



(51) МПК  
*C10G 59/06* (2006.01)  
*C10G 63/06* (2006.01)  
*B01J 21/06* (2006.01)  
*B01J 23/30* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013128118/04, 13.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 13.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.06.2013

(45) Опубликовано: 27.07.2014 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2387699 C1, 27.04.2010. EP 1491613 B1, 11.03.2009. RU 2470000 C1, 20.12.2012. RU 2101322 C1, 10.01.1998. RU 2113453 C1, 20.06.1998. RU 2333937 C2, 20.09.2008

Адрес для переписки:

350007, Краснодарский край, г.Краснодар, ул.  
 Захарова, 4, ОАО "НПП Нефтехим"

(72) Автор(ы):

Шакун Александр Никитович (RU),  
 Федорова Марина Леонидовна (RU),  
 Карпенко Тимофей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Научно-производственное предприятие Нефтехим" (ОАО "НПП Нефтехим") (RU),  
 Открытое акционерное общество "Газпромнефть-Омский НПЗ" (ОАО "Газпромнефть-ОНПЗ") (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООКТАНОВОГО АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к получению высокооктанового автомобильного бензина. Изобретение касается способа получения высокооктанового автомобильного бензина с низким содержанием ароматических углеводородов, в том числе бензола, путем фракционирования бензиновых фракций на легкую, среднюю и тяжелую фракции, каталитической изомеризации легкой фракции на сульфатированном цирконийоксидном катализаторе, средней бензиновой фракции на вольфраматированном цирконийоксидном катализаторе и каталитического риформинга тяжелой фракции на платинорениевом или

платинооловянном катализаторе и смешение изомеризатов и риформата с добавлением или без добавления автокомпонентов различного происхождения. Фракционирование бензиновых фракций проводят так, что все парафиновые углеводороды  $C_7H_{16}$  в исходном сырье распределяются по трем фракциям в следующем соотношении: в легкой фракции - от 0,3 до 3% масс.; в средней фракции - от 70 до 95% масс.; в тяжелой фракции - от 3 до 30% масс. Технический результат - получение высокооктановых автомобильных бензинов, соответствующих требованиям современных стандартов. 2 з.п. ф-лы, 1 табл., 11 пр.

RU 2 524 213 C1

RU 2 524 213 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 524 213**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.  
*C10G 59/06* (2006.01)  
*C10G 63/06* (2006.01)  
*B01J 21/06* (2006.01)  
*B01J 23/30* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013128118/04, 13.06.2013

(24) Effective date for property rights:  
13.06.2013

Priority:

(22) Date of filing: 13.06.2013

(45) Date of publication: 27.07.2014 Bull. № 21

Mail address:

350007, Krasnodarskij kraj, g.Krasnodar, ul.  
Zakharova, 4, OAO "NPP Neftekhim"

(72) Inventor(s):

**Shakun Aleksandr Nikitovich (RU),  
Fedorova Marina Leonidovna (RU),  
Karpenko Timofej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Nauchno-  
proizvodstvennoe predpriyatje Neftekhim" (OAO  
"NPP Neftekhim") (RU),  
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
"Gazpromneft'-Omskij NPZ" (OAO  
"Gazpromneft'-ONPZ") (RU)**

(54) **METHOD OF OBTAINING HIGH-OCTANE GASOLINE**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a method of producing high-octane gasoline with low content of aromatic hydrocarbons, including benzene, via fractionation of gasoline fractions into light, middle and heavy fractions, catalytic isomerisation of the light fraction on a sulphated zirconium oxide catalyst, the middle gasoline fraction on a tungsten-coated zirconium oxide catalyst and catalytic reforming of the heavy fraction on a platinum-rhenium or platinum-tin catalyst and

mixing the isomerisation products and the reforming products with or without adding various motor components. Fractionation of the gasoline fractions is carried out such that all paraffin hydrocarbons  $C_7H_{16}$  in the starting material are distributed into the three fractions in the following ratio: light fraction - 0.3-3 wt %; middle fraction 70-95 wt %; heavy fraction 3-30 wt %.

EFFECT: obtaining high-octane gasoline meeting modern standards.

3 cl, 1 tbl, 11 ex

RU 2 524 213 C1

RU 2 524 213 C1

Изобретение относится к способу получения высокооктановых автомобильных бензинов и может быть использовано в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

5 Сущность: бензиновые фракции, которые представляют собой прямогонные фракции, бензины-отгоны, рафинаты или их смеси, разделяют на три фракции: легкую пентангексановую (НК-70°C), среднюю гептановую (70-105°C) и тяжелую (105°C-КК) фракцию таким образом, что все парафиновые углеводороды  $C_7H_{16}$  распределяются между тремя фракциями в следующем соотношении:

- 10 в легкой фракции (НК-70°C) - от 0,3 до 3% масс.;
- в средней фракции (70-105°C) - от 70 до 95% масс.;
- в тяжелой фракции (105°C-КК) - от 3 до 30% масс.

