

О ВЫДЕЛЕНИИ ФЕНОЛОВ С ПОМОЩЬЮ МОНОЭТАНОЛАМИНА

А. ААРНА,

член-корреспондент Академии наук Эстонской ССР

Л. МЭЛДЕР

Из смол термической переработки твердого топлива фенолы обычно выделяются обработкой едкой щелочью или метанолом.

Основным недостатком щелочного обесфеноливания является интенсивное окисление фенолов в щелочной среде, что ухудшает качество полученного продукта. Особенно значительные затруднения возникают при обесфеноливании сланцевой смолы, так как она содержит в основном высшие производные фенола со слабыми кислотными свойствами. В результате, при обработке смолы водным раствором щелочи в масляной фазе остается значительное количество фенолов. Другим главным групповым компонентом кислородных соединений, кроме фенолов, в сланцевой смоле являются кетоны. В присутствии щелочи они интенсивно вступают в реакцию конденсации с фенолами, давая недистиллируемый пек и уменьшая тем самым выход товарных фенолов.

Кроме того, кетоны образуют с фенолами в масляной фазе молекулярные соединения, препятствуя переходу последних в фенолятную фазу. Аналогичное влияние пиридиновых оснований на процесс обесфеноливания изучено Озерским и Синицыным [1].

Основным недостатком метаноловой экстракции является недостаточная селективность, так как в метаноле отлично растворяются кроме фенолов и другие кислородсодержащие соединения.

В последнее время все больше и больше привлекает внимание исследователей обесфеноливание химическими реагентами, которые образуют с фенолами либо кристаллические молекулярные соединения, либо растворяют предпочтительно только фенолы. В литературе предложен ряд методов обесфеноливания смолы мочевиной, молочной кислотой, солями уксусной кислоты, глицерином, гликолями, ацетоном, фосфорной кислотой и другими реагентами [2-11]. Предложены также методы разделения смесей фенолов на индивидуальные соединения с помощью пиридиновых и хинолиновых оснований, бензидаина, щавелевой кислоты и т. д. [12-16]. Однако до настоящего времени ни один из этих методов не нашел широкого промышленного применения. Причиной этого является или малый выход и низкое качество фенолов, или трудности при регенерации реагента.

В общем, химический обесфеноливающий реагент должен соответствовать следующим требованиям: 1) реагировать только с фенолами, образуя с ними кристаллические молекулярные соединения или молекулярные соединения в растворе; 2) не взаимодействовать с нейтральными компонентами смолы; 3) не растворять нейтральные компоненты смолы; 4) быть легко регенерируемым из раствора фенолов; 5) быть дешевым и недефицитным.

Наибольшую склонность к образованию молекулярного комплекса с фенолами в растворе проявляют амины [17], но они почти все являются довольно нестабильными к действию окислителей и растворяются в углеводородах. Однако всеми перечисленными выше достоинствами обладают аминспирты (например этаноламины), и поэтому они могут представлять интерес для обесфеноливания смол термической переработки твердого топлива и масел селективной очистки. Из них моноэтаноламин применяется в больших количествах при очистке газа от CO_2 и является наиболее недефицитным амином.

Дионисьев и Косарева [18] по данным физико-химического анализа нашли, что моноэтаноламин образует в жидком виде с одно- и двухатомными фенолами молекулярные соединения в соотношении 1:1. Кристаллические соединения одноатомных фенолов имеют состав 1:2, двухатомных фенолов 1:1.

По мнению Дионисьева и Косаревой, в образовании комплекса принимает участие только гидроксильная группа фенольного компонента и аминогруппа этаноламина, гидроксильная же группа этаноламина способствует ассоциации молекул этаноламина попарно, уменьшая растворимость последнего в углеводородах. Это предположение подтверждается работой Тронева и Рыжиковой [19].

Аминспирты очень трудно окисляются и конденсируются с фенолами [20].

В патентной литературе [21] известен метод обесфеноливания 100%-ным моноэтаноламином.

И-чун Чан и Юхансен [22] исследовали процесс обесфеноливания узкой фракции низкотемпературной смолы моноэтаноламином и установили основные параметры процесса. Они предложили регенерировать моноэтаноламин из фенольного раствора путем нейтрализации с помощью CO_2 и разделения слоев моноэтаноламин-карбоната и фенола. Как известно из практики очистки газа, моноэтаноламин-карбонат разлагается простым нагреванием.

