

### Література

1. Крижанівський Є. І. Конструювання CNG-модуля для транспортування природного газу суднами-контейнеровозами / Є. І. Крижанівський, В. І. Артим, О. М. Мандрик, М. М. Савицький // Нафтогазова енергетика. – 2012.–№ 1 (17). – С. 28-34.
2. Мандрик О. М. Визначення техніко-економічних параметрів модуля судового рухомого трубопроводу / О. М. Мандрик, Вал. В. Зайцев // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. - №1(46).– С. 179-187.
3. Kryzhanivskyy Ye. I. About the possibility of transportation of compressed natural gas by submarine carriers of mobile pipelines in arctic / Ye. I. Kryzhanivskyy, Val. V. Zaytsev, O. M. Mandryk // Scientific Bulletin Seria C – Baia Mare. –Volume XXVI No.1. – 2012 – p. 28-31.
4. Мандрик О. М. Аналіз методів зміцнення замкнутих ємностей для безпечного транспортування природного газу / О. М. Мандрик, О. М. Савицький, В. І. Артим // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: Луцьк. держ. техн. ун-т, 2013. – Вип. 40. – С. 176-186. – (напряом “Інженерна механіка”).

*Поступила в редакцію 25 квітня 2014 р.*

УДК 504.064.4:665.6/.7

<sup>1</sup>Семчук Я.М., <sup>1</sup>Адаменко Я.О.,  
<sup>2</sup>Дригулич П.Г., <sup>3</sup>Пукіш А.В.  
<sup>1</sup>Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу  
<sup>2</sup>ПАТ „Укрнафта”  
<sup>3</sup>Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ „Укрнафта”

### ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ ДЕЕМУЛЬГАТОРІВ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НАФТОВІСНИХ ВІДХОДІВ

У статті проаналізовано проблемні аспекти поводження з нафтовмісними відходами, розглянуто методи перероблення нафтошламів та стійких нафтових емульсій, досліджено ефективність флокулянтів і деемульгаторів в технологічних процесах утилізації відходів

**Ключові слова:** нафтовмісні відходи, нафтошлами, стійкі нафтові емульсії, супутньо-пластові води, механічні домішки, деемульгатори, флокулянти.

В статье проанализированы проблемные аспекты обращения с нефтесодержащими отходами, рассмотрены методы переработки нефтешламов и стойких нефтяных эмульсий, исследована эффективность флокулянтов и деэмульгаторов в технологических процессах утилизации отходов.

**Ключевые слова:** нефтесодержащие отходы, нефтешламы, стойкие нефтяные эмульсии, попутно-пластовые воды, механические примеси, деэмульгаторы, флокулянты.

The article studies oil-contaminated waste handling issues, presents oil sludge and stable oil emulsion processing methods, analyses flocculent and demulsifier effectiveness in waste treatment process.

**Key words:** oil-contaminated waste, oil sludge, stable oil emulsions, associated reservoir water, mechanical impurities, demulsifiers, flocculents.

**Актуальність проблеми.** Проблема екологічної безпеки в нафтовидобувній промисловості є однією з основних і пріоритетних для успішного ведення промислової

діяльності. При цьому важливим аспектом запобігання забруднення навколишнього середовища є утилізація нафтовмісних відходів.

Власне найбільш небезпечними для довкілля в даному випадку є об'єкти, в яких проводиться накопичення стійких нафтових емульсій. До них, в першу чергу, можна віднести шламонакопичувачі, аварійні та шламові амбари, ставки-відстійники з глинистим екраном дна і стінок котлованів.

Через незадовільний стан протифільтраційних екранів ці об'єкти відносяться до постійно діючих джерел забруднення навколишнього природного середовища (грунтів, поверхневих і підземних вод) нафтопродуктами та супутніми пластовими водами [1]. У зв'язку з незадовільною екологічною ситуацією виникла необхідність розробки новітніх, екологічно безпечних технологій з утилізації нафтошламів, відпрацьованих нафтопродуктів та забруднених ґрунтів.

