

УДК 547.912+541.12.038.2.52/59

## ЭКСТРАКЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ШИРОКИХ ФРАКЦИЙ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЭКСТРАГЕНТАМИ

Самуков Тулкун Иргашевич

Кандидат технических наук, соискатель Института общей и неорганической химии

Академия Наук Республики Узбекистан E-mail: tsamukov@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7256154>

**Аннотация.** Представлены результаты исследования экстракции ароматических углеводородов из широкой фракции легких углеводородов газового конденсата, полученного на УСК НГДУ «Шуртан». В качестве растворителей экстрагентов использованы Лапрол-805 и Лапрамол -294. Изучено влияние массового отношения растворителя к сырью, продолжительности экстракции на степень извлечения ароматических углеводородов. Экспериментально установлено, что при использовании индивидуальных растворителей Лапрол-805 и Лапрамол -294 получен экстракт, содержащий более 90% мас. ароматических углеводородов.

**Ключевые слова:** ароматические углеводороды; Шуртанский газовый конденсат; широкая фракция углеводородов; бензол; деароматизация; ксилол; риформат; растворитель; толуол; экстракция.

### EXTRACTION OF AROMATIC HYDROCARBONS FROM WIDE FRACTIONS OF GAS CONDENSATE WITH INDIVIDUAL EXTRAGENTS

**Abstract.** The results of a study of the extraction aromatic hydrocarbons from a wide fraction of light hydrocarbons of gas condensate obtained at the NGDU "Shurtan" are presented. Laprol – 805 and Lapramol -294 were used as solvents for extractants. The influence of the mass ration of the solvent to the raw material, the duration of extraction on the degree of extraction of aromatic hydrocarbons has been studied. It has been experimentally established that when using individual solvents Laprol -805 and Lapramol-294, an extract containing more than 90% wt. aromatic hydrocarbons has been obtained.

**Keywords:** Aromatic hydrocarbons; Shurtan gas condensate; wide fractions of hydrocarbons; benzene; dearomatization; xylene; reformat; solvent; toluene; extraction.

### ВВЕДЕНИЕ

Низкомолекулярные ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы) относятся к наиболее важным продуктам нефтехимической промышленности. Рост спроса на бензол, толуол и ксилолы составляет, в среднем, 5-7% в год, что обусловлено потребностью как в самых ароматических углеводородов (АУ), так и в их производные.

Одним из основных способов производства низкомолекулярных АУ является каталитический риформинг бензиновых фракций. Ароматические углеводороды могут быть выделены из продуктов риформинга экстракцией с применением селективных растворителей. Экстракция проводится при относительно низких температуре и давлении, позволяет получать концентрат ароматических углеводородов и рафинат, который может быть использован как компонент моторного топлива или сырье пиролиза[1].

В промышленности реализованы процессы экстракции АУ из риформатов узкокипящих бензиновых фракций. При производстве бензола и толуола используются фракции, выкипающие в пределах 62-105°C, для получения ксилолов и этилбензола - 105-140°C. В то же время недостаточно изучена экстракция АУ из бензиновых фракций, выкипающих в широких пределах, например 65-165°C. Кроме того, представляет интерес возможность экстракционной подготовки сырья для процесса пиролиза - прямогонной бензиновой фракции 65-165°C газового конденсата. Предполагается, что снижение содержания АУ углеводородов в сырье пиролиза будет способствовать большему выходу целевых продуктов и снижению коксообразования. В связи с вышеизложенным изучение процесса экстракции АУ из широких фракций легких углеводородов (ШФЛУ) ГК является важной и актуальной научно-прикладной задачей.

Экстракция АУ ШФЛУ ГК, позволяющей получать высокоароматизированные экстракты - сырье для нефтехимической промышленности и рафинаты с низким содержанием ароматических углеводородов, используемые как компонент автомобильного бензина или сырье пиролиза.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была выбрана прямогонная фракция 65-165°C, полученная на АРН-2 из ГК НГДУ «Шуртан», характеристика которого представлена в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики сырья

Мольные %						
Сп \ Группы	Парафины	Изопарафины	Ароматика	Нафтенны	Олефины	Сумма
С5	0.862	0	0	0	1.058	1.921
С6	0	0	0	0	5.943	5.943
С7	0.763	3.357	0.018	0.747	5.800	10.688
С8	0	13.192	3.641	7.621	3.745	28.201
С9	2.316	20.204	5.780	2.146	1.014	31.462
С10	0.030	11.805	2.278	0.114	0.402	14.631
С11	0	0.843	4.545	0.871	0	6.260
С12	0	0.103	0.503	0.077	0	0.685
С13	0.207	0	0	0	0	0.208
Сумма	4.180	49.508	16.768	11.580	17.964	100.000
Октановое число						