Экспериментальная часть

На рисунках 1 и 2 приведена зависимость вязкости и показателя преломления от молярной концентрации фенола в моноэтаноламине.

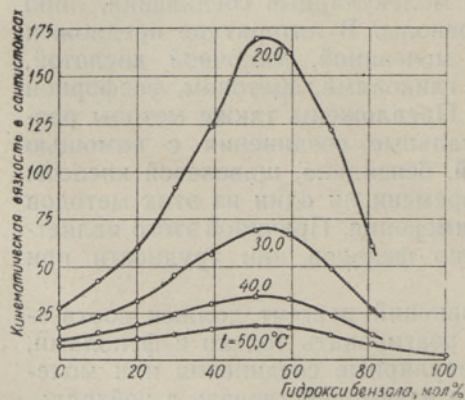


Рис. 1. Изотермы кинематической вязкости системы гидроксибензол-моноэтаноламин.

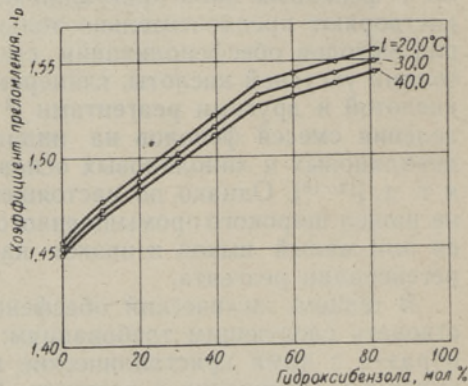


Рис. 2. Изотермы показателя преломления системы гидроксибензол-моноэтаноламин.

Вязкость определена в вискозиметре Оствальда, показатель преломления — на рефрактометре Пульфриха (источник света — натриевая лампа, D 5893 Å). Температуру поддерживали с помощью ультратермомоста с точностью $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

Данные диаграмм утверждают, что моноэтаноламин действительно дает в жидком виде с фенолом соединение эквимолекулярного состава. Вязкость смеси 1:1 в несколько раз превышает вязкость исходных компонентов.

Для определения растворимости моноэтаноламина в фенольном масле и углеводов в смеси моноэтаноламин-фенол проведен ряд опытов с трехкомпонентными системами α -метилнафталин-гидроксibenзол-моноэтаноламин или его водный раствор. Результаты в виде тройных диаграмм приведены на рис. 3 и 4.

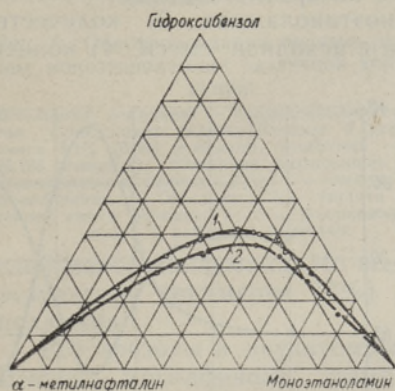


Рис. 3. Диаграмма растворимости тройной системы α -метилнафталин-гидроксibenзол-моноэтаноламин (100%-ный).

1 — температура $20,0^\circ\text{C}$; 2 — температура $40,0^\circ\text{C}$.

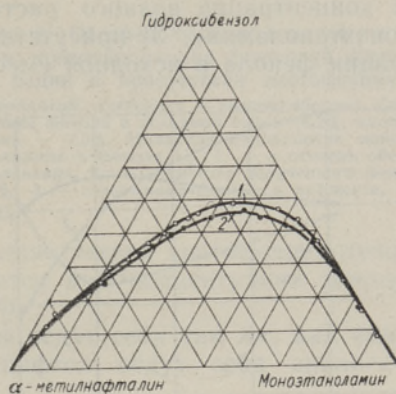


Рис. 4. Диаграмма растворимости тройной системы α -метилнафталин-гидроксibenзол-моноэтаноламин (70%-ный водный раствор).

1 — температура $20,0^\circ\text{C}$; 2 — температура $40,0^\circ\text{C}$.

Опыты проведены по следующей методике: изготовили растворы гидроксibenзола в моноэтанолаmine с различными концентрациями и при постоянной температуре по каплям добавляли α -метилнафталин. Концентрация, при которой α -метилнафталин не растворяется в смеси, определялась по мутности. Температуру поддерживали с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Для облегчения контроля над процессом обесфеноливания пользовались модельными смесями. Нейтральная часть состояла из равных объемов α -метилнафталина и декалина, к которой прибавлялось известное количество чистого фенольного компонента. В некоторых случаях для изучения влияния кетона на процесс обесфеноливания «фенольное масло» содержало и ацетофенон в количестве 9—20%.

