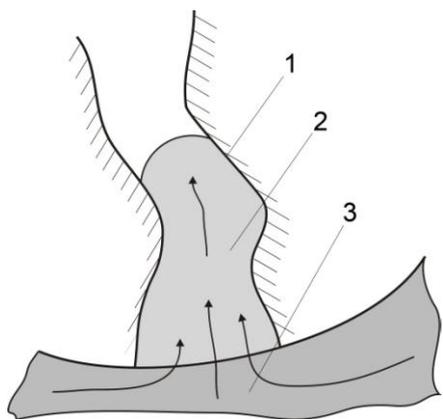


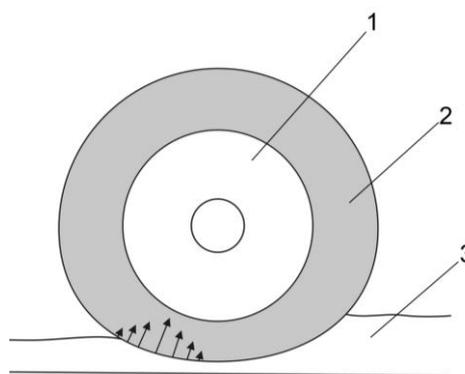
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА НА ОТЖИМНОМ УСТРОЙСТВЕ



1-Произвольно расположенный капилляр, 2 – Удаляемая влага, 3- Влажное волокно

Рисунок 6. Капиллярный эффект

В результате эксперимента наблюдалось прилипание высушенного материала к поверхности валка, что говорило о высокой силе капиллярного впитывания. В дальнейшем для изучения данного процесса необходимо использовать отжимные устройства для удаления влаги с поверхности материала и варьировать толщиной пористого материала, также необходимо увеличивать скорость пропускания материала для избегания налипания на поверхность валка отбрасывания материала с поверхности. Данное явление представлено на рисунке 7.



1-Упругий валок, 2-Пористый материал, 3-Базальтовое волокно

Рисунок 7. Удаление влаги с помощью пористого материала

Из проведенного исследования можно отметить, что степень отжима зависит главным образом от удельного давления, скорости прохождения материала через обезвоживающее устройство, жесткости покрытия валка, температуры отжимаемой жидкости, свойств волокнистого материала и его связи с влагой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.А. «Коллоидная химия». – М. МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001, - 640с
2. Бельцов В.М. «Оборудование для отделки хлопчатобумажных тканей. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982.-352 с.

СУПЕРКИСЛОТНЫЕ ЦЕОЛИТНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

Р.Р. Шириязданов

Для процесса твердокислотного алкилирования изобутана олефинами на основе модифицирования (декатонирование, деалюминирование, ионный обмен) синтезированы суперкислотные каталитические системы - ультрастабильные цеолиты типа Y в поликатион-декатонированной форме с цирконосиликатным связующим, дополнительно промотированные никелем, которые способны проявлять высокую каталитическую активность и стабильность в процессе получения алкилбензинов.

Ключевые слова: алкилирование, цеолиты, изобутан, олефины

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее перспективным направлением в развитии производства алкилбензинов является применение цеолитных катализаторов, которые благодаря своим специфическим свойствам (определенная микропорис-

тая структура, наличие кислотности) по технико-экономическим показателям могут быть конкурентоспособными с такими традиционными промышленными катализаторами, как H_2SO_4 и HF. При этом цеолитные катализаторы, не обладая коррозионной активностью, могут проявлять суперкислотные свойства [1].

Согласно данным патентной документации наибольший интерес к разработке гетерогенных кислотных катализаторов алкилирования изоалканов олефинами проявили следующие компании: Mobil Oil Corporation, Sun Oil Company, Universal Oil Products Company и ГрозНИИ.

Основная масса работ посвящена алкилированию изоалканов олефинами в присутствии катализатора, содержащего модифицированные цеолиты типа фожазита (структурный тип FAU) [2-24].