Крім того, нафта окремих родовищ України характеризується вмістом стабілізаторів стійких нафтових емульсій: механічних домішок, смол, асфальтенів, парафінів тощо. Накопичуючись на межі розподілу фаз, стабілізатори стимулюють утворення та зростання товщини шару стійкої нафтової емульсії, таким чином, значно ускладнюючи процес підготовки нафти, при цьому створюючи певне навантаження на довкілля.

**Із історії досліджень.** Питання утилізації нафтовмісних відходів досліджувалося та описано багатьма науковцями, зокрема М.М. Орфановою, Д.С. Корсунем та В.С. Владіміровим, Л.А. Ковальновою, Р.З. Міннігалімовим, Р.Р. Зіннатуллінім, І.Р. Ягафаровим, В.М. Фердманом, О.А. Дубровою, С.В. Пятчанінім, С.А. Самохінім В.І., Соловійовим, Г.А. Кожановим, В.В. Губановим, Т.Д. Мукашевою, М.Х. Шигаєвою, Р.Ж. Бержановою, Р.К. Сидикбековою, О.Р. Зубанюк.

Незважаючи на існування широкого спектру способів перероблення нафтовмісних відходів, проблема їх утилізації на сьогодні повністю не вирішена. Зумовлено це тим, що формування нафтошламів відбувається з різної «сировини» та у різних умовах. Відповідно нафтошлами мають різні фізико-хімічні властивості, а існуючі на сьогоднішній день технології «прив'язані» до конкретних нафтошламів. Таким чином, ефективне застосування технологій для утилізації нафтовмісних відходів можливе лише за умови їх адаптації до конкретних умов та удосконалення.

**Виклад основного матеріалу.** Нами проведено дослідження щодо розділення нафтошламів з використанням чотирьох різних деемульгаторів: ПМ марки А, ПМ марки Б, Диссолван 2830 та Диссолван 4411. Необхідно зазначити, що застосування деемульгатора Диссолван 4411 для обробки нафтошламів вже набуло широкого поширення в нафтогазовій промисловості. В той же час деемульгатори ПМ-А, ПМ-Б та Диссолван 2830 є порівняно новими та їх дослідження у практиці оброблення нафтошламів проводиться вперше.

Одними з основних чинників, що впливають на процес розділення стійких нафтових емульсій є температура проходження процесу і доза деемульгатора. З метою визначення вищезазначених параметрів нами проведено експериментальні дослідження. На першому етапі досліджень було відібрано проби нафтошламів із ставків додаткового відстою ЦППН НГВУ „Полтаванафтогаз” в с. Качаново Полтавської області та земляного амбару на КНС-7 НГВУ „Долина нафтогаз” та визначено їх фізико-хімічні властивості, які наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні властивості нафтовмісуючих відходів**