К навеске «фенольного масла» (приблизительно 50 г) в делительной воронке прибавляли известное количество моноэтаноламина и смесь энергично встряхивали при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 5 минут. После расслаивания (1 час) нижний слой, содержащий фенол и моноэтаноламин, отделялся и подкислялся 20%-ной серной кислотой. Фенолы из кислого раствора экстрагировались трижды 5 мл диизопропилового эфира, промывались 0,5 мл 20%-ной серной кислоты и 5 мл воды. Эфир отгонялся в атмосфере углекислого газа и фенолы высушивались в вакууме. Верхний слой обрабатывался 5 мл 20%-ной сер-

ной кислоты для удаления остатков моноэтаноламина и промывался дважды 5 мл воды.

Фенолы в продуктах определялись обычным методом ацетилирования в пиридине. В тех случаях, когда исходная смесь содержала α -нафтол, количество его определялось спектроскопически, количество гидроксibenзола — по разнице. Содержание углеводов (α -метилнафталина) в феноле определялось спектроскопически. Количество ацетофенона определялось спектроскопически в инфракрасной области или оксимированием. Концентрацию водного раствора моноэтаноламина контролировали потенциометрическим титрованием. Количество моноэтаноламина в полученном феноле вычислялось по содержанию азота.

Точность всех примененных методов анализа не ниже $\pm 2\%$.

Изучено влияние следующих факторов на процесс обесфеноливания:

1) концентрации водного раствора моноэтаноламина, 2) количества моноэтаноламина, 3) присутствия кетона в исходной смеси, 4) концентрации фенола в исходной смеси.

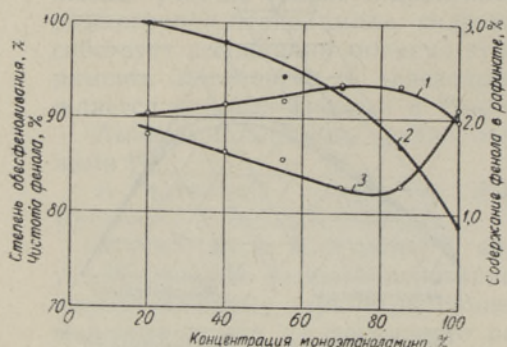


Рис. 5. Обесфеноливание водным раствором моноэтаноламина различной концентрации.

Фенольный компонент — гидроксibenзол. Содержание фенола в исходной смеси 16,2%. Молярное соотношение моноэтаноламина и фенола 1,2 : 1. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного фенола, %; 3 — содержание фенола в рафинате, %.

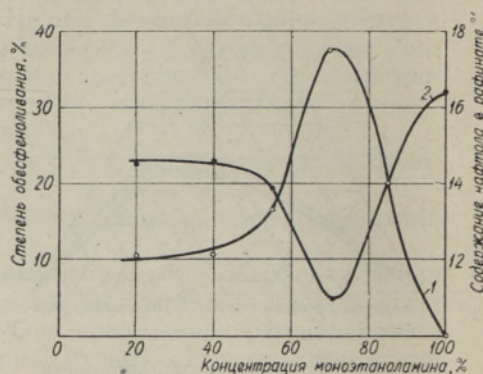


Рис. 6. Обесфеноливание водным раствором моноэтаноламина различной концентрации.

Фенольный компонент — α -нафтол. Содержание α -нафтола в исходной смеси 16,35%. Молярное соотношение моноэтаноламина и α -нафтола 1,2 : 1. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — содержание α -нафтола в рафинате, %. Чистота полученного нафтола не ниже 99,3%.

На рис. 5 и 6 приведены данные обесфеноливания с применением водных растворов моноэтаноламина различных концентраций.

Как видно из данных рис. 5 и 6, фенол легко экстрагируется раствором моноэтаноламина. Притом максимальная степень обесфеноливания достигается при применении около 70%-ного водного раствора. В тех же условиях удается выделить α -нафтол в размере только 35—40% от исходного содержания, 100%-ный моноэтаноламин полностью растворяется в смеси нафтола и углеводов и никакого обесфеноливающего эффекта не дает. Совершенно иначе обстоит дело при обесфеноливании смеси фенола и α -нафтола (рис. 7). Фенол как будто «притягивает» α -нафтол из масляной фазы в раствор моноэтаноламина. Степень обесфеноливания α -нафтола в присутствии фенола достигает 90%.