Принципиальная возможность процесса алкилирования изобутана олефинами на цеолитах была показана в 1966-1968 гг. [25-28]. Так, в [27, 28] была исследована каталитическая активность цеолита X, модифицированного катионами редкоземельных элементов. Эксперименты проводили для олефинов C_2-C_4 при температуре 10-150 °С и давлении 0,3-0,5 МПа. Было обнаружено, что активность цеолитных катализаторов обусловлена наличием кислотных центров, образующихся при обмене катионов Na^+ на катионы H^+ и Ln^{3+} . Причем кислотность, а следовательно и активность можно менять, варьируя степень обмена катионов натрия или за счет обработки образцов водяным паром.

В работах [25-28] исследование алкилирования изобутана олефинами C_3-C_5 проводили на катализаторах, полученных путем введения редкоземельных элементов (0,36-13,5% масс) в аммонийную форму цеолита типа Y с молярным отношением SiO_2/Al_2O_3 (модулем), равным 4,6. Опыты проводили в автоклаве при температуре 25-100 °С и давлении, равном упругости паров при температуре реакции. Было обнаружено, что алкилирование изобутана бутенами на цеолитном катализаторе приводит к продукту, состав которого близок к составу алкилата, получаемого сернокислотным алкилированием.

Активность катализаторов в значительной степени определяется степенью обмена катионов натрия на катионы редкоземельных элементов: повышение концентрации редкоземельных элементов приводит к увеличению выхода алкилата и содержания изомеров C_8 в продуктах реакции.

Исследование реакции алкилирования изобутана олефинами на цеолитах типа Y, модифицированных поливалентными катионами (Ca, Ce), проводилось при температуре 30-120 °С, давлении 0,3-0,5 МПа, отношении изобутан/олефин=(10-20):1. Было установлено, что на цеолитах, как и на других кислотных катализаторах, олефины по их реакционной способности можно расположить в ряд: изобутен>бутен>пропилен>этилен. Активность цеолитов во времени быстро падает. Причиной дезактивации катализатора являются ре-

акции, в результате которых образуются тяжелые циклические углеводороды, блокирующие активные центры. Доля вторичного алкилирования для различных олефинов возрастает в последовательности: пропилен>изобутен>пентен-1. Чем больше доля вторичных продуктов, тем больше скорость образования циклических углеводородов и быстрее происходит дезактивация катализатора. Показано, что активность катализатора зависит от технологических условий, рекомендованы оптимальные технологические параметры – температура 60 °С, отношение изобутан/бутены=7. Опубликованы данные по влиянию состава катализатора на основе цеолита типа Y и параметров процесса на показатели реакции алкилирования изобутана бутеном-1. Найдены оптимальные условия: температура 70 °С, время работы цеолита – 2 ч, молярное отношение реагентов 5:1.

В работе [29] было проведено исследование процесса алкилирования на катализаторе CeY – цеолите Y, в котором ионы натрия заменены на церий. Смесь, состоящая из 10/1 изобутана к бутенам, превращается со 100% конверсией в течение 30 минут при температуре 80 °С и давлении 3,1 МПа. После этого активность резко снижается в результате отложений кокса на поверхности катализатора.

Имеются данные [17, 21], что в качестве катализаторов алкилирования могут быть использованы образцы, модифицированные металлами – Ni, Pt, Pd, что позволяет проводить регенерацию катализаторов в среде водорода. На основе таких каталитических систем были разработаны следующие процессы алкилирования изоалканов олефинами:

– процесс AlkyClean компании ABB Lummus Global, Albemarle Catalysts и Neste Oil;

– процесс ExSact компании Exelus;

– процесс Alkylene компании UOP.

В странах бывшего СССР исследованиями реакций алкилирования изобутана олефинами занимаются с 70-х годов прошлого века. Так, группа ученых под руководством Х.М. Миначева [30-35] проводила исследования активности алюмооксидных катализаторов на основе цеолита H-Y, модифицированного катионами Ca^{2+} и Ln^{3+} . При алкилировании изобутана бутенами при температуре 100 °С, давлении 2,0 МПа, отношении изобутан/бутены=12, объемной скорости подачи реагентов 0,75 ч⁻¹ за 4 ч был получен продукт с выходом 100%.