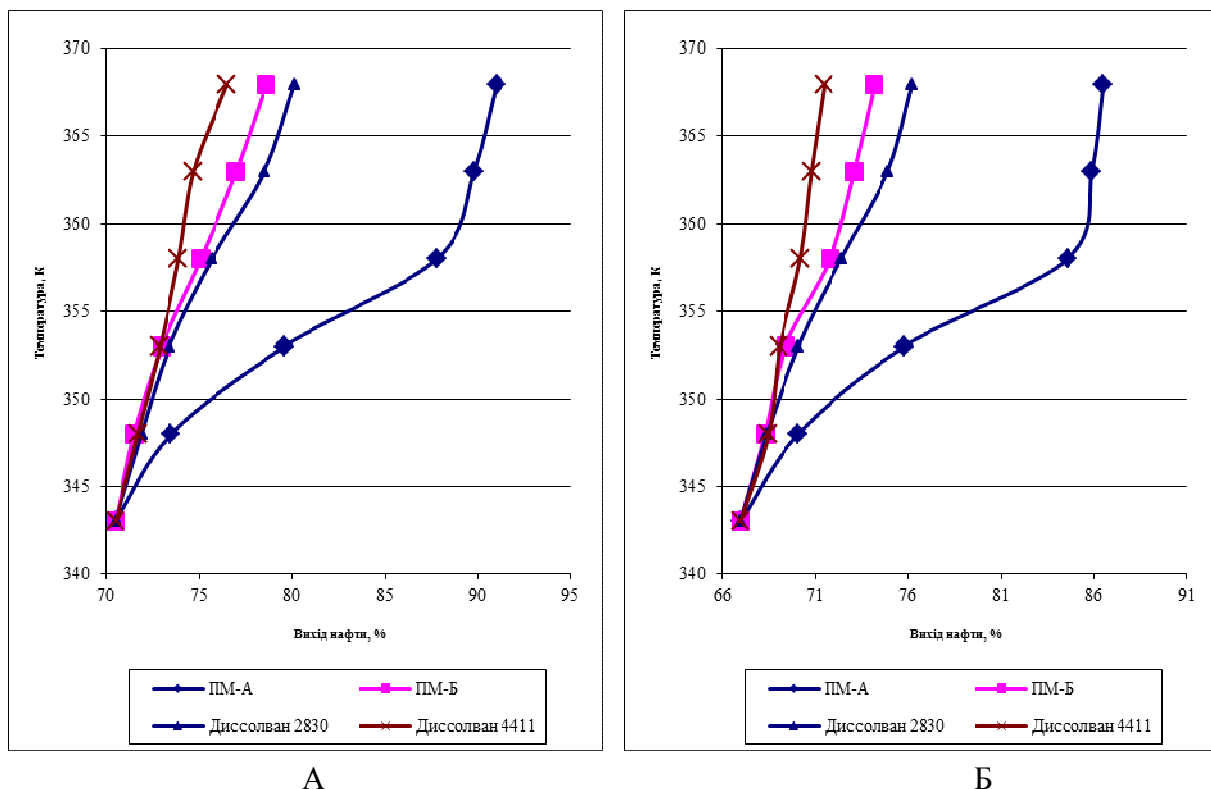
Найменування показника	Значення (ЦППН НГВУ ПНГ)	Значення (амбар НГВУ ДНГ)	Метод визначення
Густина при температурі 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	1120	1160	ГОСТ 3900

В'язкість кінематична при температурі 50 °С, мм <sup>2</sup> /с	189	195	ДСТУ 33
Масова частка води, %	44	35	ГОСТ 2477
Вміст хлористих солей, мг/л	До 100000	До 100000	ГОСТ 21534
Масова частка сірки, %	0,95	0,55	ГОСТ 1437
Масова частка механічних домішок, %	23	32	ГОСТ 6370

