

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІНОАКТИВНИХ РЕЧОВИН

М.А.Наследнікова

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15, тел. (03422) 49358

e-mail: public@nung.edu.ua

*Исследована зависимость скорости испарения ПАВ и рассмотрены механизмы уменьшения их испарения. Исследованы характеристики ПАВ и получена экспериментальная характеристика зависимости стойкости от концентрации пенообразователя. Экспериментально установлено: лучшим пенообразованием обладает Стеарокс-6, что делает его наиболее востребованным в нефтеперерабатывающей промышленности.*

Однією з основних областей використання піноактивних речовин у нафтопереробній промисловості є сповільнення і зменшення випаровувань нафтопродуктів за допомогою плівок нерозчинних ПАВ. Ця область виникла у зв'язку з проблемами екології й на даний час достатньо активно розвивається, проте ще мало вивчена. Найбільший внесок у вітчизняну науку в даному напрямку внесли Степаненко С.Н., Волощук В.М., Бересевич О.В. Проте, недостатній рівень досліджень унеможливило найбільш раціональний вибір ПАВ при розв'язку задачі зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. З цією метою необхідне проведення досліджень залежності швидкості випаровування ПАВ і можливі механізми сповільнення випаровування, такі як гасіння хвиль на поверхні й зменшення площі поверхні дотику речовин, що випаровуються, з навколишнім середовищем.

Однією з важливих властивостей речовин є поверхневий натяг, а для характеристики ПАВ ця властивість є основною. Матеріал за поверхневим натягом представляється у вигляді коефіцієнтів рівняння, яке описує поверхневий натяг як функцію температури у визначеному температурному інтервалі:

$$\sigma = \sigma_0 - b \cdot t = \sigma_0 + \left( \frac{d\sigma}{dt} \right) t, \quad (1)$$

де:  $\sigma_0$  – поверхневий натяг за  $t = 0$  °C;  $t$  – температура, °C;  $\frac{d\sigma}{dt} = -b$  – температурний коефіцієнт поверхневого натягу в системі "рідина-газ". Експериментально встановлено, що поверхневий натяг залежить від тиску насиченого пару  $P$ :

$$\sigma = \sigma_m - R \cdot T \cdot h \cdot \ln P, \quad (2)$$

де:  $\sigma_m$  – поверхневий натяг за  $P = 1$ ;  $h$  – коефіцієнт пропорційності.

Дане рівняння отримали при інтегруванні рівняння адсорбції Гіббса [1]

$$d\sigma = -\Gamma \cdot R \cdot T \cdot d \cdot \ln N \cdot \gamma \quad (3)$$

*Examination of dependence rate evaporation of surface active substance (SAS) is lead and mechanisms of an abatement their evaporation surveyed. It is investigated performances of SAS and the experimental performance of dependence durability from density of foaming agent is obtained. Experimentally it fixed, that the best spurging has Стеарокс-6, that makes its by the most claimed in a petroleum industry.*

за умови:  $\Gamma$  – const (на поверхні існує постійний шар). При інтегруванні одержуємо:

$$\sigma = \sigma_m - R \cdot T \cdot \text{const} \cdot \ln N \cdot \gamma = \\ = \sigma_m - R \cdot T \cdot h \cdot \ln P, \quad (4)$$

де:  $N$  – концентрація, мольні частки;  $\gamma$  – коефіцієнт активності.

Іншою характеристикою ПАВ є стійкість піни [2]. ПАВ – це дисперсійні системи, які можна класифікувати за певними ознаками. Згідно класифікації дисперсійних систем за агрегатним станом фаз піни – це дисперсійні системи, у яких дисперсна фаза – газ, а дисперсійне середовище – рідина. Стійкість піни вимірюється часом існування певного об'єму, який залежить тільки від міцності плівок, що розділяють пухирці газу. Для досліджень вибрано високомолекулярну сполуку Стеарокс-6.