Компонент	Исследовательский метод	Моторный метод
Парафины	1.344	0.996
Изопарафины	14.076	12.832
Ароматика	7.641	7.157
Нафтенны	4.734	3.081
Олефины	10.188	7.263
Оксигенаты	0.000	0.000
Сумма	37.983	31.329

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Ароматические углеводороды из ГК извлекали новыми экстрагентами, в молекуле которых содержатся аминовые и гидроксильные группы. Эти экстрагенты условно названы "Лапрол -805" и "Лапрамол -294". Физико-химические свойства их следующие:

Лапрол - 805 - нелетучая, вязкая, прозрачная однородная жидкость. Внешний вид: от слабозеленого до темно-коричневого цвета. Содержание гидроксильных групп 10-11,5%, pH 5,5-7,5. Вязкость по Хеглеру, СП 2500-4000. Содержание влаги 0,31. Температура вспышки в открытом тигле 204 °С. Плотность, г/см<sup>3</sup>- 1,065.

Лапрамол -294 - нелетучая прозрачная жидкость. Внешний вид: от бесцветного до слабозеленого. Содержание гидроксильных групп 21,7%. Содержание азота 9,7%. pH 10,7. Вязкость по Хеглеру, СП 4000-5000. Содержание влаги 0,3%. Температура вспышки в открытом тигле 235°С.

Жидкостную экстракцию проводили методом противотока с последующим сравнением предлагаемых экстрагентов с общеизвестными: диэтиленгликолем (ДЭГ), диметилсульфоксидом (ДМСО), диметилформамидом (ДМФА) и фурфуролом. Для достоверности сравниваемых результатов при экстракции процесс проводили на искусственной смеси алифатических и ароматических углеводородов, состоящей из 50% бензола и 50% объемных гексана. Экстракцию проводили в одну ступень при 25°С в делительных воронках [3]. 100 г. искусственной смеси экстрагируется со 100 г. Лапрамола-294 или Лапрола -805 (из искусственной смеси ароматические углеводороды экстрагировали всеми известными экстрагентами), после разделения "экстракт от рафината" атмосферной перегонкой экстракта получены ароматические углеводороды. Выход АУ составил с Лапрамол - 95,6%, с Лапрол - 90,4%, с ДЭГ - 14,6%, с ДМСО - 76,3%, с ДМФА - 60,4% и фурфуролом - 44,3% объемных по отношению к искусственной смеси. Результаты экстракции показывают, что предлагаемые экстрагенты по извлекающей способности ароматических углеводородов примерно в 6-6,5 раз превосходят ДЭГ, в 1,2 раза- ДМСО, в 1,5 раза-ДМФА, в 2,1 раза-фурфурол.

Для сравнения эффективности рекомендуемых экстрагентов "Лапрамол " и "Лапрола" с известными экстрагентами ниже рассмотрена экстракция АУ из ГК фракции с ДЭГ, ДМСО, ДМФА и фурфурола при аналогичных условиях экстракции. Лабораторная противоточная многоступенчатая экстракция проводилась в системе циклов однократных экстракций, имитирующей работу противоточной экстракционной колонны по известной методике. Выделение экстракта АУ и рафината осуществлялось путем их отгонки от растворителя [4].

Характеристики экстракта и рафината, полученных при трехступенчатой экстракции с новыми экстрагентами представлены в табл. 1.