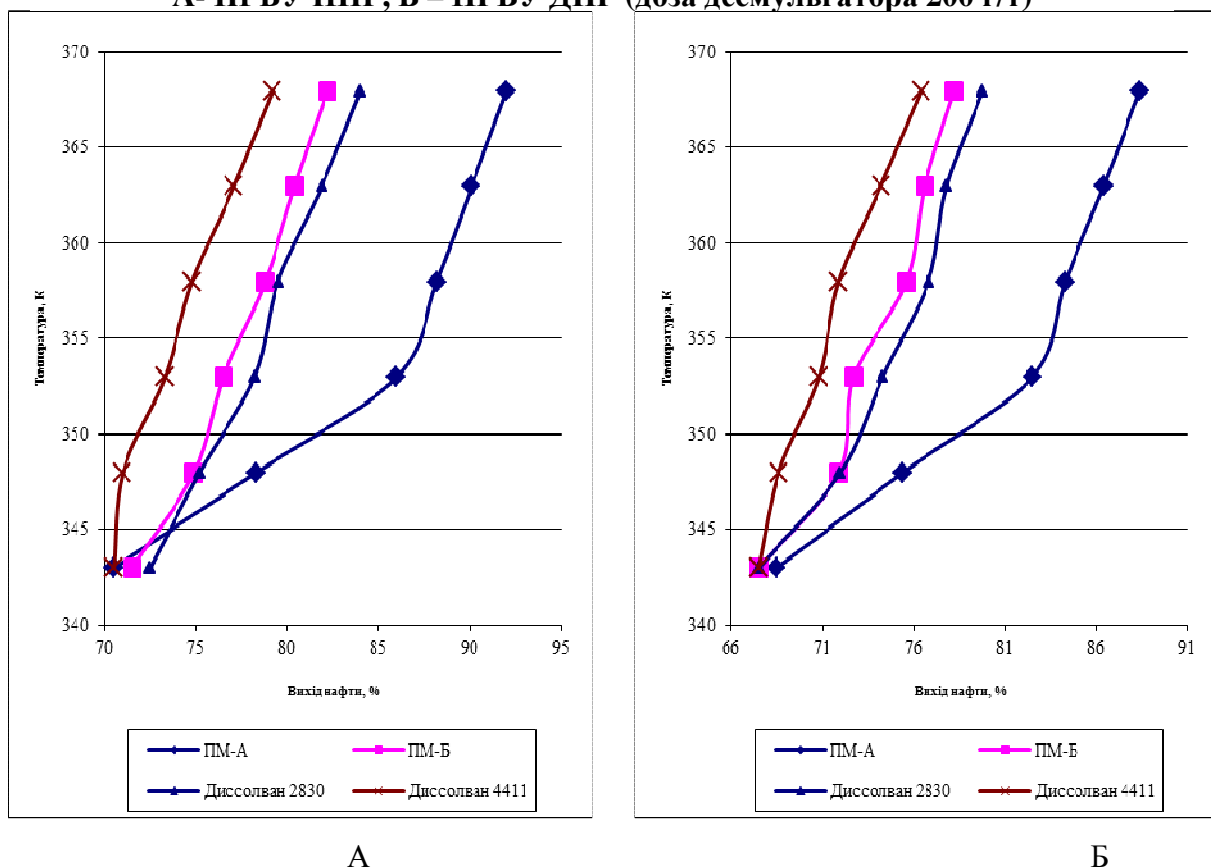
Другий етап досліджень передбачав власне визначення оптимальної температури проходження процесу, а також дози деемульгатора. Критерієм оцінки зазначених параметрів був залишковий вміст механічних домішок після відділення їх в полі відцентрових сил. За результатами експерименту побудовано залежності вмісту механічних домішок від температури нафтової емульсії. Доза деемульгатора при цьому становила 200, 400, 600 та 800 г/т.

Як видно з рисунків 1-4, найбільш ефективним деемульгатором для розділення стійких нафтових емульсій є ПМ-А. Застосування цього реагенту дозволяє видалити до 93 % механічних домішок при дозі 600 г/т і температурі середовища 368 К. За тих же умов ефективність інших досліджуваних деемульгаторів становила: ПМ-Б – 84 %, Диссолван 2830 – 85 %, Диссолван 4411 – 79 %. Необхідно відзначити, що при збільшенні дози деемульгатора від 200 до 600 г/т відбувається підвищення ефективності фазового розділення для всіх досліджуваних реагентів, в той же час при підвищенні дози до 800 г/т ефективність деемульгаторів несуттєво збільшується або залишається незмінною. При температурі 343 К та дозі 200 г/т жоден із деемульгаторів не сприяє розділенню нафтових емульсій, при зростанні дози до 400 г/т мінімальна ефективність розділення спостерігається за умови застосування деемульгаторів ПМ-Б та Диссолван 2830, при дозах деемульгатора 600 г/т та 800 г/т деемульгуючі властивості проявляють всі досліджувані реагенти, найбільш ефективним з яких є ПМ-А. При температурі 368 К всі досліджувані деемульгатори були ефективними як при дозі 200 г/т, так і 800 г/т, максимальний ефект спостерігався для деемульгатора ПМ-А.

