

РОЗДІЛ «ТЕПЛОТЕХНІКА. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

УДК 658.26

КЛІМОВ Р.О., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕМУЛЬГУВАННЯ ВОДОМАЗУТНИХ ПАЛИВ

Вступ. Як відомо, емульсійні середовища являють собою суміш з двох взаємозмішуваних рідин, одна з яких представляє собою дисперсне середовище, а інша – несуче. Водомазутні емульсії представляють собою велику кількість дрібних крапель води, які знаходяться в несучому середовищі (мазуті). Середовища, в яких мазут є дисперсною речовиною, практично не зустрічаються. Чим менший розмір дисперсного середовища (води) буде мати емульсія, тим краща її стійкість до розшарування. Для досягнення однорідного складу та якомога меншого розміру часток емульсії використовують різні класи апаратів. У багатьох галузях промисловості, де реалізуються процеси емульгування, диспергування і гомогенізації гетерогенних систем широкого поширення набули апарати змішувального типу або апарати, засновані на принципі дискретно-імпульсного введення енергії (гідродинамічні апарати роторно-пульсаційного або роторно-імпульсного типу) [1-4]. Через свою простоту і досить надійну роботу також застосовуються апарати, в яких реалізується механізм адіабатного закипання перегрітого потоку рідини (вакуумні гомогенізатори) [1]. Найменшими енерговитратами на процес дроблення дисперсної фази емульсії характеризуються установки, в яких використаний принцип дискретно-імпульсного введення енергії. Однією з останніх розробок є пристрій, в якому використовується плоский вихровий апарат для змішування [4].

Постановка задачі. Метою роботи є створення пристрою для досягнення найбільш однорідного розподілу часток за розмірами, при цьому без використання будь-яких механічних пристроїв для подрібнення.

Результати роботи. У даній роботі для досягнення нестабільностей та подальшого дроблення часток дисперсної фази будемо використовувати різке скидання тиску. Внаслідок цього порушується рівноважний стан та виникає майже миттєве закипання легкокиплячого компонента емульсії (води). Як відомо, будь-яке емульсійне середовище складається з часток різних розмірів дисперсної фази. Ці частки при такому різкому скиданні тиску формують на своїй поверхні, а саме в місці розташування поверхнево-активної речовини парові зародки, які потім можуть бути злиті до деякого визначеного розміру парового прошарку. Цей паровий прошарок, якщо використовувати водомазутні палива, буде сформований з закипаючої води. Швидкість та відповідні прискорення руху границі розділу парової фази та несучого середовища для часток різних розмірів будуть значно відрізнятися як за величиною, так і за зміною в часі. З тієї безлічі часток, які розподілені в емульсійному середовищі, та у відповідності до характерних відстаней цього розташування з великою ймовірністю біля достатньо великих часток буде розташована мала за розміром частка, яка буде відігравати роль джерела сили, що призводить до руйнування як парового прошарку, так і самої частки дисперсної речовини. Ці сили можуть бути викликані як швидкістю руху границі розділу або взагалі частки, так і відповідним прискоренням. Саме процес закипання відносно невеликого розміру часток легкокиплячої рідини в порівнянні з основною масою, а отже і поява парових зародків та подальше їх зростання, буде формувати цю силу. Відмінності в часі формування парових зародків в різних точках об'єму середовища будуть лише посилювати динамічну дію при закипанні.

У розробленій установці реалізуються найраціональніші в енергетичному плані пристрої, що використовують явища адіабатного закипання перегрітих рідин в ємності спільно з плоским вихровим апаратом. Поєднання таких методів і пристроїв дозволяє в досить широких межах регулювати необхідний ступінь дисперсності одержуваних емульсій. Сама назва пристрою говорить про те, що в ньому реалізуються два основні процеси: гідродинамічне і термічне дроблення дисперсної фази, які суттєво доповнюють один одного. Розроблений пристрій для гідротермічного емульгування представлено на рис.1.