На рис. 8 — данные обесфеноливания в присутствии ацетофенона.

Если присутствует только кетон, степень обесфеноливания и чистота полученного фенола резко уменьшаются по сравнению с данными без кетона. Степень обесфеноливания вместо 93—94% достигает только 80%. Причиной этого, по всей вероятности, является взаимодействие в растворе между фенолом и кетоном, мешающее переходу фенола в

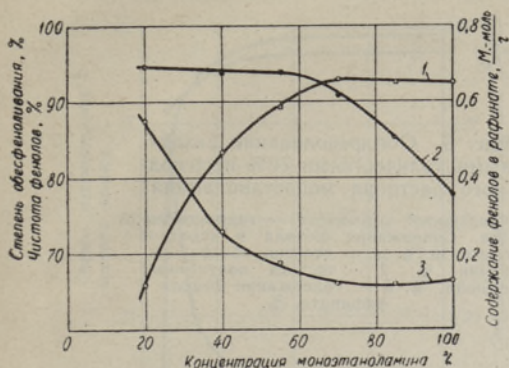


Рис. 7. Обесфеноливание водным раствором моноэтаноламина различной концентрации.

Фенольный компонент — гидроксибензол + α -нафтол. Содержание гидроксибензола в исходной смеси 8,1% (0,863 м-моль/г), α -нафтола — 8,1% (0,563 м-моль/г). Молярное соотношение моноэтаноламина и фенола 1,2 : 1. 1 — степень обесфеноливания, % ОН-групп; 2 — чистота полученной смеси фенолов, %; 3 — содержание фенолов в рафинате, м-моль/г.

слой моноэтаноламина. Но все же и в присутствии ацетофенона лучшие результаты (примерно 70%) достигаются при концентрации моноэтаноламина.

Все крезолы и двухатомные фенолы ведут себя так же, как фенол. Высшие алкилфенолы (тимол) и β -нафтол ведут себя аналогично α -нафтолу.

На рис. 9—14 приведены данные обесфеноливания различными количествами 70%-ного моноэтаноламина.

Увеличение количества моноэтаноламина от молярного соотношения 1 : 1 до 4 : 1 увеличивает степень обесфеноливания фенола и *n*-крезола только на несколько процентов. При этом улучшается и качество полученных фенолов. α -нафтол выделяется при четырехкратном избытке моноэтаноламина в количестве 88% с очень высокой чистотой (выше 99%). Присутствие кетона уменьшает степень обесфеноливания даже при молярном соотношении моноэтаноламина и фенола 4 : 1 на 15—20%.

Обесфеноливание во всех случаях начинается с известного количества моноэтаноламина, ниже которого моноэтаноламин растворяется в исходном масле. Этот так называемый «порог» для различных фенолов различен. При преодолении «порога» весьма быстро достигается почти максимальная степень обесфеноливания и довольно высокая чистота продуктов.

Для изучения влияния концентрации фенола в исходном масле на процесс обесфеноливания проведен ряд опытов с различной концентрацией фенола в исходной смеси, результаты которых видны на рис. 15.

Из полученных данных явствует, что чем выше содержание фенолов в исходном масле, тем лучше происходит обесфеноливание.

В табл. 1 приведены сравнительные данные обесфеноливания водным раствором едкого натрия и моноэтаноламином.

Однако полученные таким образом результаты не совсем объективно изображают действительность. При обесфеноливании раствором едкой щелочи полученные фенолы представляют собой темные вязкие продукты. При применении же моноэтаноламина получаем прозрачные,

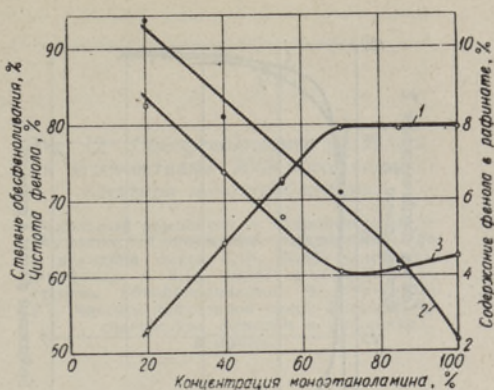


Рис. 8. Обесфеноливание водным раствором моноэтаноламина различной концентрации в присутствии ацетофенона.