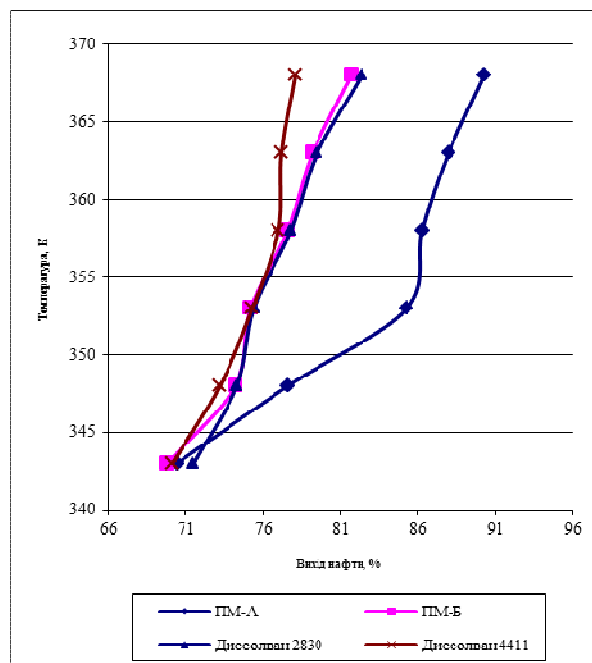
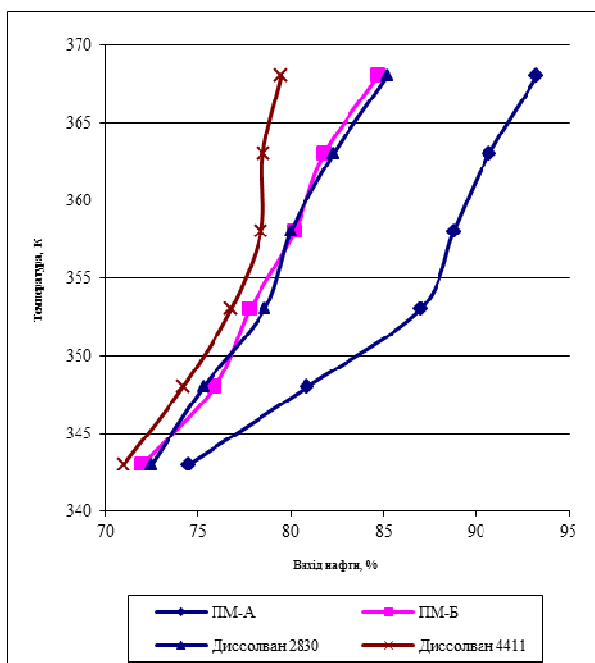
Виходячи з результатів попередніх досліджень, нами побудовано просторову модель процесу фазового розділення стійких нафтових емульсій для деемульгатора ПМ-А, яка приведена на рисунку 5. Як видно з рисунку мінімальними необхідними умовами застосування деемульгатора ПМ-А є температура 348 К та доза 400 г/т, оптимальними – температура – 368 К, доза – 600 г/т.



**Рис. 1. Залежність ефективності видалення механічних від температури: А- НГВУ ПНГ, Б – НГВУ ДНГ (доза деемульгатора 200 г/т)**



