих олив був вищий за 0,005 Па·с [9]. Розпилення таких олив не відбулося.

На рис.3 представлено в'язкісно-температурну характеристику олив, які вдалось розпилити,

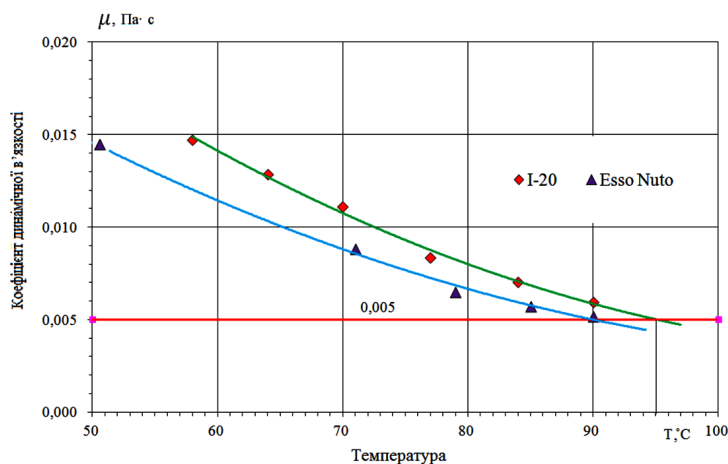


Рис. 3. Залежність в'язкості від температури для олив, що розпились

$T_{пер.}$ - падіння температури під час перенесення рідини з місця нагріву до поверхні диспергатора;

$T_{охол.}$ - падіння температури від моменту нанесення на диспергатор до моменту початку ультразвукового розпилення.

Було визначено та враховано час переносу рідини з зони нагріву до диспергуючої поверхні ($t_{max}=5с$). За такий час, для олив з якими проводились експерименти, падіння температури відбувалось на величину 2-3 °С. На часткове нагрівання диспергатора, тобто охолодження рідини $T_{охолод}$ втрачалось приблизно 30-35 °С, залежно від швидкості створення тонкого шару на поверхні.

Наприклад, «прогнозована» температура розпилювання оливи Forsage 15W-40, тобто температура, при якій коефіцієнт динамічної в'язкості дорівнює 0,005 Па·с становить ~112 °С (рис.4). Експериментально було встановлено, що при нагріванні цієї оливи до температури від 122,4 °С до 127,8 °С гарантовано відбувається розпилення. Таку розбіжність можна пояснити тим, що значення коефіцієнта динамічної в'язкості визначалось експериментально до температури 100 °С, а за вищої температури коефіцієнт динамічної в'язкості – комп'ютерний прогноз.

Слід зазначити, що на цьому етапі експериментів, термодинамічні характеристики олив та обладнання ми не враховували.

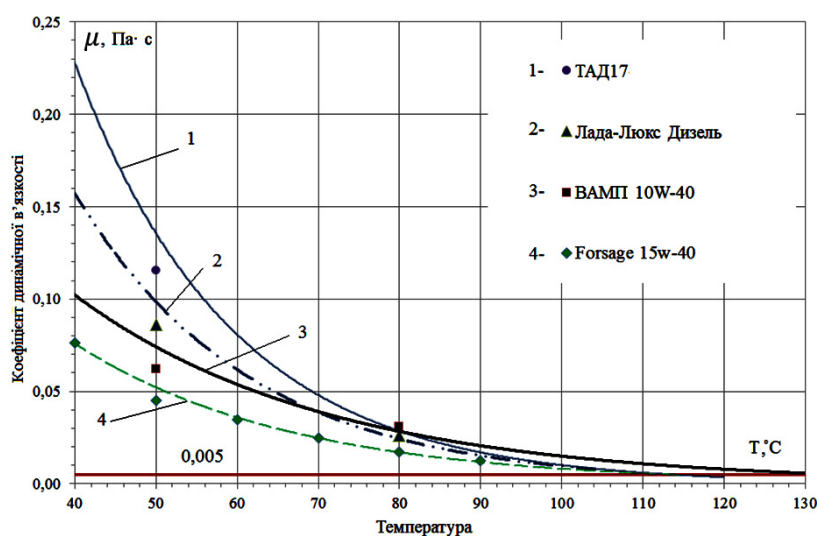


Рис. 4. Графік для визначення «прогнозованої» температури розпилення олив: 1-ТАД-17; 2-Лада-Люкс (Дизель); ВМП 10W-40; 4-Forsage 15W-40

Попередні експерименти показали, що якщо нагрівати з метою подальшого розпилення оливу I-20 за допомогою ультразвукового диспергатора, розпилення відбувалось за температури $T_{розпил}=95^{\circ}С$. «Прогнозована температура» розпилення, яка визначалась за допомогою графіка залежності в'язкості від температури також становила $T_{розпил}=95^{\circ}С$. При цьому стабільне розпилення оливи I-20 у разі миттєвого потрапляння до вібруючої поверхні диспергатора відбувалось за «температури нагрівання» $T_{нагрів}=135^{\circ}С$. Тобто нами було експериментально перевірено та підтверджено припущення, що розпилення буде відбуватися коли коефіцієнт динамічної в'язкості рідини буде менший за 0,005 Па·с.

Слід зазначити, що порція попередньо розігрітої рідини потрапляла на охолоджений диспергатор. Якщо рідину подавати до зони розпилення не дискретно, а постійно з визначеною витратою, то диспергатор може бути нагрітий майже до температури розпилення, і, як наслідок може бути відсутня температура охолодження.

Висновки

Аналіз літературних джерел показав, що всі розглянуті способи розпилення мають ряд недоліків, які обмежують їхні можливості і викликають значне зниження ефективності хіміко-технологічних процесів, заснованих на розпиленні. Одним з найкращих способів для отримання дрібнодисперсних та близьких до монодисперсних рідинних аерозолів, на нашу думку, є ультразвуковий спосіб розпилення.