Фенольный компонент — гидроксибензол. Содержание фенола в исходной смеси 16,2%, ацетофенона — 9,2%. Молярное соотношение моноэтаноламина и фенола 1,2 : 1. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного фенола, %; 3 — содержание фенола в рафинате, %.

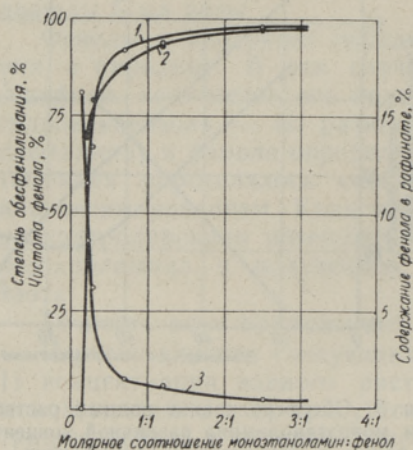


Рис. 9. Обесфеноливание различными количествами 70%-ного водного раствора моноэтаноламина.

Фенольный компонент — гидроксibenзол. Содержание фенола в исходной смеси 16,2%. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного фенола, %; 3 — содержание фенола в раффинате, %.

Рис. 10. Обесфеноливание различными количествами 70%-ного водного раствора моноэтаноламина.

Фенольный компонент — *n*-крезол. Содержание крезола в исходной смеси 16,2%. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного крезола, %; 3 — содержание крезола в раффинате, %.

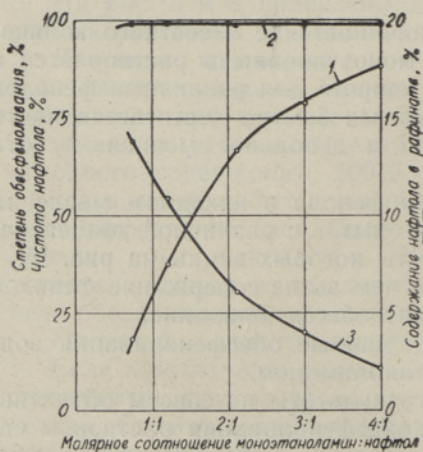
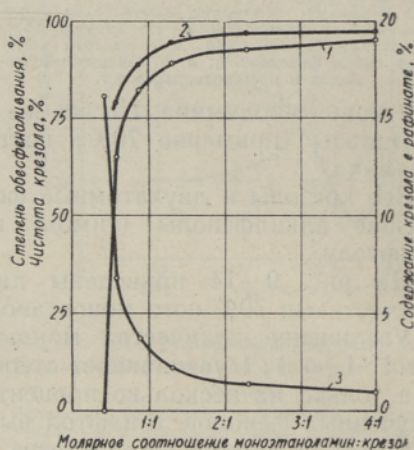


Рис. 11. Обесфеноливание различными количествами 70%-ного водного раствора моноэтаноламина.

Фенольный компонент — α -нафтол. Содержание α -нафтола в исходной смеси 16,35%. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного нафтола, %; 3 — содержание нафтола в раффинате, %.

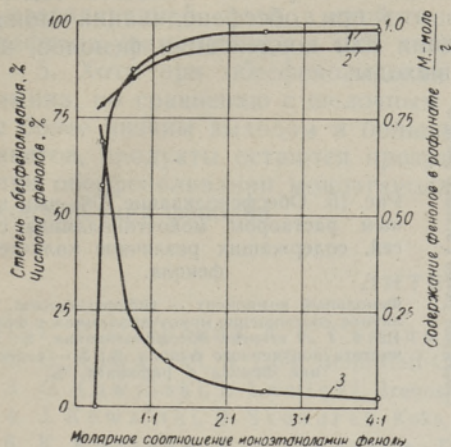


Рис. 13. Обесфеноливание различными количествами 70%-ного водного раствора моноэтаноламина в присутствии ацетофенона.

Фенольный компонент — гидроксибензол. Содержание фенола в исходной смеси 16,2%, ацетофенона — 9,2%. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного фенола, %; 3 — содержание фенола в рафинате, %.