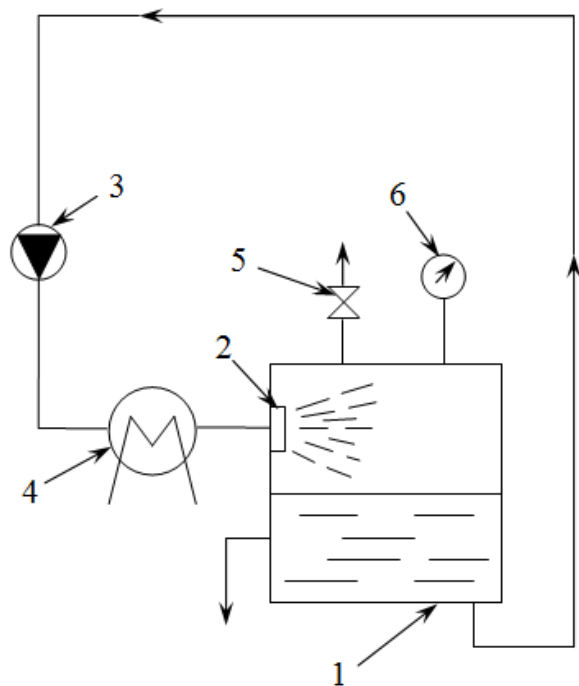


Рисунок 1 – Пристрій для гідротермічного емульгування

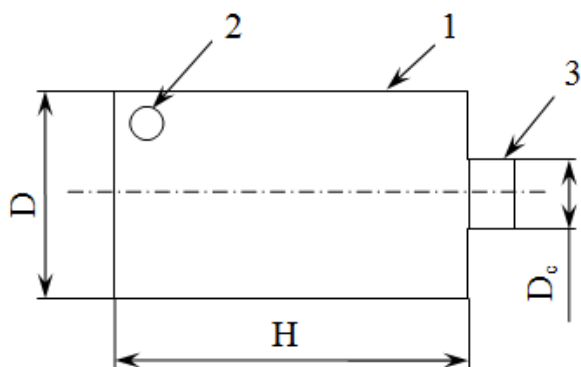


Рисунок 2 – Схема вихрового апарату

Емульсійне середовище проходить через теплообмінник 4 (рис.1), де нагрівається до температури $130\div 150^{\circ}\text{C}$. Для виключення передчасного закипання середовища тиск в системі підтримується насосом 3 на рівні $5\div 8$ бар, що більше, ніж тиск насичення води для даних температур. Тиск контролюється за допомогою манометра 6. Після цього емульсійне середовище надходить в вихровий апарат 2, де до нього підмішують необхідну кількість поверхнево-активних речовин (ПАР). Основний процес дроблення дисперсної фази емульсії відбувається в ємності 1. Для цього тиск в даній ємності за допомогою скидного клапана 5 різко знижується до атмосферного. Тим самим ініціюються процеси закипання легкокиплячої фази емульсії і подальше дроблення дисперсних часток.

Вихровий апарат, показаний на рис.2, також може бути використаний для процесів дроблення часток дисперсної фази і одержання стійкої до розшарування емульсії. Підведене тангенціально в циліндричну ємність 1 через патрубок 2 (рис.2) емульсійне

Цей пристрій призначений для отримання водомазутних палив з певним розміром роздроблених часток води. Він складається з живильного колектора і патрубка, ємності 1 (рис.1), апарату для змішування 2, насоса 3, теплообмінника 4, скидного клапана 5 і манометра 6. Установка відрізняється від існуючих тим, що апарат для змішування (рис.2) виконаний у вигляді вихрового пристрою із співвідношеннями

$$\frac{D}{H} = 0,3 \div 0,45, \quad \frac{D_c}{D} = 0,2 \div 0,25.$$

Водомазутне середовище подається в вихровий апарат для змішування з температурою $130\div 150^{\circ}\text{C}$ і тиском $5\div 8$ бар.

Вихровий апарат з істотно турбулізованою течією забезпечує рівномірний розподіл поверхнево-активних речовин, що вводяться через патрубок по всьому об'єму апарату за один прохід (без рециркуляції).