Проведені експерименти дозволяють зробити висновок, що ми експериментально довели те, що попередній нагрів модельних олив до температури, яка забезпечує коефіцієнт динамічної в'язкості $\mu=0,005$ Па·с приводить до їх розпилення на ультразвуковому розпилювачі, який ми використовували в наших експериментах.

Ми пропонуємо однією з характеристик, подібного типу розпилювачів, вважати «в'язкість розпилювання», яка має допомогти правильно обрати технологічні параметри процесу ультразвукового розпилювання в'язких рідин.

The influence of hydraulic fluid viscosity on the process of their ultrasonic spraying

O. Koval, M. Kozeratskyi

Abstract. It is known that there are many methods, due to which it is possible to spray a fluid with a given dispersion. All these methods have advantages and disadvantages. Most authors considered non-viscous fluids in their works. It is possible to reduce fluid viscosity by various methods, one of which is heating. In the work, the problem about the choice of temperature parameters for ultrasonic spraying of a viscous fluid is considered.

The previous experiments showed, that the ultrasonic processing of the fluid leads to its heating, and when the "critical temperature" reaches, it begins spraying. However, it is necessary to spend extra time on heating the fluid with an ultrasonic disperser, which can become a significant disadvantage, which will make it impossible to use such method of spraying. One way that can help to overcome the difficulties, associated with reducing viscosity is to pre-heat the fluid to a predetermined temperature.

The purpose of this work was to determine the features of spraying a viscous fluid, which was previously heated to a definitely temperature.

Keywords: ultrasonic spraying, viscous fluid, spray temperature.

Влияние вязкости рабочих жидкостей на процес их ультразвукового распыления

А. Коваль, М. Козерацкий

Аннотация. Известно много методов, благодаря которым возможно распылить жидкость с заданной дисперсностью. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Большинство авторов рассматривало в свои работах невязкие жидкости. Уменьшить вязкость жидкости возможно различными методами, одним из которых является нагрев. В работе рассмотрена задача, по выбору температурных параметров вязкой жидкости для распыления на ультразвуковом распылителе.

Предварительные эксперименты показали, что ультразвуковая обработка жидкости приводит к ее нагреву, а при достижении «критической температуры» происходит распыление. На нагрев жидкости ультразвуковым диспергатором затрачивается дополнительное время, что может стать существенным недостатком и сделает невозможным использование такого метода распыления. Одним из путей преодоления трудностей связанных с понижением вязкости является предварительный нагрев жидкости до заранее определенной температуры.

Целью данной работы было определение возможности распыления вязкой жидкости после предварительного нагрева до определенной опытным путем температуры.

Ключевые слова: ультразвуковое распыление, вязкая жидкость, температура распыления.

References

- Lugovskiy, O.F., Lyashok, A.V. and Pyzhykov, Yu.O. (2011), "Sposob ta prystroyi dlya otrymannya ridynnoho aerorozolu", *Vestnik Nacional'nogo tehnikeskogo universiteta "Kievskij politehnikeskij institute"*, *Seriya mashinostroenie*, No. 61, vol. 1, pp. 107 – 113.
- Hmel'jov, V.N., Shalunov, A.V., Golyh, R.N. and Shalunova, A.V. (2011), "Vyjavlenie optimal'nyh rezhimov i uslovij ul'trazvukovogo vozdejstvija dlja raspylenija vjazkih zhidkostej", *Jelektronnyj zhurnal «Tehnikeskaja akustika»*, No. 10, <http://www.ejta.org> 2011.
- Pazhi, D.G. and Galustov, V.S. (1984), *Osnovy tehniki raspylenija zhidkostej*, Himija, Moskow, Russia.
- Hmelev, V.N., Shalunov, A.V. and Shalunova, A.V. (2010), *Ul'trazvukovoe raspylenie zhidkostej: monografija*, Izd-vo Alt. gos. tehn. un-ta, Bijsk, Russia.
- Borodin, V.A. (1967), *Raspylivanie zhidkostej*, Mashinostroenie, Moscow, Russia.
- Lugovskoj, A.F., Chornyj, V.I., Chuhrav, N.V. and Movchanjuk, A.V. (2000), "Vozmozhnosti poluchenija melkodispersnogo ajerorozolja v medicinskih ingal'jatorah", *Vestnik Nacional'nogo tehnikeskogo universiteta "Kievskij politehnikeskij institute"*, *Seriya mashinostroenie*, No. 38, pp. 163–168.
- Eisenmenger, W. (1959), Dynamic Properties of the Surface Tension of Water and Aqueous Solutions of Surface Active Agents with Standing Capillary Waves in the Frequency Range from 10 kc/s to 1,5 Mc/s, *Acustica*, No. 4, p. 327.
- Koval, O.D. and Boyko, Yu.O. (2015), "Vyvchennya vplyvu vlastyvostej ridyny z metoyu vyboru ratsional'nykh rezhymiv yikh ul'trazvukovoho rozpylennya", *Mizhnarodna naukovu-tekhnikna konferentsiya "Hidroaeromekhanika v inzhenernij praktysi"*, Kyiv, Ukraine, 26 - 29 may 2015, p. 66.
- Koval, O.D., Kozerats'kyj, M.S. and Mazurkevych, K.F. (2016), "Vyvchennya vplyvu reolohichnykh vlastyvostej ridyn z metoyu vyboru ratsional'nykh rezhymiv yikh ul'trazvukovoho rozpylennya", *Mizhnarodna naukovu-tekhnikna konferentsiya "Hidroaeromekhanika v inzhenernij praktysi"*, Kyiv, Ukraine, 24 - 27 may 2016, pp.76-79.