Для оцінки якості піноутворюючих розчинів і виготовлених із них пін користуються різними критеріями: об'ємом чи висотою стовпа піни у певних умовах проведення експерименту, відношенням об'єму чи висоти стовпа піни до часу її повного руйнування, зміною об'єму піни в часі. До цього часу універсального критерію піноутворення, який би одночасно оцінював усі системи, що утворюють піну за будь-яких умов, не існує.

Пінотворну здатність для наших досліджень визначали на приладі, який складається з трубки довжиною 1100 мм, діаметром 65 мм, за кімнатної температури.

У 500 мл дистильованої води розчиняємо 0,2 г Стеарокс-6 і через досліджуваний розчин барботуємо повітря. Щохвилини заміряємо висоту утвореного стовпа піни. Коли висота утвореного стовпа піни залишається стабільною, припиняємо барботування і заміряється стійкість піни. Перед кожним певним визначенням трубку промиваємо дистильованою водою. Беремо 0,5 г Стеарокс-6 і розчиняємо в 500 мл дистильованої води і знову барботуємо повітря. Всі інші досліди повторюються так само, як і перший, тільки змінюється концентрація роз-

чинів ПАР. Одержані результати занесені до таблиці 1.

**Таблиця 1 – Залежність властивості піни, утвореної при розчиненні Стеароксу-6 у дистильованій воді**

Час $\tau$ , с	Концентрація С, %	Висота піни, $H_0$ , мл	Стійкість піни У, с
720	0,03	950	660
600	0,09	950	900
540	0,4	950	1380
420	0,8	950	4500
360	1,6	950	5160
240	3,1	950	5866
180	5	950	6400

Для порівняння піноутворюючої стійкості Стеароксу-6 замінений розчинником. Вибір розчинника зумовлений тим, що більшість технологічних процесів відбувається у воді різної твердості.

Розчиняємо такі ж маси Стеароксу-6 у твердій воді та проводимо барботування повітря крізь розчин. Щохвилини заміряємо висоту стовпа піни; отримані дані занесені до таблиці 2. Аналогічні дослідження проводились для ПЕГ – 8000 (див. табл. 3, 4).

За отриманими даними побудовано графіки (рис. 1, 2).

**Таблиця 2 – Залежність властивості піни, утвореної при розчиненні Стеароксу-6 у твердій воді**

Час $\tau$ , с	Концентрація С, %	Висота піни, $H_0$ , мл	Стійкість піни У, с
600	0,03	950	420
540	0,09	950	720
420	0,4	950	900
360	0,8	950	1380
300	1,6	950	2400
240	3,1	950	4660
180	5	950	5280

**Таблиця 3 – Залежність властивості піни, утвореної при розчиненні ПЕГ-8000 у дистильованій воді**

Час $\tau$ , с	Концентрація С, %	Висота піни, $H_0$ , мл	Стійкість піни У, с
300	0,03	15	38
300	0,09	11	1
120	0,4	2	0,5
120	0,8	2	0,5
-	1,6	-	-
-	3,1	-	-

**Таблиця 4 – Залежність властивості піни, утвореної при розчиненні ПЕГ-8000 у твердій воді**

Час $\tau$ , с	Концентрація С, %	Висота піни, $H_0$ , мл	Стійкість піни У, с
240	0,03	15	3
240	0,09	15	3
240	0,4	18	3,5
240	0,8	15	3
240	1,6	10	2
240	3,1	10	2

Наступні дослідження полягають у визначення поверхневого натягу речовини за допомогою торсійної ваги. Спочатку визначаємо сталу торсійної ваги. Беремо дистильовану воду і визначаємо експериментальну силу, необхідну для відривання кільця за кімнатної температури, рівна 16 °С. Сталу торсійної ваги визначали за формулою:  $K = F/\sigma = 1.16$ .

Поверхневий натяг води брали з довідника. Визначаємо експериментальну силу, яка необхідна для відривання кільця для розчину Стеароксу-6. Визначаємо поверхневий натяг кожної з речовин за формулою  $\sigma = F/k$ . Аналогічні дослідження проводились для таких ПАР: ПЕГ-6000 та ПЕГ-8000. Результати експериментального дослідження занесені до таблиць 5-6.