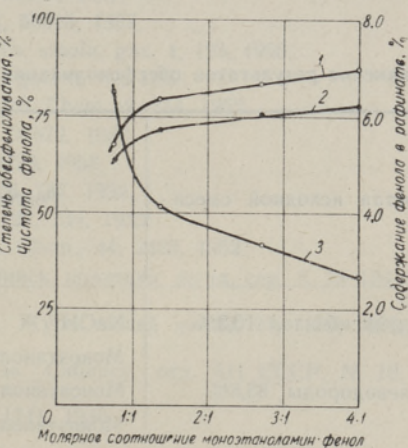
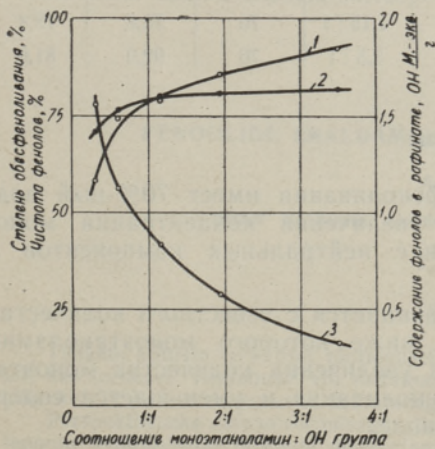


Рис. 14. Обесфеноливание различными количествами 70%-ного водного раствора моноэтаноламина в присутствии ацетофенона.

Фенольный компонент — гидроксибензол + резорцин. Содержание гидроксибензола в исходной смеси 18,0% (1,92 м-экв./г ОН), резорцина — 6,0% (1,095 м-экв./г ОН), ацетофенона — 18,6%. 1 — степень обесфеноливания, % ОН-групп; 2 — чистота полученной смеси фенолов, %; 3 — содержание фенолов в рафинате. ОН м-экв./г.

Рис. 12. Обесфеноливание различными количествами 70%-ного водного раствора моноэтаноламина.

Фенольный компонент — гидроксибензол + α -нафтол. Содержание гидроксибензола в исходной смеси 8,1% (0,863 м-моль/г), α -нафтола — 8,1% (0,563 м-моль/г). 1 — степень обесфеноливания, % ОН-групп; 2 — чистота полученной смеси фенолов, %; 3 — содержание фенолов в рафинате. м-моль/г.

только немного желтоватые кристаллы, несмотря на большее содержание углеводов и кетонов. То, что при обесфеноливании моноэтаноламином не происходит окисления или конденсации фенолов, во многом компенсирует более низкие выходы.

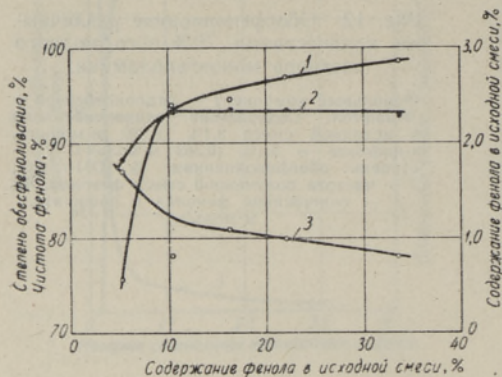


Рис. 15. Обесфеноливание 70%-ным водным раствором моноэтаноламина смесей, содержащих различное количество фенола.

Фенольный компонент — гидроксибензол. Молярное соотношение моноэтаноламина и фенола 1,2:1. 1 — степень обесфеноливания, %; 2 — чистота полученного фенола, %; 3 — содержание фенола в рафинате, %.

Таблица 1

Сравнение результатов обесфеноливания растворами едкой щелочи и моноэтаноламина

Состав исходной смеси	Реагент	Молярное соотношение реагент : фенолы	Концентрация водного раствора реагента, %	Степень обесфеноливания, %	Чистота полученного фенола, %
Гидроксibenзол 16,2%	NaOH	1,2 : 1	25	98,7	97,7
	Моноэтаноламин	1,2 : 1	70	93,5	93,5
Углеводороды 83,8%	Моноэтаноламин	1,2 : 1	40	91,4	98,0
	Моноэтаноламин	1,2 : 1	20	90,3	99,6
Гидроксibenзол 18,0%	NaOH	1,2 : 1	25	97,1	88,0
Резорцин 6,0%		1,15 : 1	70	78,8	79,4
Ацетофенон 18,6%		3,5 : 1	70	92,0	81,6
Углеводороды 57,4%	Моноэтаноламин	3,5 : 1	70	92,0	81,6

Выводы

1. Наилучшую способность обесфеноливания имеет 70%-ный водный раствор моноэтаноламина. При увеличении концентрации моноэтаноламина увеличивается содержание нейтральных компонентов в феноле.