15 Легкую фракцию НК-70°C и среднюю фракцию 70-105°C подвергают изомеризации на двух отдельных установках изомеризации. Фракцию НК-70°C подвергают изомеризации при температуре 100-220°C, давлении 1,0 - 4,0 МПа, мольном отношении  $H_2$ : сырье (1-3): 1 в присутствии катализатора, состоящего из сульфатированного цирконийоксидного носителя и платины и (или) палладия. Фракцию 70-105°C подвергают изомеризации при температуре 150-240°C, давлении 1,5-4,0 МПа, мольном отношении  $H_2$ : сырье (1-6): 1, в присутствии катализатора, состоящего из вольфраматированного цирконийоксидного носителя и платины и (или) палладия. Тяжелую фракцию 105°C-КК подвергают риформингу при температуре 480-530°C, давлении 0,5-3,0 МПа, мольном отношении  $H_2$ : сырье (1,5-7):1, в присутствии катализатора, состоящего из алюмооксидного носителя, олова или рения и платины.

25 Автомобильный бензин, полученный в результате смешения полученных изомеризатов и риформата, содержит менее 35% об. ароматических углеводородов и менее 1% об. бензола.

Известен способ получения высокооктанового компонента моторного топлива по патенту России №2451058, С10G 59/00, С10G 59/02, С10G 65/12, 20.05.2012 г. Согласно этому изобретению бензиновые фракции разделяют на легкую и тяжелую фракции. 30 Легкую фракцию подвергают изомеризации, а тяжелую - каталитическому риформингу. Смесь продуктов изомеризации (с рециклом низкооктановых n-гексана и метилпентанов) и риформинга имеет октановые числа 97-97,5 пунктов. Недостатком заявленного способа является высокое содержание бензола (2,0-2,5% об.) и высокое суммарное содержание ароматических углеводородов (42-48% об.). Это обусловлено тем, что при фракционировании бензиновых фракций на сырье изомеризации и риформинга доля сырья изомеризации составляет от 25 до 30%. Продуктом установки изомеризации является неароматический компонент автомобильного бензина, а продуктом риформинга - ароматический концентрат с содержанием ароматических углеводородов от 60 до 70% в зависимости от октанового числа. Кроме этого, при разделении 40 бензиновых фракций только на сырье изомеризации  $C_5-C_6$  и сырье риформинга до 2% бензолобразующих углеводородов (циклогексан, метилциклопентан) попадают в сырье риформинга и превращаются в бензол. Вместе с бензолом, образующимся в процессе риформинга за счет dealкилирования алкилароматических углеводородов, суммарное содержание бензола в риформате достигает 2,5-3% об. Смешение риформата и 45 изомеризата не позволяет снизить концентрацию бензола ниже 2% об., а ароматических углеводородов ниже 42% об. Для получения автомобильного бензина, соответствующего современным стандартам (содержание бензола менее 1% об., ароматических углеводородов менее 35% об.), требуется введение неароматических высокооктановых

автокомпонентов, таких как алкилат и метилтретбутиловый эфир. Для снижения содержания ароматических углеводородов менее 35% об. требуется добавление неароматического автокомпонента в количестве не менее 25% масс., а для снижения концентрации бензола от 2 до 1% об. необходимо введение не менее 100% масс., автокомпонента, не содержащего бензол. Такое производство автомобильных бензинов становится неэкономичным, а в отдельных случаях невозможным.

Наиболее близким по технической сущности является способ получения высокооктанового бензина по патенту РФ №2387699, С10G 59/00, С10G 69/08, 27.04.2010 г. Согласно этому изобретению прямогонную бензиновую фракцию подвергают гидрообработке, а затем фракционируют с получением легкокипящей фракции НК-70°C, среднекипящей фракции 70-85°C и тяжелокипящей фракции 85°C-КК. Легкокипящую фракцию подвергают изомеризации в присутствии сульфатциркониевого катализатора, тяжелокипящую фракцию подвергают каталитическому риформингу в присутствии платинорениевого катализатора, затем риформат подвергают фракционированию с получением фракции каталитического риформинга, выкипающей в интервале температур НК-85°C и бензина каталитического риформинга. Среднекипящую фракцию 70-85°C совместно с фракцией НК-85°C бензина каталитического риформинга подвергают гидроизомеризации в присутствии платиноморденитного катализатора при температуре 260-290°C и давлении 2,0-3,5 МПа. Целевой продукт получают смешением бензина каталитического риформинга, изомеризата и гидроизомеризата в балансовом соотношении. Содержание ароматических углеводородов составляет менее 35% об. и бензола менее 1% об.

