

Е. И. Грушова, доцент; А. И. Юсевич, ст. преподаватель; А. В. Кучук, ассистент;  
Ю. С. Новикова, студентка; В. В. Ремез, студент

## ПРИМЕНЕНИЕ СОРЕАГЕНТОВ В ПРОЦЕССАХ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

Influence of polar aprotic solvent small additions (below 10 mas. %) on N-methylpyrrolidone selective and lytic properties in oil fraction purification has been studied.

Процессы жидкостной экстракции широко используются в различных отраслях народного хозяйства: пищевой, фармацевтической промышленности, промышленности основного органического и нефтехимического синтеза и т. д. Причем самыми многотоннажными являются процессы выделения ароматических углеводов из углеводородных смесей (катализаторов риформинга) и процессы очистки масляных дистиллятов от нежелательных компонентов (ароматические и смолистые вещества). Между тем, именно в многотоннажных процессах нефтепереработки из-за недостаточно высокой или избирательности, или растворяющей способности экстрагента потери ценных компонентов весьма значительны.

Считают [1–3], что наиболее доступным способом улучшения показателей жидкостной экстракции является использование высокоэффективных экстрагентов. Однако перечень разделяющих агентов для промышленных процессов, отвечающих критерию «универсальности» в плане растворяющих и селективных свойств, невелик, и обусловлено это тем, что синтез и промышленное освоение выпуска нового экстрагента – это трудоемкий и длительный процесс, а применение растворителей смешанного типа, содержащего 10–90% мас. второго компонента, приводит часто к улучшению одного свойства и некоторому ухудшению другого, т. е. не позволяет достичь желаемого эффекта.

Исследования, выполненные на кафедре технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов [4, 5], показали, что решить в какой-то степени данную проблему можно. Для этого в качестве экстрагента предлагается применять бинарный растворитель, содержащий малую добавку (до 8–10% мас.) второго реагента (сореагента).

В данной работе представлены результаты исследований, направленных на улучшение экстракционных свойств промышленного экстрагента N-метилпирролидона (N-МП), который сейчас широко внедряется и используется для очистки масляных фракций нефти вместо фенола [6, 7].

В качестве сореагентов к N-МП использовали диметилсульфоксид (ДМСО) и тетраметилсульфон (ТМС) – растворители, обладающие

высокой избирательностью, но недостаточно высокой разделяющей способностью.

Как известно [8, 9], наиболее характерным свойством вещества в жидком состоянии является вязкость. Она тесно связана со структурой жидкости и межмолекулярными взаимодействиями. В продолжение проводимых исследований вязкости бинарных жидких систем была изучена кинематическая вязкость N-МП с ДМСО и ТМС в области концентраций вторых компонентов до 40% мол. и определены значения эффективной энтропии вязкого течения. Если энтропию активации вязкого течения представить как разность энтропий растворителя в активированном и исходном состоянии [9]

$$\Delta S_{\eta}^{\#} = S^{\#} - S,$$

то положительное значение  $\Delta S_{\eta}^{\#}$  свидетельствует о том, что активированное состояние является менее упорядоченным, чем исходное. Как видно из рис. 1, малые добавки (до 0,1 м. д.) сореагентов к N-МП практически не влияют на величину  $\Delta S_{\eta}^{\#}$ , т. е. не изменяют структуру экстрагента. Однако молекулы ДМСО и ТМП имеют более высокие дипольные моменты, чем молекулы N-МП [10], что, согласно [2], увеличивает напряженность молекулярного силового поля разделяющего агента и, по-видимому, влияет на показатели экстракции. Это подтверждают данные таблицы и рис. 2.

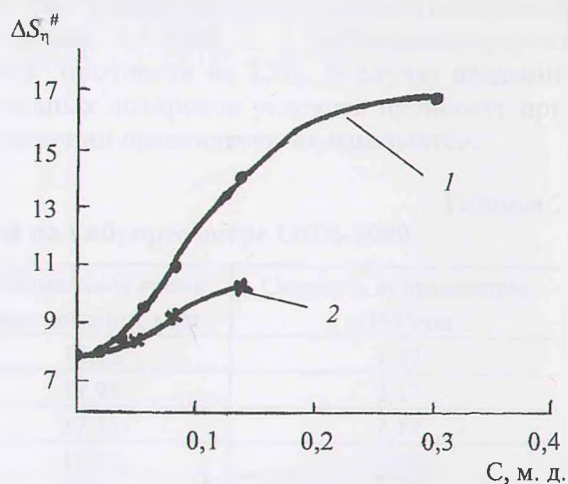


Рис. 1. Зависимость энтропии активации вязкого течения от содержания сореагента в N-МП:  
1 – ТМС; 2 – ДМСО