2. Обесфеноливающее действие начинается с известного количества водного раствора моноэтаноламина, ниже которого моноэтаноламин растворяется в исходном масле. При увеличении количества моноэтаноламина улучшается степень обесфеноливания и уменьшается содержание углеводов и кетонов в феноле.

3. Присутствие кетонов в исходном масле уменьшает степень обесфеноливания и снижает качество полученного фенола.

4. Содержание гидроксibenзола способствует переходу нафтола из углеводородной фазы в слой моноэтаноламина. Степень извлечения нафтола увеличивается с 40% до 90%.

5. Хотя при обесфенолировании водными растворами моноэтаноламина, по сравнению с щелочным обесфеноливанием, получаем фенолы с более низким выходом и большим содержанием нейтральных компонентов, продукты остаются прозрачными и кристаллическими, так как при обесфенолировании моноэтаноламином не происходит окисления или конденсации фенолов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Озерский, А. К. Сеницын, Кокс и химия, 53, 1937.
2. G. Kowalski, B. Los, Brennstoff-Chemie, 40, 198, 1959.
3. G. Kowalski, L. Lewicki, Brennstoff-Chemie, 40, 33, 1959; 40, 151, 1959.
4. J. Kowalski, B. Szczurek, Koks, smola, gaz, 3, 143, 1958.
5. К. Кодзак, К. Мацудзава, РЖХ, 66986, 1957; 66987, 1957; 2476, 1959.
6. G. Kowalski, L. Lewicki, B. Los, Erdöl u. Kohle, 12, 241, 1959.
7. Англ. пат. 730473 (1955); цит. по РЖХ, 16600, 1957.
8. Франц. пат. 1026017 (1953); цит. по РЖХ, 55315, 1957.
9. J. Kowalski, M. Strzeszewska, Koks, smola, gaz, 1, 193, 1956.
10. J. Kowalski, U. Szmyt, Koks, smola, gaz, 5, 69, 1960.
11. A. P. C. Cumming, F. Morton, J. Appl. Chem., 2, 314, 1952.
12. Англ. пат. 736604 (1955); цит. по РЖХ, 31872, 1957.
13. Пат. ГДР 11569 (1956); цит. по РЖХ, 19223, 1958.
14. Пат. США 1830850 (1931); цит. по С. А. 26, 737, 1932.
15. Франц. пат. 732180 (1932); цит. по С. А., 27, 734, 1933.
16. S. A. Savitt, D. F. Othmer, Ind. Eng. Chem., 44, 2428, 1952.
17. А. Я. Аарна, Л. И. Мэлдер, Тр. Таллинск. политехн. ин-та, сер. А, № 185, 304, 1960; № 185, 317, 1960.
18. Д. Е. Дионисьев, М. Г. Косарева, Журн. общей химии, 25, 1179, 1955; 26, 1065, 1956.
19. Б. В. Тронов, Г. А. Рыжикова, Изв. Сибирск. отд. АН СССР, № 10, 77, 1960.
20. H. A. Bruson, J. Amer. Chem. Soc., 58, 1741, 1936.
21. Англ. пат. 344614 (1931).
22. Yi-chung Chang, R. C. Johannsen, J. Inst. Fuel, 32, No. 219, 174, 1959.

Таллинский политехнический институт

Поступила в редакцию
21. VI 1962

FENOOLIDE ERALDAMISEST MONOETANOLAMIINIGA

A. Aarna,

ENSV Teaduste Akadeemia korrespondeeriv liige

L. Mölder

Resüme

Tahkete kütuste termilisel töötlemisel saadavatest õlidest eraldatakse fenoolid tavaliselt kas leelise vesilahuse või metanooliga. Leelise manulusel oksideeruvad fenoolid intensiivselt ja kondenseeruvad ketoonidega.

Perspektiivseks defenoleerimisagensiks võib olla monoetanolamiin, mis lahustab hästi fenooli, moodustades nendega molekulaarühendi.

Artiklis käsitletakse monoetanolamiiniga defenoleerimise üldisi seaduspärasusi, kasutades «fenoolõlidega» mudelsegusid, mille neutraalne osa koosneb α -metüül-naftaliinist,

dekaliinist ja atsetofenoonist, fenoolne osa mingist puhtast fenoolist või kahe fenooli segust.

