



УДК 547.592.661.7

**РЕАКЦИИ АРИЛАЛКИЛИРОВАНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ФЕНОЛА С ФРАКЦИЕЙ 130–190 °С****ARYLALKYLATION REACTIONS OF LIQUID PRODUCTS OF PHENOL PYROLYSIS WITH A FRACTION OF 130–190 °С****Гурбанлы Ульвия Расим**диссертант,  
Азербайджанский Государственный Университет  
Нефти и Промышленности  
gurbanli.ulviyya@mail.ru**Гейдарли Гюнай Заман**диссертант,  
Институт Нефтехимических Процессов НАН Азербайджана**Гасанов Алакбар Агасаф**профессор,  
Азербайджанский Государственный Университет  
Нефти и Промышленности**Расулов Чингиз Княз**профессор,  
Институт Нефтехимических Процессов НАН Азербайджана

**Аннотация.** Приведены результаты арилалкилирования фенола фракцией 130–190 °С жидких продуктов пиролиза (ФЖПП) в присутствии катализатора КН-30, пропитанного соляной кислотой, на непрерывнодействующей установке. Для нахождения оптимальных условий, обеспечивающих максимальный выход п-арилалкилфенолов, изучали влияния разных кинетических параметров (температура, мольное соотношение исходных компонентов и объемная скорость) на выход и селективность целевого арилалкилфенола. Температуру реакции варьировали в интервале от 80 до 120 °С, мольное соотношение фенола к фракции жидких продуктов пиролиза от 1 : 1 до 1 : 4 моль/моль, а объемную скорость от 0.3 до 1.0 ч<sup>-1</sup>. При найденных оптимальных условиях выход целевого п-арилалкилфенола составляет 64.7 % от теории, на взятый фенол, а селективность 93.2 % по целевому продукту.

**Ключевые слова:** фенол, фракция жидкого продукта пиролиза, катализатор КН-30М, арилалкилирование.

**Gurbanly Ulviya Rasim**Dissertator,  
Azerbaijan State University  
of Oil and Industry  
gurbanli.ulviyya@mail.ru**Heydarli Gunay Zaman**Dissertator,  
Institute of Petrochemical Processes,  
National Academy of Sciences of Azerbaijan**Hasanov Alakbar Aghasaf**Professor,  
Azerbaijan State University  
of Oil and Industry**Rasulov Chingiz Knyaz**Professor,  
Institute of Petrochemical Processes,  
National Academy of Sciences of Azerbaijan

**Annotation.** The paper deals with the results of phenol arylalkylation by 130–190 °С fraction of liquid pyrolysis products in the presence of KN-30 catalyst impregnated by hydrochloric acid in a continuously operating unit. We studied the effects of various kinetic parameters (temperature, molar ratio of the starting components, and space velocity) on the yield and selectivity of the target arylalkylphenol to determine the optimal conditions ensuring maximum yield of p-arylalkylphenols. The reaction temperature was varied in the range from 80 to 120 °С, the molar ratio of phenol to the fraction of liquid pyrolysis products was from 1 : 1 to 1 : 4 mol/mol, and the space velocity was from 0.3 to 1.0 h<sup>-1</sup>. The yield of the target p-arylalkylphenol was 64.7 % of theory for the taken phenol, and the selectivity was 93.2 % for the target product under the optimal conditions.

**Keywords:** phenol, fraction of liquid pyrolysis product, catalyst KN-30M, arylalkylation.

**А**рилалкилфенолы и их производные уже в течение многих лет находятся в центре внимания исследователей, что обусловлено практической полезностью таких соединений, прежде всего, необычайно широким спектром антиокислительной активности [1–4].

Для получения арилалкилфенола использованы реактивный свежеперегранный фенол, фракция жидких продуктов пиролиза (ФЖПП) с температурой кипения 130–190 °С,  $n_D^{20}$ –1.560,  $\rho_4^{20}$ – 0.8578, М.м.–120 и содержанием непредельных углеводородов до 50 %.

В качестве катализатора использовали КН-30 (ТУ 2177-0.11-07522276-2008), пропитанной 10 %-ный соляной кислотой.

Фенол и ФЖПП из емкости в нужном соотношении подаются в смеситель. В емкости фенола температура поддерживается 45 °С. После смешения в смесителе фенол и ФЖПП подаются в низ реактора. Смесь компонентов, пройдя через слой катализатора, охлаждается в холодильнике, собирается в емкость и оттуда направляется на ректификацию.

Взаимодействие фенола с ФЖПП в присутствии катализатора КН – 30М протекает с образованием п-замещенного аралкилфенола.