**Таблиця 5 – Результати визначення поверхневого натягу піни в системі "ПАР – вода"**

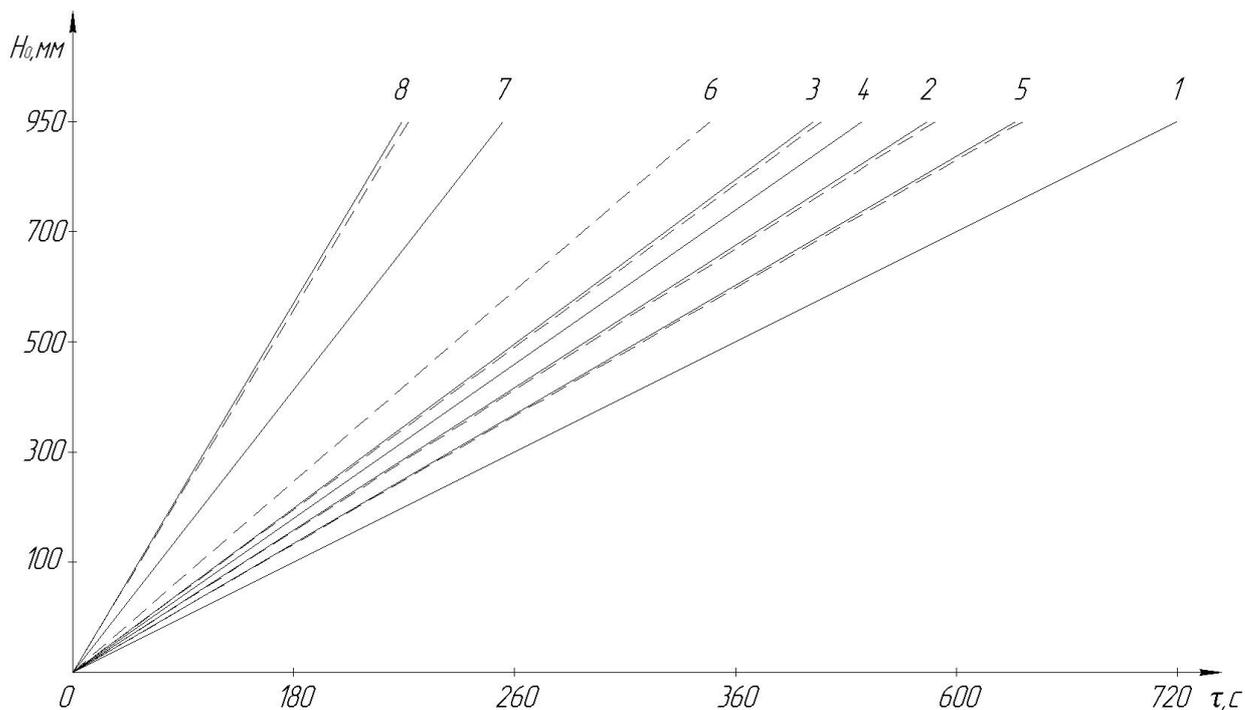
ПАР	Річкова вода, $\sigma$	Річкова вода і $CaCl_2$ , $\sigma$
ПЕГ-6000	76,7	79,3
ПЕГ-8000	81,03	77,5
Стеарокс-6	56,17	55,03

**Таблиця 6 – Результати визначення кратності піни в системі "ПАР – вода"**

ПАР	Річкова вода, $\sigma$	Річкова вода і $CaCl_2$ , $\sigma$
ПЕГ-6000	0,00039	0,0009
ПЕГ-8000	0,00039	0,0009
Стеарокс-6	1,89	1,888