В работах [32, 33] показана зависимость выхода и состава алкилата от природы вводимых в цеолит катионов. Оптимальным оказался катализатор, на основе цеолита Na-Ca-Ln-Y. Он дает наибольший выход про-

СУПЕРКИСЛОТНЫЕ ЦЕОЛИТНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

дуктов при конверсии олефинов 70% и сохраняет свою активность в течение 70 ч. Рекомендованные оптимальные условия реакции: температура 90-110 °С, объемная скорость подачи углеводородного сырья 1,0-1,2 ч⁻¹, отношение изобутан/бутены=12,5-13. При этом конверсия бутенов составляет 65-70%, выход продуктов – 120 % масс.

В работах [36, 37] приведены данные по влиянию отношения SiO₂/Al₂O₃ цеолита Na-Ca-La-Y на показатели реакции алкилирования изобутана бутенами. Результаты исследования условий реакции, характеристик цеолитного катализатора (модуля, степени обмена катионов натрия) и влияния способов приготовления катализатора содержатся в [38-42]. Авторами [43] показано, что при определенной положительной роли катионов кальция и степени декатионирования решающее значение в обеспечении селективности принадлежит катионам лантана.

В середине 70-х годов XX века появились первые работы ГрозНИИ, посвященные исследованию реакции алкилирования изобутана бутенами [43-52]. Реакцию проводили как в лабораторных условиях, так и на пилотной установке с трубчатым реактором интегрального типа, с объемом загрузки катализатора 1-2 л [46-48]. Испытания проводили на катализаторе, содержащем поликатионную форму цеолита Y, показавшего по предварительным данным лучшие результаты. Состав катализатора, % масс.: CaO – 2,3-2,9; Ln₂O₃ 12-15; Na₂O 0,4-0,6, отношение SiO₂/Al₂O₃ цеолита 4,4.

В качестве исходных реагентов использовали бутан-бутеновую и изобутановую фракцию. Исследования влияния технологических параметров на показатели реакции позволили выделить оптимальные условия проведения процесса алкилирования на пилотной установке: температура 90°С; отношение изобутан/бутены=35-40/1. При этом конверсия бутенов составляет 90-100% масс., выход алкилата 170-180% масс. [47].

Длительные испытания на стабильность при многократной окислительной регенерации показали, что в начальный период работы катализатора выход алкилбензина составляет 180-200% масс., затем в течении 10-15 циклов «реакция-регенерация» он несколько снижается и стабилизируется на уровне 150% масс. В общей сложности, не теряя активности, катализатор проработал 650 ч в режиме «реакция-регенерация». Было установлено, что наработанная партия алкилата по всем основным характеристикам соответствует нормам на алкилбензин, производимый на установках сернокислотного алкилирования.

На основе этих исследований ГрозНИИ было предложено три варианта проведения

процесса алкилирования на твердом катализаторе (процессы АТК):

– процесс с применением в реакторном блоке суспендированного в сырье слоя катализатора (АТК-ПСС);

– процесс алкилирования изобутана олефинами с применением в реакторном блоке движущегося слоя шарикового катализатора (АТК-ПШС);

– процесс алкилирования изобутана бутенами в стационарном слое цеолитного катализатора.

Кроме катализаторов на основе фожазита также была исследована активность других каталитических систем на основе: цеолита MCM-22 (структурный тип MWW) [53-55]; цеолита MCM-36 [56]; цеолита MCM-49 [57]; цеолита ZSM-20 (структурный тип EMT); цеолита β (структурный тип BEA) [58, 59]; маззита (структурный тип MAZ) [60]. Среди вышеуказанных катализаторов наибольшую эффективность в процессе алкилирования проявили системы на основе цеолитов MCM-22, MCM-36 и MCM-49.

По сравнению с широкопористыми цеолитами (цеолит Y, цеолит β, маззит и др.) алкилирование на катализаторах, содержащих цеолиты типа пентасилов (ZSM-5 и ZSM-11) протекает при более высоких температурах – порядка 200 °С. Это приводит к росту скоростей процессов полимеризации и снижает селективность процесса. Кроме того, образование сильно разветвленных алканов в узких порах таких цеолитов ограничено, что приводит к алкилату с относительно невысоким октановым числом. В связи с этим, катализаторы алкилирования на основе таких цеолитов распространения не получили.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Согласно анализу литературных данных и собственных исследований [61], наибольшую активность, селективность по жидкому алкилату и стабильность работы проявили катализаторы на основе цеолита Y, модифицированного катионами кальция, редкоземельных элементов (Ln³⁺) и аммония.