Parima defenoleeriva toimega on ligikaudu 70%-line monoetanoolamiini vesilahus. Monoetanoolamiini kontsentratsiooni suurendamisel halveneb saadava fenooli kvaliteet. Oksübensooli saab 70%-lise monoetanoolamiiniga defenoleerida 93,5%, naftooli aga ainult 37% ulatuses, kusjuures monoetanoolamiini ülehulk on 1,2-kordne. Nende mõlema segu, vahekorras 1 : 1, defenoleerub aga ligi 92% ulatuses.

Defenoleerimisefekt ilmneb alles teatavast monoetanoolamiini hulgast alates. Selle nn. «läve» ületamisel tõusevad defenoleerimisaste ja fenooli kvaliteet väga kiiresti peaaegu maksimumini, kuid edasine monoetanoolamiini hulga suurendamine parandab saagist ja kvaliteeti ainult mõne protsendi võrra.

Ketoonide juuresolek mõjub monoetanoolamiiniga defenoleerimisele halvendavalt, madaldades nii defenoleerimisastet kui ka fenooli kvaliteeti.

Mida rohkem sisaldab lähteõli fenooli, seda täielikum on defenoleerumine.

Monoetanoolamiini ja leelise abil toimuvate defenoleerimisprotsesside hindamine fenoolide sisalduse järgi rafinaadis ja süsivesinike sisalduse järgi fenoolides ei ole päris objektiivne, sest leelisega defenoleerimisel osa fenooli oksüdeerub, andes tumeda, mittedestilleeruva produkti; monoetanoolamiiniga defenoleerimisel jäävad fenoolid läbipaistvaks ka pikemaajalisel seismisel, vaatamata suuremale süsivesinike sisaldusele.

Tallinna Polütehniline Instituut

Saabus toimetusse
21. VI 1962

VERWENDUNG VON MONOETHANOLAMIN ZUR ENTPHENOLIERUNG

A. Aarna, L. Mölder

Zusammenfassung

Zur Entphenolierung von Teeren und phenolischen Ölen verwendet man hauptsächlich wässrige alkalische Lösungen oder Methanol. In Gegenwart von Alkali besteht die Möglichkeit einer Oxydation der Phenole oder ihrer Kondensation mit den Ketonen.

In dieser Abhandlung werden Möglichkeiten der Entphenolierung von Phenolölen unter Verwendung wässriger Lösungen des Monoethanolamins betrachtet. Es wird das künstlich zusammengesetzte «Phenolöl» aus α -Methylnaphtalin, Dekalin und Acetophenon als neutrale Bestandteile, sowie Phenol, die Kresole und die Naphtole als phenolische Körper untersucht.

Die günstigsten Ergebnisse zeitigte die Verwendung einer 70%-Monoethanolaminlösung. Höhere Konzentrationen dieser Lösung ergeben Phenole von einem höheren Gehalt an neutralen Bestandteilen. Die optimalen Versuchsbedingungen (70%-Monoethanolaminlösung) sichern eine Phenolausbeute von 93,5%, aber α -Naphtol nur 37% (unter Verwendung einer 1,2mal grösseren Menge Monoethanolamin). Es ist interessant zu bemerken, dass ein Gemisch von Phenol und α -Naphtol im Verhältnis von 1 : 1 in den gleichen Versuchsbedingungen eine Phenolausbeute von 92% (bezogen auf die Summe von Phenol und Naphtol) ergibt.

Der Entphenolierungseffekt lässt sich erst bei Verwendung einer bestimmten Menge Monoethanolamin feststellen. Ist diese «Schwelle» überschritten, so erreichen Phenolausbeute und Phenolqualität sehr schnell ihre Maxima. Die Verwendung einer wesentlich grösseren Menge Monoethanolamin verbessert aber die Ausbeute und Qualität unerheblich.

Die Gegenwart der Ketone im Phenolöl setzt die Phenolausbeute herab und verschlechtert die Qualität des Phenols. Bei höheren Phenolkonzentrationen erhält man eine bessere Entphenolierungsstufe.

Phenole alkalischer Trennung sind dunkel gefärbt und hinterlassen bei der Destillation einen erheblichen Rückstand. Die unter Verwendung der Monoethanolaminlösung erhaltenen Phenole bleiben aber auch bei längerem Lagern hellfarbig.

Polytechnisches Institut zu Tallinn

Eingegangen
am 21. Juni 1962