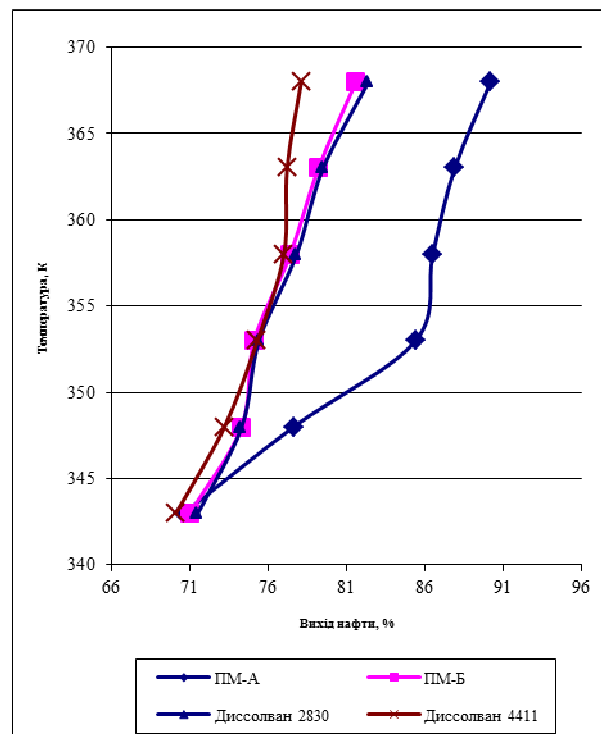
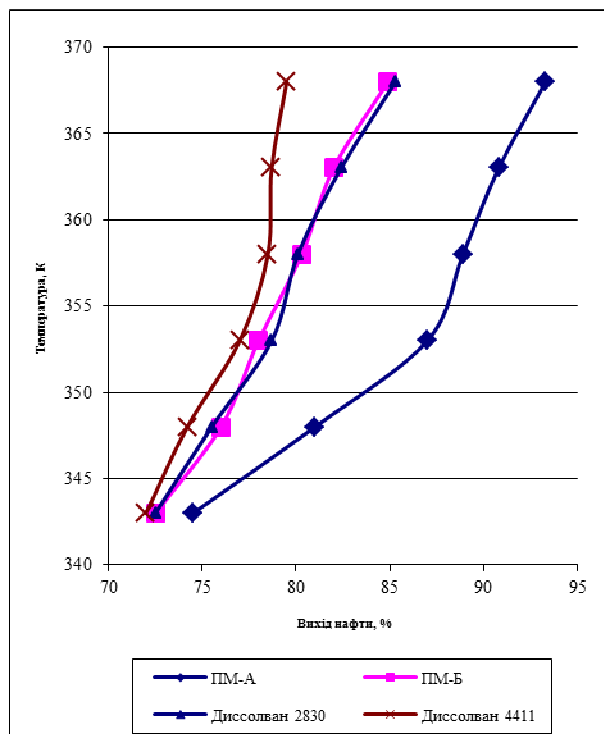
**Рис. 2. Залежність ефективності видалення механічних від температури: А- НГВУ ПНГ, Б – НГВУ ДНГ (доза деемульгатора 400 г/т)**



А

Б

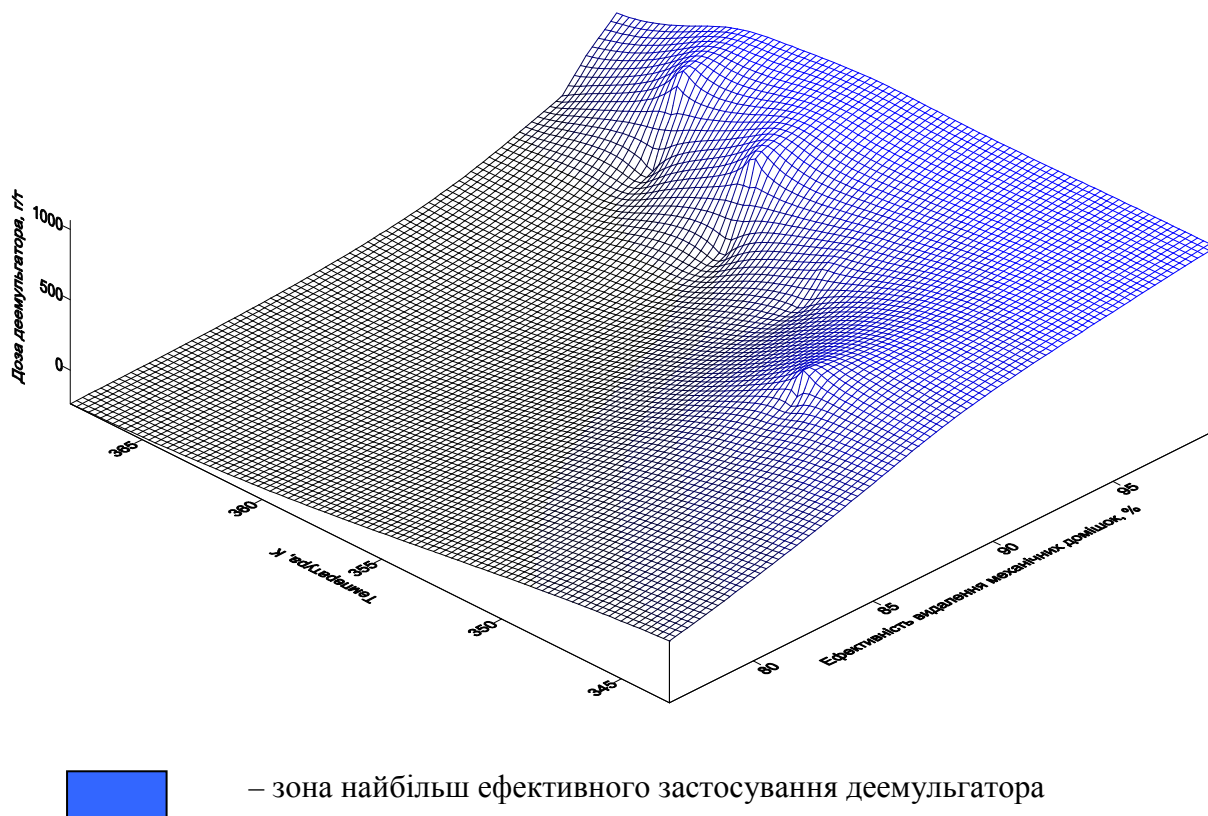
Рис. 3. Залежність ефективності видалення механічних від температури: А-НГВУ ПНГ, Б – НГВУ ДНГ (доза деемульгатора 600 г/т)