Причиной высокой каталитической активности таких систем, по-видимому, является оптимизация кислотных свойств цеолита под воздействием катионов H⁺, Ca²⁺ и Ln³⁺. Кислотные характеристики цеолита Y - плотность кислотных центров, их доступность и распределения по силе - могут быть оптимизированы посредством синтетических и пост-синтетических методов. К последним следует отнести:

– декатионирование – постепенная замена катионов Na⁺ на H⁺ посредством ионно-

го обмена цеолита на ионы аммония и последующего прокаливания;

- dealюминирование – удаления атомов алюминия из решетки цеолита под воздействием при высоких температурах водяного пара;

- ионный обмен – замена части кислотных центров катионами металлов.

Исследователями процесса алкилирования в основном активно используется подход, основанный на декатионировании и ионном обмене - замещении катионов натрия в цеолите Na-Y сначала катионами кальция, а затем катионами лантана и аммония. Подходам, связанным с одновременным декатионированием, ионным обменом и dealюминированием цеолита Y внимание практически не уделяется.

В настоящей работе сделана попытка восполнить этот пробел и в связи с чем были синтезированы цеолитные компоненты катализаторы на основе цеолита Y, с модифицированием основанным на декатионировании, dealюминировании, а также ионном обмене на катионы аммония, кальция и лантана. В качестве исходного материала был выбран цеолит NaY обладающий 100% кристалличностью, мольным отношением $SiO_2/Al_2O_3=5,0$, содержанием $Na_2O=13,1$ масс. % (рисунок 1).

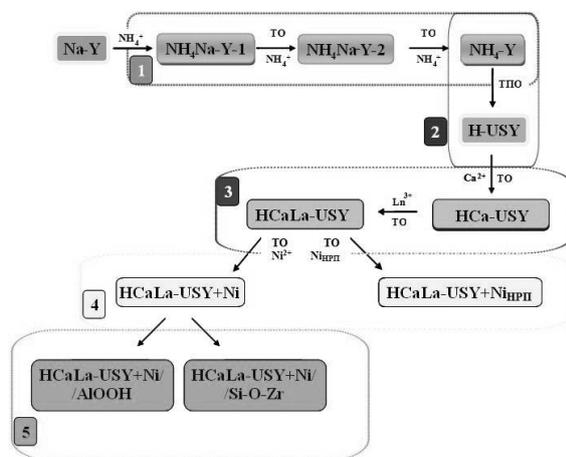


Рисунок 1. Общая схема модифицирования цеолита NaY

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований было выявлено, что наибольший интерес представляет – ультрастабильный цеолит Y в поликатион-декатионированной форме – HCaLa-USY. Каталитическая активность данного образца была исследована в широком диапазоне температур, отношении изобутан/бутены, объемной скорости подачи сырья.

Было установлено, что оптимальные параметры процесса, при которых наблюдается

максимальная селективность по целевым продуктам реакции – изомерам изооктана, выходу алкилата и продолжительности проведения процесса, составляют: температура 70 °С, соотношение изобутан/бутены равным 100/1 и объемной скорости подачи сырья 1 ч⁻¹ давление во всех экспериментах поддерживали при значении 2,0 МПа.

С целью усиления каталитической активности и реакционной способности, синтезированных цеолитных компонентов катализатора алкилирования изобутана бутан-бутеновой фракцией, было изучено влияние промотирования цеолита металлами переходной группы преимущественно никелем, который вводили методом пропитки из солей и механоактивацией наноразмерным порошком данного металла [62].

Наноразмерные порошки (НРП) металлов обладают рядом уникальных свойств по сравнению с обычными металлами и химическими соединениями. Особенности нано- и микрогеометрии, а также высокая удельная поверхность НРП открывает новые возможности для создания селективных и активных цеолитсодержащих систем [63].

