

УДК 665.256.15

Замікула К. О., аспірант

Науковий керівник: Тертишина О. В., доцент кафедри технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ НАФТОВИХ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ

При зберіганні та транспортуванні важкої нафти при низьких температурах, виникають серйозні проблеми через накопичення відкладів на поверхні обладнання, в резервуарах та трубопроводах. Це призводить до втрат вуглеводневої сировини та погіршує екологічний стан навколишнього середовища.

Розробка математичної моделі для визначення температури утворення центрів кристалізації парафіну дозволить прогнозувати та в подальшому регулювати низькотемпературні характеристики нафтових дисперсних систем.

Термодинамічні розрахунки фазної рівноваги системи «рідина-тверде тіло» базувались на рівності парціальних термодинамічних потенціалів Гіббса кожного компонента у відповідних фазах.

Відношення фугітивностей із поправкою на активності компонентів визначали із загальних уявлень молекулярної термодинаміки (рівняння Клапейрона-Клаузіуса) з урахуванням існування двох алотропних форм кристалів парафіну. Константу рівноваги і-го компонента вуглеводневої суміші розраховували як відношення мольної частки і-го компонента у твердій фазі до мольної частки цього компонента у рідкій фазі.

Отримана математична модель визначення констант фазної рівноваги дозволила розрахувати компонентний склад рідкої та твердої фази.

Для перевірки її роботи використовували мазут та синтезовану депресорну присадку рослинного походження (продукт гліцеролізу суміші ріпакової та рицинової олій) [1].

Термодинамічні розрахунки формування твердої фази виконали із застосуванням математичного моделювання в середовищі Mathcad. Кінцеве рівняння фазового стану НДС набуло вигляду:

$$K_i = \exp \left(\frac{\Delta h_i^t}{RT} \left[1 - \frac{T}{T_i^f} \right] + \frac{\Delta h_i^f}{RT} \left[1 - \frac{T}{T_i^t} \right] - \frac{0,3033M_i}{R} \left(\frac{T_i^f}{T} - 1 - \ln \frac{T_i^f}{T} \right) - \right. \\ \left. - \frac{4,635 \cdot 10^{-4} M_i}{2R} \left(\frac{(T_i^f)^2}{T} - 1 - 2T_i^f \right) + \left[\frac{V_m}{RT} \{ (\delta_m - \delta_i)_L^2 - (\delta_m - \delta_i)_S^2 \} \right] \right) \quad (1)$$

де Δh_i^t – питома ентальпія алотропного перетворення і-го компонента, Дж/кг; Δh_i^f – питома ентальпія фазного переходу і-го компонента, Дж/кг; T_i^t – температура алотропного перетворення і-го компонента, К; T_i^f – температура

фазного переходу i -го компонента, K ; δ_i – параметр розчинності i -го компоненту $(\text{Дж}/\text{см}^3)^{1/2}$; V_m – молярний об'єм рідкої фази, $\text{см}^3/\text{моль}$.

За допомогою створеного програмного продукту були розраховані температури застигання мазуту в чистому вигляді та мазуту із додаванням отриманої присадки в кількості 0,1, 0,3 та 0,5% мас.

Фазова діаграма щодо вмісту твердої фази у зразках мазуту та мазуту із додаванням 3% присадки наведена на рис. 1.

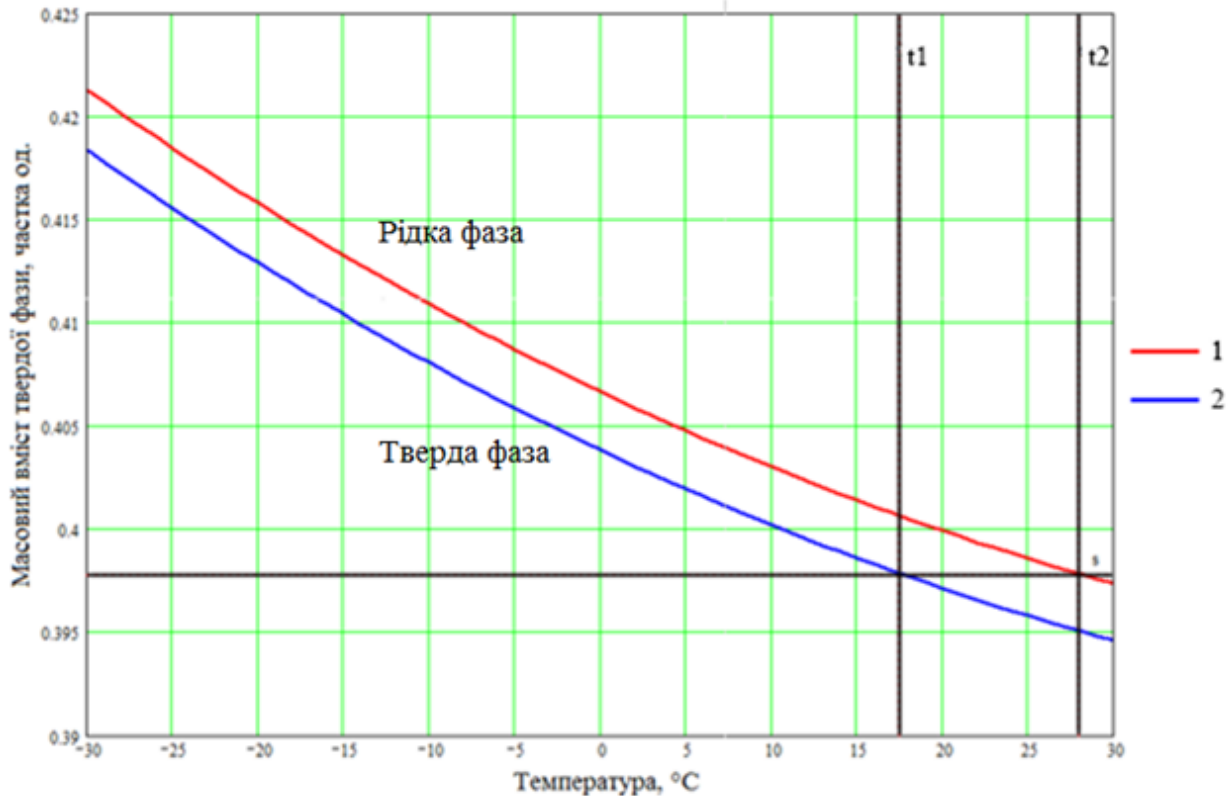


Рисунок 1 – Фазова діаграма мазуту із додаванням присадки:
1 – мазут без присадки, 2 – мазут із додаванням 0,3% присадки

Результати дослідження свідчать про зниження кількості твердої фази, здатної до осадження, при додаванні присадки в мазут та пониження температури застигання кожної суміші.

Порівняння результатів експерименту та теоретичних розрахунків підтвердило адекватність створеної моделі. Запропонована математична модель дозволяє встановлювати та прогнозувати умови термодинамічної рівноваги багатокомпонентних нафтових дисперсних систем.

Список літератури

1. Білокрилова Е. Є. Замікула К. О., Тertiшний О. О., Тertiшна О. В. Депресорно-диспергаторна присадка з відновлюваної сировини. *Хімія та сучасні технології*: матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції, Дніпро, 2019. С. 40–41.