Взаимодействие фенола с ФЖПП в присутствии катализатора КН-30М протекает с образованием п-замещенного аралкилфенола.



В арилалкилировании участвуют также  $\alpha$ -метилстирол, винилтолуол и инден. С целью нахождения оптимальных условий, обеспечивающих максимальный выход п-арилалкилфенолов, изучали влияние температуры, мольное соотношение исходных компонентов и объемной скорости на выход и селективность целевого арилалкилфенола.

Температуру реакции варьировали в интервале от 80 до 120 °С, мольное соотношение фенола к ФЖПП от 1 : 1 до 1 : 4 моль/моль, а объемную скорость от 0.3 до 1.0 ч<sup>-1</sup>.

В таблице 1 приведены результаты опытов по арилалкилированию фенола ФЖПП.

Как видно из приведенных данных, при температуре 120°С и объемной скорости 0.3–0.5 ч<sup>-1</sup> достигаются наибольшие выходы целевого продукта в пределах – 58.5–64.7 % при селективности – 90.8–93.2 %. Повышение температуры до 140 °С приводит к повышению выхода целевого продукта 67.2 % при объемной скорости 0.5 ч<sup>-1</sup>.

**Таблица 1** – Результаты реакции арилалкилирования фенола ФЖПП

№ опытов	Условия реакции			Выход, на взятый фенол, %	Селективность по арилалкилфенолу, %
	Температура, °С	Фенол : ФЖПП, моль/моль	Объемная скорость, ч <sup>-1</sup>		
	80	1:3	0.5	33.7	97.0
	100	1:3	0.5	47.8	95.4
	120	1:3	0.5	64.7	93.2
	140	1:3	0.5	67.2	88.9
	120	1:1	0.5	31.7	97.3
	120	1:2	0.5	52.4	95.0
	120	1:3	0.5	64.7	93.2
	120	1:4	0.5	66.6	89.1
	120	1:3	0.3	58.5	90.8
	120	1:3	0.5	64.7	93.2
	120	1:3	0.7	67.3	87.5
	120	1:3	1.0	61.7	86.4

Однако, селективность процесса при этом несколько уменьшается – 88.9 %. При увеличении соотношения фенол: ФЖПП от 1 : 1 до 1 : 3 выход п-арилалкилфенола повышается от 31.7 до 64.7 %. Дальнейшее увеличение количества фенола или ФЖПП не дает положительных результатов и выход целевого продукта остается на том же уровне. При изменении объемной скорости от 0.3 до 0.5 ч<sup>-1</sup> наблюдается увеличение селективности от 90.8 до 93.2 %.

Таким образом, найдены оптимальные условия получения п-арилалкилфенола: температура 120°С, мольное соотношение фенол: ФЖПП, равное 1 : 3 и объемная скорость 0.5 ч<sup>-1</sup>. При этом выход п-арилалкилфенола на взятый фенол являются 64.7 %, а селективность – 93.2 % по целевому продукту.

#### Список литературы:

1. Новые высокоэффективные антиокислительные присадки к смазочному материалу / А.Е. Просенко [и др.] // Наука – производства. – 2004. – № 5. – С.18–20.
2. Селективное каталитическое алкилирование фенола алкил и алкенилцикленами / В.Г. Мирзоев [и др.] // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. – 2017. – Т. 18. – № 4. – С. 341–350.
3. Чукичева И.Ю., Кучин А.В., Спирихин Л.В. Молекулярная тандемная перегруппировка при алкилировании фенола камфеном // ЖОрХ. – 2008. – Т. 44. – № 1. – С. 69–73.
4. Котов С.В., Наумкин П.В., Нестерова Т.Н. Кинетика алкилирования фенола гексадеценом на сульфокатионите // Нефтехимия. – 2016. – Т. 56. – № 1. – С. 31–61.

#### List of references:

1. New high-performance antioxidant additives for lubricants / A.E. Prosenko [et al.] // Science – production. – 2004. – № 5. – P.18–20.
2. Selective catalytic alkylation of phenol with alkyl and alkenylcyclenes / V.G. MirZoev [et al.] // Processes of petrochemistry and refining. – 2017. – V. 18. – № 4. – P. 341–350.
3. Chukicheva I.Yu., Kuchin A.V., Spirikhin L.V. Molecular tandem rearrangement during alkylation of phenol camphene // JORC. – 2008. – V. 44. – № 1. – P. 69–73.
4. Kotov S.V., Naumkin P.V., Nesterova T.N. Kinetics of phenol alkylation by hexadecene on sulfocathionite // Petrochemistry. – 2016. – V. 56. – № 1. – P. 31–61.