Эффективность действия нанокаталитических систем объясняется наличием большего количества активных центров на поверхности (по сравнению с традиционными катализаторами). Чем меньше размер частицы, тем больше удельная площадь поверхности и тем большее количество активных центров катализа на ней может разместиться, а значит, реакция будет протекать на большем количестве участков, а каталитический процесс будет иметь высокую константу скорости [64].

Результаты испытаний цеолитных компонентов катализатора при введении промотора никеля методом пропитки и механоактивации приведены в таблице 1.

Промотирование цеолитного компонента катализатора алкилирования солями никеля методом пропитки позволяет сохранить выход алкилата на уровне до 1,90 г/г бутена на 50 часу эксплуатации цеолита.

Введение до 1,0 % масс. НРП Ni приводит к увеличению селективности образования изомеров C₈ до 85,1%, а выход алкилата позволяет сохранить на достаточно высоком уровне на протяжении всего периода эксплуатации. При введении 1,5 % масс. НРП Ni в цеолит наблюдается резкое снижение ресурса катализатора, что предположительно связано с переходом наноразмерных частиц в кластерные образования, однако, показатели все-таки остаются выше, чем у образца приготовленного методом пропитки.

Промотирование НРП Ni представляется более перспективным не только в силу увеличения показателей процесса алкилирования, но и более простой схемой пригото-

СУПЕРКИСЛОТНЫЕ ЦЕОЛИТНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

ния, исключая образование водных сточков и промежуточной стадией сушки, а также меньшим количеством самого металла, необходимого для промотирования.

Таблица 1

Параметры и показатели процесса алкилирования на цеолитных образцах промотированном НРП никеля и сравнение с образцами без промотора и промотированных методом пропитки

Параметры и показатели процесса	Цеолиты				
	HCaLaUSY	HCaLaUSY+Ni	HCaLaUSY+0,5% Ni _{НРП}	HCaLaUSY+1,0% Ni _{НРП}	HCaLaUSY+1,5% Ni _{НРП}
Выход алкилата на бутен, г/г бутен	2,00	1,90	2,00	2,00	1,98
Количество изооктанов в алкилате, % масс.	77,7	82,8	83,0	85,1	80,3
Количество изомеров триметилпентана, % масс.	66,4	71,8	75,2	76,2	70,9

На пути к созданию промышленного образца твердокислотного катализатора алкилирования изобутана бутан-бутеновой фракцией важным является не только разработка активной основы - ультрастабильного цеолита типа Y в поликатион-декатиионированной форме, но и качественного связующего, который бы сохранял и по возможности увеличивал ресурс действия катализатора, выраженного в селективности изомеров C₈ и продолжительности проведения процесса.

С целью подбора связующего для цеолитсодержащего катализатора были исследованы: псевдобемит и цирконосиликат, которые формовались с цеолитной основой HCaLa-USY в количестве 10%, 20% и 30% масс (образцы K-1÷ K-6). Результаты тестирования приведены в таблице 2.

Анализируя результаты, приведенные в таблице, можно заключить, что использование в качестве связующего псевдобемита приводит к отрицательному эффекту - снижению выхода алкилата ниже приемлемого

уровня, 1,65 г/г бутена уже на 10 часу на образце K-3, также наблюдается снижение селективности по целевым продуктам – изомерам C₈, что объясняется усилением реакций – олигомеризации бутенов.

Использование цирконосиликата показало противоположные результаты: в ряду образцов K-4 → K-6 возросла селективность образования изомеров C₈ и снизилось образование тяжелых продуктов C₉₊, за счет увеличения фракций C₅-C₇, в результате усиления реакций крекинга, уменьшение же продуктов уплотнения позволило продлить срок эксплуатации катализатора на высоком уровне до 50 часов.

Таблица 2

Параметры и показатели процесса алкилирования на цеолитсодержащих образцах катализатора

Параметры и показатели процесса	Катализатор					
	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6
Состав алкилата, % масс.	C ₅ -C ₇					
	12,1	16,4	20,6	10,8	12,8	13,3
	C ₈					
	74,1	67,1	59,8	83	83,8	84,1
	C ₉₊					
	13,8	16,5	19,6	6,2	3,4	2,6
Выход алкилата на бутен, г/г бутен	1,92	1,82	1,65	1,86	1,92	1,88

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований, была установлена эффективность постсинтетического модифицирования цеолита Y, основанного на сочетании методов декатиионирования, деалюминирования и ионном обмене в алкилировании изобутана бутан-бутеновой фракцией.