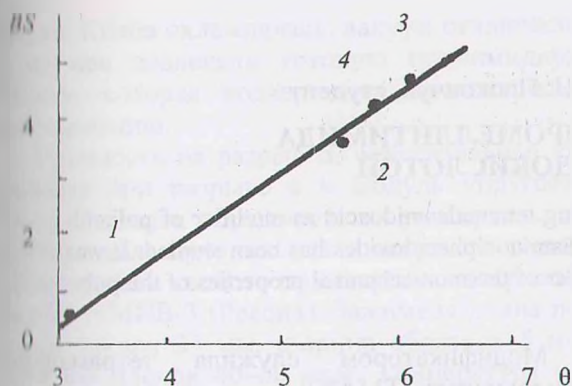


Рис. 2. Зависимость величины  $BS = \text{Выход рафината} \times \text{селективность разделения}$  от «обобщенного

$$\text{дипольного момента} \theta = \frac{\mu_i^2 + \mu_j^2}{V_i \cdot V_j} ;$$

1 – фенол; 2 – N-МП; 3 – N-МП + ТМС;  
4 – N-МП + ДМСО

Таблица

**Показатели одноступенчатой экстракции**  
(сырье – вакуумный дистиллят VD-4,  
кратность растворитель :  
сырье = 2 : 1 м. ч., температура  
экстракции 60°C)

Показатель	Экстрагент *			
	Фенол	N-МП	N-МП + 5% ТМС	N-МП + 5% ДМСО
Выход рафината $B_p$ , % мас.	80,1	94,9	93,9	94,0
Показатель преломления рафината $n_{D_0}^{50}$	1,5020	1,5001	1,5009	1,5011
Селективность разделения $S = n_{D_3}^{50} - n_{D_0}^{50}$	0,0395	0,0580	0,0622	0,0650
Показатель $V_{70}^{50}/V_{70}$	2,42	2,48	2,44	2,48

\* Экстрагент содержит 5% мас. воды.

Введение в экстрагент добавок высокополярных сореагентов позволяет сохранить высокую емкость экстрагента и существенно повысить селективность. Сопоставление параметров экстракции с «обобщенным дипольным моментом»  $\theta$ , определенным как для индивидуальных

растворителей, так и для смешанных систем, показывает, что чем выше напряженность силового поля экстрагента, тем эффективнее происходит очистка минеральных масел.

## Литература

1. Разделение углеводов с использованием селективных растворителей / Битрих Г.-Й., Гайле А. А., Лемпе Д. и др. – Л.: Химия, 1987. – 192 с.
2. Грушова Е. И. Газохроматографическое исследование растворимости углеводов в бинарных полярных растворителях: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Минск, 1981.
3. Сасковец В. В. Использование избирательных растворителей в нефтеперерабатывающей промышленности. – Новополоцк: ПГУ, 1994.
4. Кириллова М. В., Грушова Е. И., Кучук А. В. Влияние малых добавок N-метилпирролидона на свойства гликолей // Сб. трудов БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – Вып. X. – Мн., 2002. – С. 50–54.
5. Кунденко А. Г., Мулярчик Ю. В., Бойко Н. С., Чуманевич О. С. Исследование влияния малых добавок полярных соединений на свойства триэтиленгликоля // Тезисы 53-й студенческой научно-технической конференции. – Мн.: БГТУ, 2002. – С. 118.
6. Школьников В. М., Колесник И. О., Октябрьский Ф. В. Очистка масел N-метилпирролидоном // Нефтепереработка и нефтехимия. – М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1989. – Вып. 12. – С. 11–14.
7. Школьников В. М., Колесник И. О. Пуск первой в отрасли установки селективной очистки масел N-метилпирролидоном // Нефтепереработка и нефтехимия. – М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1991. – Вып. 1. – С. 11–14.
8. Николайчук А. Г., Подолянюк В. А., Суrows Ю. Н. Исследование межмолекулярного взаимодействия в системе N-метилформамид – тетрагидрофуран // ЖОХ – Т. 48. – 1978. – Вып. 12. – С. 2764–2770.
9. Шкодин А. М., Ратиогидзе Н. Н., Вьюнник И. Н. Исследование температурной зависимости физико-химических свойств бинарного растворителя этиленгликоль – диоксан // ЖОХ. – Т. 50. – 1980. – Вып. 5. – С. 981–985.
10. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. – М.: Мир, 1976.