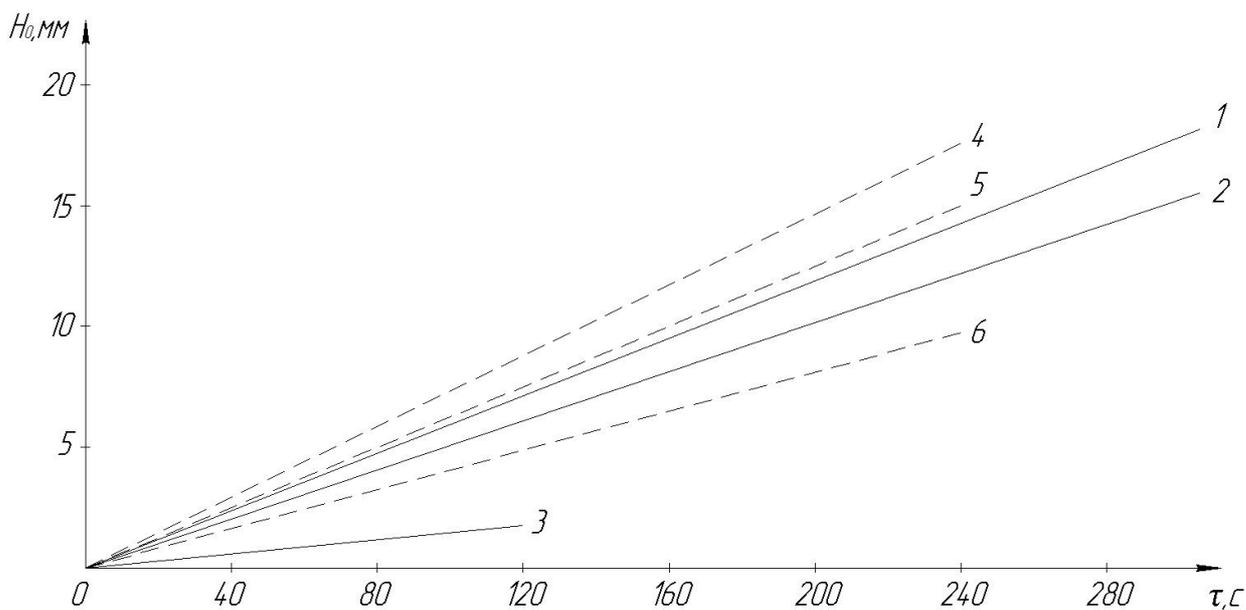
Із одержаних результатів дослідження можна зробити висновок, що ПЕГ не володіють сильною піноутворюючою здатністю. Визначаючи піноутворчу здатність і піностійкість Стеароксу-6 можна зробити висновок, що зі збільшенням концентрації збільшується піностійкість і зменшується час утворення піни.

Аналогічні дослідження проводились для визначення характеристик для системи: ПАР – бензин і ПАР – мазут.



1 – 0,03%; 2 – 0,09%; 0,4%; 3 – 0,8%; 1,6; 4 – 0,4-0,8%; 5 – 0,03-0,09%; 6 – 1,6%; 7 – 3,1%; 8 – 5%

**Рисунок 1 – Залежність висоти піни системи ПАР – вода за концентрації Стеароксу – 6 у твердій (---) та дистильованій (—) воді**



1 – 0,03%; 2 – 0,09%; 0,4%; 3 – 0,8%; 1,6; 4 – 0,4-0,8%; 5 – 0,03-0,09%; 6 – 1,6%

**Рисунок 2 – Залежність висоти піни системи ПАР – вода за концентрації ПЕГ-8000 у твердій (---) та дистильованій (—) воді**

З результатів експерименту видно, що найкращою піноутворюючою здатністю та піностійкістю володіє Стеарокс-6, тому його можна застосовувати в нафтопереробній промисловості для зменшення викидів продуктів нафтопереробки в навколишнє середовище.

#### Література

1 Абрамзон А.А., Боброва Л.Е., Зайченко Л.П. и др. Поверхностные явления и поверхностно активные вещества. – Л.: Химия, 1984. – 392 с.

2 Адамсон А. Физическая химия поверхностей. – М.: Мир, 1979. – 586 с.