Введение наноразмерного порошка никеля в цеолитный компонент катализатора алкилирования методом механоактивации в количестве до 1% масс. с последующей термообработкой в атмосфере воздуха при 500 °C приводит к увеличению селективности по целевым продуктам реакции – изомерам триметилпентана и межрегенерационного пробега катализатора.

Использование в качестве связующего цирконосиликата приводит к снижению продуктов уплотнения C_{9+} за счет усиления реакций крекинга и увеличение выхода фракций C_5-C_7 , что также позволяет продлить срок эксплуатации катализатора сохраняя показатели на высоком уровне.

Работа выполнена при финансовой поддержке компании Haldor Topsøe A/S: грант в области «Heterogeneous Catalysis and Related Materials».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боруцкий П.Н. Каталитические процессы получения углеводородов разветвленного строения. – СПб.: НПО «Профессионал», 2010. – 728 с.
- Миначев Х.М., Мортиков Е.С., Мостовой Н.В., Зеньковский С.М., Кононов Н.Ф., Иванюков Д.И., Голомшток Л.И., Липкин Г.М. А.С. СССР №507350, 1976.
- Миначев Х.М., Мортиков Е.С., Зеньковский С.М., Мостовой Н.В., Плахотник В.А., Кононов Н.Ф., Липкин Маслобоев-Шведов А.А. А.С. СССР №653242, 1979.
- Байбурский В.Л., Александрова И.Л., Хаджиев С.Н., Леонтьев А.С., Зельцер Я.И., Миначев Х.М., Мортиков Е.С., Плахотник В.А. А.С. СССР №936991, 1982.
- Байбурский В.Л., Патриляк К.И., Галич П.Н., Гутыра В.С., Хаджиев С.Н., Бортышевский, Герзелиев И.М., Прохоренко В.Н. А.С. СССР №1076423, 1984.
- Байбурский В.Л., Александрова И.Л., Тимурзиева М.А., Хаджиев С.Н., Миначев Х.М., Галич П.Н., Патриляк К.И. А.С. СССР №1309383, 1996.
- Хаджиев С.Н., Суманов В.Т., Гайрбеков Т.М., Ахмадова Р.М., Гайрбекова С.М., Яндиева Л.А., Крюков О.В. А.С. СССР №1622358, 1991.
- Гайрбеков Т.М., Хаджиев С.Н., Суманов В.Т., Ахмадова Р.М., Гайрбекова С.М., Яндиева Л.С., Крюков О.В. А.С. СССР №1696415, 1991.
- Бачурихин А.Л., Гаджиев Б.А. пат. РФ №2161147, 2000.
- Garwood W.E., Leaman W.K., Myers C.G., Plank C.J. пат. США №3251902, 1966.
- Bolton A.P., Pickert P.E. пат. США №3549557, 1970.
- Wayne F.W.K., Barmby D.S., Potts J.D. пат. США №3624173, 1971.
- Caesar P.D., Haag W.O. пат. США №3647916, 1972.
- Kirsch F.W., Potts J.D., Barmby D.S. пат. США №3655813, 1972.
- Pickert P.E., Bolton A.P. пат. США №3795714, 1974.
- Eberly P.E., Kimberlin C.N. пат. США №3840613, 1974.
- Yang C.-L. пат. США №3851004, 1974.
- Kirsch F.W., Barmby D.S., Potts J.D. пат. США №3865894, 1975.