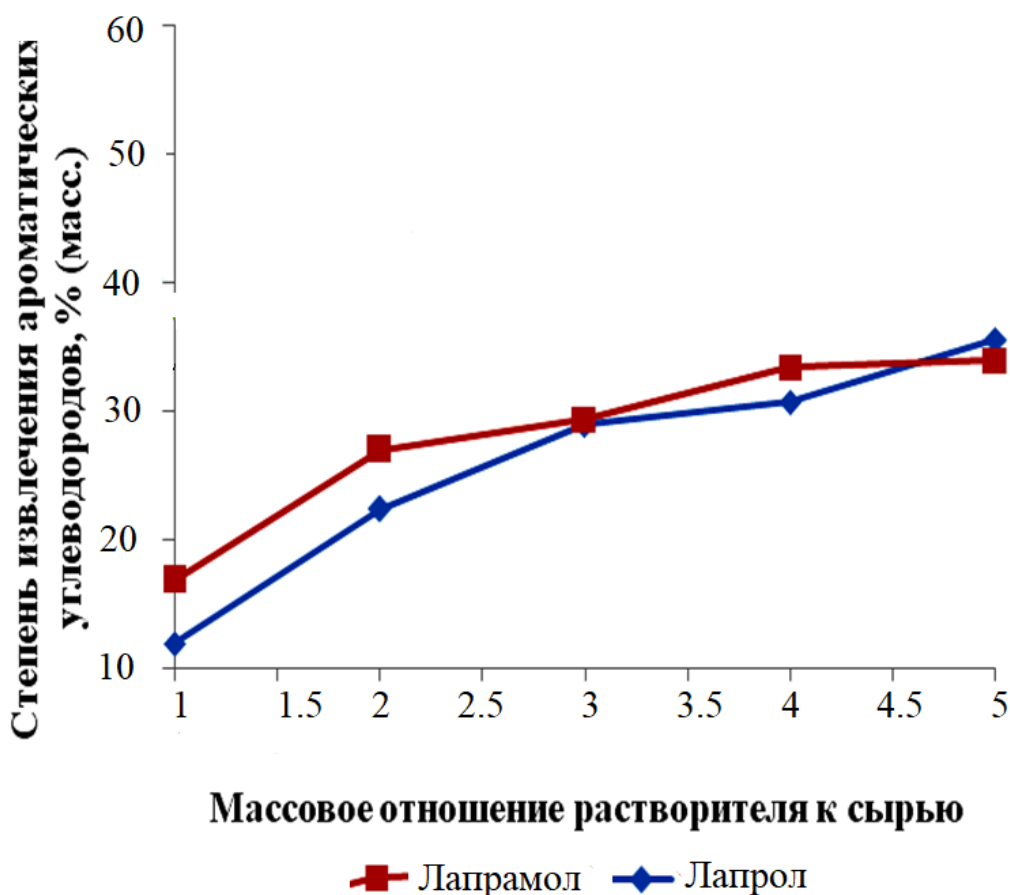
Таблица 1.

Наименование показателя	Экстракт	Рафинат	Методы испытания
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,8127	0,7297	ГОСТ3900-85
Показатель преломления	1,4950	1,4200	ГОСТ 28869-90
Содержание ароматических углеводородов, % масс, в том числе:	94,4	8,7	АСТМ Д 6729-04
бензол	22,5	0,8	
толуол	34,8	3,3	
ксилолы и этилбензол	20,8	2,7	
углеводороды С9 и выше	16,3	1,9	

Далее исследовалось влияние массового отношения растворителя к сырью на результаты одноступенчатой экстракции. Опыты проводились при температуре 40°С в течение 45 мин, концентрация воды в растворителе составляла 5% масс. Массовое отношение растворителя к сырью изменяли от 1:1 до 5:1. Результаты представлены на рис. 1.

Рисунок 1

Зависимость степени извлечения ароматических углеводородов из ШФЛУ ГК от массового отношения экстрагентов.



Увеличение массового отношения растворителя к сырью для двух исследуемых растворителей способствовало повышению степени извлечения

ароматических углеводов. Проведение процесса экстракции при малом массовом отношении растворителя к сырью способствует снижению расхода растворителя, что имеет большое значение при промышленном производстве ароматических углеводов.

### ОБСУЖДЕНИЕ

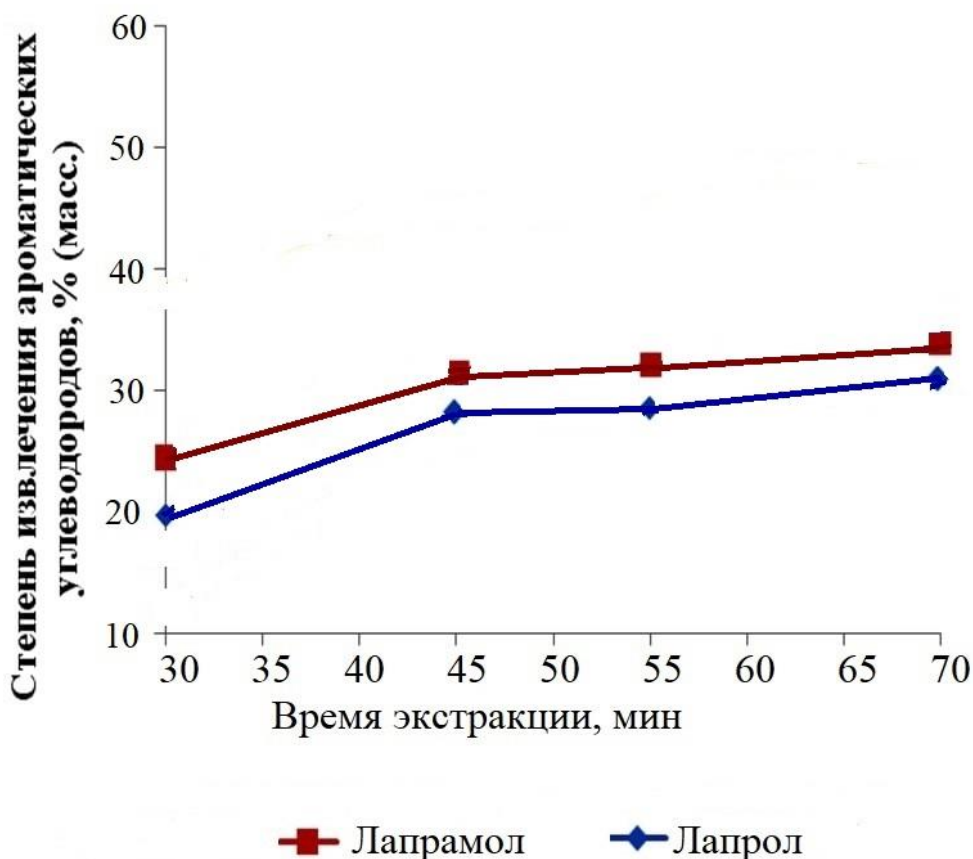
В следующей серии опытов исследовалось влияние продолжительности одноступенчатой экстракции на степень извлечения ароматических углеводов из риформата. Как и в предыдущих опытах, температура процесса составляла 40 °С, массовое отношение растворителя к сырью 1:1. Продолжительность экстракции составляла от 45 до 75 мин. Результаты опытов представлены на рис. 2.