А

Б

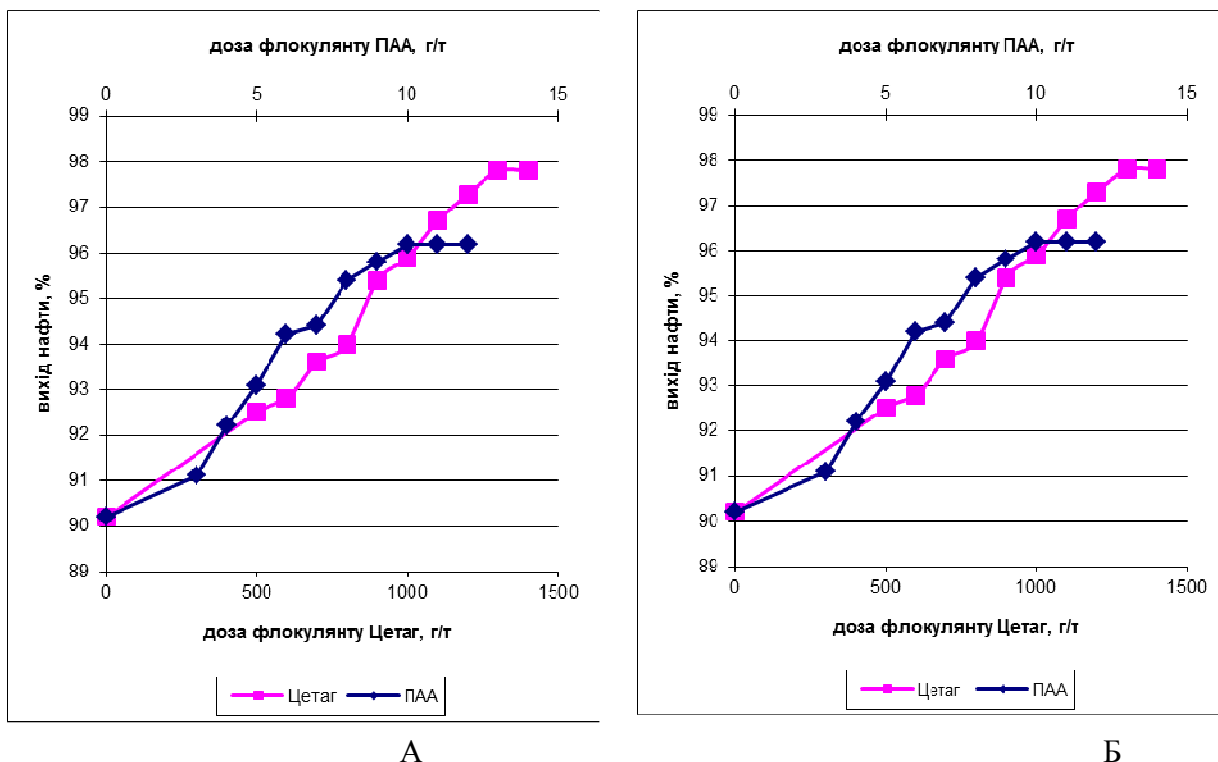
Рис. 4. Залежність ефективності видалення механічних від температури: А-НГВУ ПНГ, Б – НГВУ ДНГ (доза деемульгатора 800 г/т)