- Kirsch F.W., Barmby D.S., Potts J.D. пат. США №3839228, 1974.
- Kirsch F.W., Barmby D.S., Potts J.D. пат. США №4300015, 1981.
- Yang C.-L. пат. США №3893942, 1975.
- Huang T.J. пат. США №5705729, 1998.
- Van Broekhoven E.H., Cabre F.R.M., Bogaard P. пат. США №5986158, 1999.
- Marcilly C., Le Page J.-F. пат. Фр. №2210440, 1974.
- Kirsch F.W., Potts J.D., Barmby D.S. // Oil and Gas J., 1968, v.66, №29, p.120-124.
- Kirsch F.W., Potts J.D., Barmby D.C. // J. Catal., 1972, v. 27, №1, p.142-150.
- Venuto P.B., Harmilton L.A., Landis P.S. // J. Catal., 1966, v.5, №3, p.384-493.
- Garwood W.E., Venuto P.B. // J. Catal., 1968, v.11, №2, p.175-177.
- Weitkamp J., Ernst S. The thirteenth world petroleum congress. 1992. New York: John Wiley & Sons, P.315.
- Мортиков Е.С., Зеньковский С.М., Мостовой К.Е. и др. // Химия и технология топлив и масел, 1974, №7, с.13-16.
- Мортиков Е.С., Зеньковский С.М., Мостовой Н.В. и др. // Изв. АН СССР, Сер. Химия., 1974, №7, с.1551-1554.
- Мортиков Е.С., Зеньковский С.М., Мостовой Н.В. и др. // Изв. АН СССР, Сер. Химия., 1974, №10, с.2237-2239.
- Мортиков Е.С., Зеньковский С.М., Мостовой Н.В. и др. Получение алкилбензолов на цеолитных катализаторах. Применение цеолитов в катализе. Первая Всесоюзная Конференция. 1976. Новосибирск, с.86-93.
- Зеньковский С.М., Мортиков Е.С., Погорелов А.Г. и др. // Нефтехимия, 1975, v.15, №14, с.516-520.
- Миначев Х.Н., Мортиков Е.С., Зеньковский С.М., Олбрайт Л.Ф., Голдсби А.Р. Алкилирование изоалканов олефинами на цеолитных катализаторах. Алкилирование. Исследование и промышленное оформление процесса. М., Химия, 1982, 81-86с.
- Плахотник В.А., Стручков А.В., Топчиева К.В. и др. // Вестник МГУ. Сер. Химия, 1985, v.26, №1, с.43-47.
- Плахотник В.А., Стручков А.В., Топчиева К.В. и др. // Вестник МГУ. Сер. Химия, 1985, v.26, №2, с.57-167.
- Разали Б., Кузнецов О.И., Панченков Г.М. и др. Алкилирование. изобутана н-бутенами в присутствии цеолитов NaY и NaHY, модифицированных катионами Ni, Ca и P3Э. Применение цеолитов в катализе. Вторая Всесоюзная Конф. 1981. Москва, с.150-153.
- Кузнецов О.И., Толкачева Е.И., Панченков Г.М. и др. // Изв. ВУЗов, Сер. Нефть и газ., 1980, №5, с.56-58.
- Кузнецов О.И., Панченков Г.М., Плахотник В.А. и др. // Нефтехимия, 1981, v.21, №2, с.216-219.
- Разали Б., Кузнецов О.И., Панченков Г.М. // Изв. ВУЗов, Сер. Нефть и газ., 1981, №11, с.49-53.
- Цуприк Я.Е., Галич П.Н., Патриляк К.И. и др. // Нефтепереработка и нефтехимия, 1983, №25, с.51-54.