Пристрій працює таким чином. Емульсійне середовище проходить через теплообмінник 4 (рис.1), де нагрівається до температури $130\div 150^{\circ}\text{C}$. Для виключення передчасного закипання середовища тиск в системі підтримується насосом 3 на рівні $5\div 8$ бар, що більше, ніж тиск насичення води для даних температур. Тиск контролюється за допомогою манометра 6. Після цього емульсійне середовище надходить в вихровий апарат 2, де до нього підмішують необхідну кількість поверхнево-активних речовин (ПАР). Основний процес дроблення дисперсної фази емульсії відбувається в ємності 1. Для цього тиск в даній ємності за допомогою скидного клапана 5 різко знижується до атмосферного. Тим самим ініціюються процеси закипання легкокиплячої фази емульсії і подальше дроблення дисперсних часток.

середовище створює всередині апарата вихровий рух, що характеризується досить високими значеннями радіальних і тангенціальних складових швидкості і прискорення, які в свою чергу можуть призвести до появи гідродинамічної нестійкості. При цьому в центральній частині апарата створюється область зниженого тиску. Через перепад тисків, що виникає всередині емульсійного потоку і на поверхні зони зниженого тиску, можуть ініціюватися теплові процеси закипання водної фази емульсії, які призведуть до підвищення локальних значень швидкостей і прискорень потоку і, як наслідок, до дроблення дисперсних часток. Одержуване при цьому емульсійне середовище відводиться через патрубок 3 (рис.2) в ємність 1 (рис.1).

За певних умов робота вихрового апарата може стати нестабільною, аж до повного припинення процесу розподілу ПАР в емульсійному потоці. Це викликано тим, що може відбутися досить швидкоплинний процес пароутворення і, як наслідок, утворений об'єм пари не дозволяє підняти продуктивність даного пристрою через досягнення в вихідному отворі критичної витрати, після досягнення якої апарат вже не може підвищити своє навантаження, оскільки значно зростають швидкості витікання парорідинної суміші і гідравлічний опір вихідного отвору апарата. Для того, щоб вихровий апарат працював раціонально, тобто забезпечував задану витрату емульсійної середовища і необхідний розподіл ПАР, були прийняті певні значення співвідношень діаметра та висоти апарата, діаметра вихідного сопла і діаметра апарата, наведені вище і визначені за методикою [4].

В установці на рис.1 дроблення дисперсної фази може також здійснюватися через значну швидкість витікання емульсійного середовища в об'єм ємності 1. При цьому витікання може відбуватися як в газовий об'єм ємності, так і в об'єм рідини. Витікання середовища з певною швидкістю (з відповідним прискоренням) може також призвести до появи нестабільностей, які призведуть до подрібнення дисперсної фази емульсії.

Таким чином, в цьому пристрої реалізуються відразу кілька режимів дроблення. Можна здійснити як одночасне протікання цих режимів, так і використовувати певні з них. Наприклад, в ємність 1 (рис.1) подається емульсійне середовище. У певні моменти часу спрацьовує скидний клапан 5. Тим самим ініціюються та одночасно протікають ефекти: розподілу поверхнево-активних речовин і дроблення часток дисперсної фази у вихровому апараті 2; додатковий процес дроблення при витіканні в простір ємності 1 через збільшення швидкості витікання в результаті перепаду тисків, створюваного насосом 3 і атмосферного; останнім етапом є дроблення в ємності 1 через різке зниження тиску до атмосферного.

Зрозуміло, що період спрацювання скидного клапана повинен вибиратися виходячи з умови, як швидко тиск в ємності може бути піднятий насосом 3 до рівня рівноважного у всій системі. Отримана емульсія, з необхідним дисперсним складом, може бути видалена з пристрою за допомогою відводу в ємності.