**Рис. 5. Просторова модель процесу фазового розділення стійких нафтових емульсій для деемульгатора ПМ-А**

З метою підвищення ефективності застосування деемульгатора в процесі оброблення нафтошламів нами проведено дослідження щодо використання флокулянтів. Експерименти проводилися в лабораторних умовах для деемульгатора був ПМ-А, температура середовища експерименту – 368 К, доза деемульгатора – 600 г/т. Для проведення досліджень використано флокулянти поліакриламід-гель (ПАА) та цетаг. Мінімальна доза флокулянту для проведення експерименту становила ПАА – 3 г/т, цетагу – 500 г/т. За результатами досліджень побудовано залежності ефективності розділення нафтових емульсій від дози реагентів, які представлено на рисунку 6.

Як видно з рисунку застосування флокулянтів разом з деемульгатором дозволяє підвищити ефективність розділення нафтових емульсій, відібраних із ставків-відстійників НГВУ „Полтаванафтогаз”, від 94 % до 97,5 % при застосуванні флокулянту ПАА та від 93,7 % до 98,9 % при застосуванні флокулянту цетаг. Аналогічні результати отримано під час розділення нафтошламів, відібраних із земляного амбару НГВУ „Долинанафтогаз”,: ПАА – від 91,1 % до 96,2 %, цетаг – від 92,5 % до 97,8%. Необхідно відзначити, що оптимальною дозою флокулянту для розділення нафтошламів НГВУ ПНГ є ПАА – 9 г/т, цетагу – 1200 г/т, НГВУ ДНГ – ПАА – 10 г/т, цетагу – 1300 г/т. Подальше збільшення дози реагентів не призводить до підвищення ефективності обробки нафтошламів.



**Рис. 6. Залежність ефективності розділення стійких нафтових емульсій від дози флокулянту: А- ПНГ, Б – ДНГ**

Виходячи з результатів проведених досліджень можна зробити наступні **висновки**:

1. Мінімальними необхідними умовами застосування деемульгатора ПМ-А в процесі розділення стійких нафтових емульсій є температура 348 К та доза 400 г/т, оптимальними – температура – 368 К, доза – 600 г/т.
2. Оптимальними дозами флокулянту для розділення нафтошламів ПНГ є ПАА – 9 г/т, цетагу – 1200 г/т, ДНГ – ПАА – 10 г/т, цетаг – 1300 г/т. Подальше збільшення дози реагентів до підвищення ефективності обробки нафтошламів не призводить.

### Література

1. Троценко А.В. Дослідження впливу на навколишнє середовище місць зберігання нафтошламів /А.В. Троценко, П.Г. Дригулич, А.В. Пукіш// Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2010 – №1 (23). – С. 171-177.
2. Федорів А.С. Переробка стійких нафтових емульсій із підвищеним вмістом механічних домішок /Б.Л. Литвин, М.М. Венгльовський, П.Г. Дригулич, А.В. Троценко/ Нафтова і газова промисловість.-2011, №1. – С.53-56.

*Поступила в редакцію 15 травня 2014 р.*