СУПЕРКИСЛОТНЫЕ ЦЕОЛИТНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

43. Герзелиев И.М., Хаджиев С.Н., Лютер А.В. и др. Алкилирование изобутана бутенами на цеолитных катализаторах. 1976. Первая Всесоюз. Конф. Новосибирск, с.94-95.
44. Герзелиев И.М., Хаджиев С.Н. Алкилирование изобутана бутенами на цеолитных катализаторах. 1977. 100-летие реакции алкилирования Всесоюз. Конф. Иркутск, с.115.
45. Филипова О.Е., Мирский Я.В., Александрова И.Л. Влияние природы обменного катиона цеолитного катализатора на состав жидкого продукта взаимодействия изобутана с пропиленом и бутенами. Сб. науч. тр. ГрозНИИ, 1978, №XXXIII, с.135-139.
46. Леонтьев А.С., Хаджиев С.Н., Зюба Б.И. и др. // Химия и технология топлив и масел, 1978, №10, с.29-32.
47. Герзелиев И.М., Тугушева Т.Р., Кириченко Г.С. О закономерностях образования алкилбензина на цеолитных катализаторах. Сб. науч. тр. ГрозНИИ, 1980, №XXXV, с.117-123.
48. Хаджиев С.Н., Байбурский В.Л., Леонтьев А.С. и др. О стабильности цеолитных катализаторов алкилирования изобутана и бензола олефинами. Применение цеолитов в катализе. 2-ая Всесоюз. Конф. 1981. Москва, с.136-138.
49. Байбурский В.Л., Александрова И.А., Мортиков Е.С. // Нефтепереработка и нефтехимия, 1984, №8, с.14-16.
50. Байбурский В.Л., Александрова И.А., Хаджиева Л.Х. и др. Закономерности синтеза и свойства цеолитных катализаторов алкилирования изоалкановых и ароматических углеводородов олефинами. Сб. науч. тр. ГрозНИИ, 1984, №38, с.97-100.
51. Байбурский В.Л., Герзелиев И.М., Александрова И.А. Технологические аспекты алкилирования бензола и изобутана олефинами на цеолитных катализаторах. Сб. науч. тр. ГрозНИИ, 1986, №40, с.107-116.
52. Герзелиев И.М., Хаджиев С.Н., Лютер А.В. и др. Алкилирование изобутана бутенами на кристаллических алюмосиликатных катализаторах. Катализ на цеолитах и окислах. Региональный симпозиум Сев. Кавказа. 1975. Грозный, с.55.
53. Huss A., Kirker G.W., Keville K.M., Thomson R.T. пат. США №4992615, 1991.
54. Child J.E., Huss A., Kennedy C.R., Marler D.O., Tabak S.A. пат. США №5012033, 1991.
55. Child J.E., Huss A., Krambeck F.J., Ragonese F.P., Thomson R.T., Yurchak S. пат. США №5073655, 1991.
56. Chu C.T., Hasain A., Huss A., Kresge C.T., Roth W.J. пат. США №5258569, 1993.
57. Husain A., Huss A., Klocke D.J., Timken H.K.C. пат. США №5254792, 1993.
58. Juguin V., Raatz F., Marcilly C. пат. Фр. №2631956, 1988.
59. Yeh C.Y., Gao X., Angevine P.J. заяв. пат. США №2004/0010176, 2004.
60. Huang T.J. пат. США №4384161, 1983.
61. Шириязданов Р.Р., Рысаев У.Ш., Ахметов С.А., Туранов А.П., Морозов Ю.В., Николаев Е.А. // Нефтехимия. – 2009. - № 1. - с. 90-93.
62. Шириязданов Р.Р. Увеличение каталитической активности цеолитных катализаторов алкилирования нанопорошком Ni // Материалы Всероссийской конференции «Физико-химические аспекты технологии наноматериалов, их свойства и применение», посвященная 50-летию со дня образования Филиала НИФХИ им. Л.Я. Карпова. – г. Москва, 2009. – с. 122.
63. Госсен Л.П., Величкина Л.М. Экология нефтегазового комплекса. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. – 184 с.
64. Минько Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В., Нарцев В.М. Методы получения и свойства нанобъектов. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 168 с.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕНЗИНОСПИРТОВЫХ И ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В РОТОРНОМ АППАРАТЕ

Е.А. Николаев, Р.Р. Шириязданов, Е.В. Боев, В.Г. Афанасенко

В статье предлагается повысить эффективность процессов приготовления стабильных гомогенных компаундов бензиноспиртовых и водотопливных эмульсий с минимизацией энергетических затрат за счёт применения нового аппарата – роторно-дискового смесителя.

Ключевые слова: аппарат, диск, топливная эмульсия

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в Российской Федерации наблюдается тенденция по ужесточению требований к стандартам экологической безопасности топлив. Большое значение уделяется вопросам снижения токсичности

выбросов, что особенно актуально для крупнейших российских городов. В связи с постоянным увеличением стоимости топлив, в т.ч. и из-за повышения требований к стандартам экологической безопасности, необходимо изыскивать пути по получению более дешёвых топливных композиций, которые бы отве-