Висновки. Розроблений пристрій для гідротермічного емульгування дозволяє об'єднати в собі комплекс найбільш раціональних в енергетичному плані методів дроблення дисперсної фази емульсії, реалізованих в трьох точках пристрою, і розподілу в ній поверхнево-активних речовин, чого немає в жодному існуючому пристрої для диспергування, емульгування або гомогенізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шурчкова Ю.А. Новый класс аппаратов для диспергирования жидкостей путем дискретно-импульсного ввода энергии // Пром. теплотехника. – 1998. – Т.20. – №3. – С.14-18.
2. Басок Б.И. Оборудование для получения и обработки высоковязких дисперсных сред / Б.И.Басок, А.П.Гартвиг // Пром. теплотехника. – 1996. – Т.18. – №1. – С.50-56.

3. Новиков В.С. Гомогенизация и диспергирование в современной технологии / Новиков В.С. // Пром. теплотехника. – 1990. – Т.12. – №5. – С.40-59.
4. Павленко А.М. Энергетические характеристики вихревого аппарата / А.М.Павленко, О.А.Крюковская // Системные технологии: региональный межвузовский сборник научных трудов. – Днепропетровск. – 2005. – Выпуск 4 (39). – С.84-89.

Надійшла до редколегії 18.01.2016.

УДК 536.21

ГОРБУНОВ А.Д., д.т.н., профессор
УКЛЕИНА С.В., аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет

К РАСЧЕТУ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ КОЭФФИЦИЕНТЕ ТЕПЛООБМЕНА И ТЕМПЕРАТУРЕ СРЕДЫ

Введение. Данная задача ввиду сложности и громоздкости получаемых решений называется квазинелинейной. К настоящему времени имеется достаточно много приближенных аналитических методов решения задач теплопроводности с нелинейностью II рода [1].

В статьях [2, 3] методика расчета сводится к решению интегрального уравнения, полученного из анализа задачи теплопроводности при граничных условиях (ГУ) II рода. В предлагаемой работе сделана попытка получения интегрального уравнения через ГУ III рода. Наиболее полно задача решена в [3], но только для плоских тел и без расчета среднemasсовой и центральной температур.

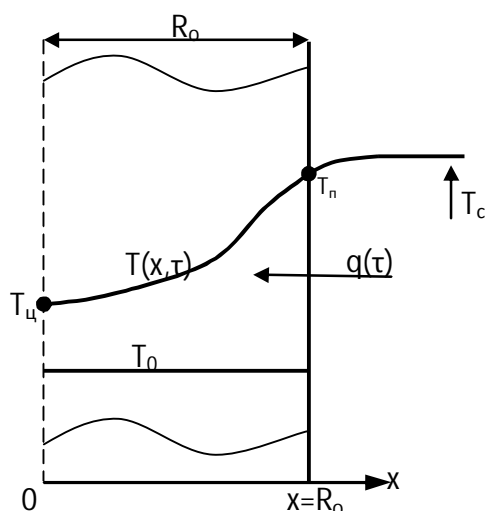


Рисунок 1 – К постановке задачи теплопроводности

Постановка задачи. Математическая постановка задачи симметричного нагрева тел простой геометрической формы от начальной температуры T_0 до температуры среды $T_c(\tau)$ имеет вид (рис.1):

$$\frac{\partial \theta(X, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + \frac{k-1}{X} \frac{\partial \theta}{\partial X}, \quad (1)$$

$$\theta(X, 0) = \theta_0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \theta(0, Fo)}{\partial X} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \theta(1, Fo)}{\partial X} = Q(Fo), \quad (4)$$

где относительные температуры: $\theta T(x, \tau)/T_x$ – текущая; $\theta_0 = T_0/T_x$ – начальная; $\theta_c = T_c/T_x$ – среды; $\theta_n(Fo) = \theta(1, Fo)$ – на поверхности; T_x – характерная или масштабная температура, например, температура окружающей среды в начальный момент времени $T_x = T_{c,0}$; $X = x/R_0$; $Fo = a\tau/R_0^2$ – число Фурье; $Bi = \alpha R_0/\lambda$ – число Био; k – фактор геометрической формы, равный 1, 2, 3 соответственно для пластины, цилиндра и шара.