Увеличение продолжительности экстракции от 45 до 75 минут существенно не повлияло на изменение степени извлечения ароматических углеводов из риформата Лапрол-805 и Лапрамол-294. При изменении времени экстракции от 35 до 45 минут содержание ароматических углеводов в рафинате снизилось, в среднем, на 1% (масс.), при продолжительности процесса от 45 до 65 минут незначительно увеличилось содержание ароматических углеводов в экстракте.

Экстракт с наибольшим содержанием ароматических углеводов был получен при экстракции индивидуальными растворителями при температуре 35-45°С.

Рисунок 2

Зависимость степени извлечения ароматических углеводов из ШФЛУ ГК от продолжительности экстракции.



Таким образом, было установлено, что Лапрамол-294 обладает лучшей экстракционной способностью. Степень извлечения ароматических углеводов при использовании растворителя в одноступенчатом процессе на 10-15% (масс.) выше.

Таким образом, из ШЛФУ ГК с помощью предлагаемых эффективных индивидуальных экстрагентов по относительно простой экстракции получают качественные АУ (бензол, толуол и смесь остаточных АУ).

## ВЫВОДЫ

В заключении работы можно сделать следующие сводные обобщения:

- исследованы экстракционные способности "Лапрол-805" и "Лапрамол -294", при деароматизации ШЛФУ ГК;

- сольбилизация АУ со стороны "Лапрола-805" также в большей мере связана с наличием в структуре молекулы экстрагента гидроксильных групп, способных образовывать с субстратом водородные связи;

- экстрагенты с большим числом  $-CH_2-$  групп ("Лапрамол-294") имеют высокие растворяющие способности АУ, с чем связаны их сравнительно высокие показатели извлечения АУ из фракции ГК;

- при использовании экстрагентов "Лапрол -805" и "Лапрамол -294", высокая степень извлечения ароматических углеводов может быть достигнута при более низкой температуре и меньшей кратности растворителя к сырью. Это, в свою очередь, позволит снизить энергетические затраты и расход растворителей.

- определены условия для экстракционной деароматизации фракции 65-165°C, позволяющего извлекать максимальное количество ароматических углеводов;

С удачным выбором объекта исследования природного сырья – газового конденсата, как химического сырья для получения столь регионально необходимого как для нашей Республики, так и для ближнего зарубежья индивидуальных растворителей как толуол и бензол, технология которых до сего времени отсутствует. Согласованные воплощения в жизнь основных положений исследования в полном объеме могут удовлетворить спрос как по объему, так и по качеству растворителей в отраслях народного хозяйства Республики Узбекистан существенным экономическим эффектом, что является немаловажным подспорьем для импортозамещения этих позиций в нашей развивающейся экономике.

## REFERENCES

1. Сулимов, А. Д. Производство ароматических углеводов из нефтяного сырья / А. Д. Сулимов. – М.: «Химия», 1975 г.
2. Каратун О.Н., Капизова Н.Б. Выделение ароматических углеводов из катализата риформинга // Актуальные инженерные проблемы химических и нефтехимических производств: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Нижнекамск: ФГБОУ ВПО «КНИГУ», 2013. -С.36-38.
3. Мухамадиев, А. И. Экстракция ароматических углеводов смешанными растворителями морфолин-этаноламин и морфолинэтиленгликоль : дисс. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук : 02.00.13 / А.И. Мухамадиев ; Казанский гос. техн. ин-т. – Казань, 2002. – 175 с.

4. Гайле А. А., Сомов В. Е., Варшавский О. М. Ароматические углеводороды: Выделение, применение, рынок: Справочник.– СПб: Химиздат, 2000.