Недостатком известного способа является необходимость стадии фракционирования риформата с выделением фракции НК-85°C. Это увеличивает затраты на процесс получения автобензина. Вторым недостатком известного способа является относительно низкий выход гидроизомеризата при осуществлении гидроизомеризации фракций 70-85°C и НК-85°C в присутствии платиноморденитного катализатора - 85-90% масс., на исходное сырье и, соответственно, уменьшение выхода целевого автобензина на исходное сырье до 87-89% масс.

Исключение стадии фракционирования риформата и увеличение выхода автобензина с содержанием ароматических углеводородов ниже 35% об. и бензина ниже 1% об. достигается предлагаемым способом, который заключается в следующем. Исходную бензиновую фракцию, представляющую собой прямогонные фракции, бензины-отгоны, рафинаты или их смеси, подвергают фракционированию с получением фракции НК-70°C, 70-105°C и 105°C-КК. Сырье может подвергаться гидроочистке до или после фракционирования. Фракционирование осуществляют таким образом, что все парафиновые углеводороды  $C_7H_{16}$ , содержащиеся в исходном сырье, распределяются по трем фракциям следующим образом:

- в легкой фракции (НК-70°C) - от 0,3 до 3% масс.;
- в средней фракции (70-105°C) - от 70 до 95% масс.;
- в тяжелой фракции (105°C-КК) - от 3 до 30% масс.

Таким образом, фракция 70-105°C фактически является  $C_7$ -фракцией и для повышения ее октанового числа без образования ароматических углеводородов ее подвергают селективной изомеризации. Высокая селективность (выход изомеризата 93-97% масс.) достигается при использовании вольфраматированного оксидно-циркониевого катализатора. Полученный изомеризат фракции 70-105°C используют для получения автобензина после обычной стабилизации или после фракционирования и возвращения низкооктановых углеводородов в реакторный блок. Тяжелую фракцию 105°C-КК

подвергают каталитическому риформингу. Благодаря тому что средняя фракция выкипает в пределах 70-105°C, в тяжелую фракцию не попадают бензолобразующие углеводороды C<sub>6</sub>, риформат получают с содержанием бензола менее 1,5% об. После смешения такого риформата с изомеризатом фракции НК-70°C и изомеризатом фракции 70-105°C содержание бензола в автобензине составляет менее 1% об., а ароматических углеводородов менее 35% об.

Отличие заявленного способа получения высокооктанового автобензина с низким содержанием бензола и ароматических углеводородов заключается в выделении средней фракции, выкипающей в пределах 70-105°C, увеличении ее октанового числа путем селективной изомеризации в присутствии вольфраматированного цирконийоксидного катализатора и распределении парафиновых углеводородов C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> при

фракционировании сырья по трем фракциям следующим образом:

- в легкую фракцию (НК-70°C) - от 0,3 до 3% масс.;
- в среднюю фракцию (70-105°C) - от 70 до 95% масс.;
- в тяжелую фракцию (105°C-КК) - от 3 до 30% масс.

Сочетание всех отличительных признаков позволяет получать автобензины с низким содержанием ароматических углеводородов и бензола и высоким выходом - 92-93% масс. на исходное сырье.

Способ осуществляют следующим образом.

Гидроочищенную или не гидроочищенную бензиновую фракцию, представляющую собой прямогонные фракции, бензины-отгоны, рафинат или их смеси на ректификационных колоннах, разделяют на три фракции НК-70°C, 70-105°C и 105°C-КК таким образом, что парафиновые углеводороды C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> распределяются следующим образом:

- в легкой фракции НК-70°C - от 0,3 до 3% масс.;
- в средней фракции 70-105°C - от 70 до 95% масс.;
- в тяжелой фракции 105°C-КК - от 3 до 30% масс.

Легкую фракцию подвергают изомеризации при температуре 100-220°C, давлении 1,0-4,0 МПа, мольном отношении H<sub>2</sub>: сырье (1-3): 1, в присутствии сульфатированного цирконийоксидного катализатора следующего состава, % масс.:

сульфатированный цирконийоксидный носитель	99,0-99,9
платина и (или) палладий	0,1-1,0

Среднюю фракцию подвергают изомеризации при температуре 150-240°C, давлении 1,5-4,0 МПа, мольном отношении H<sub>2</sub>: сырье (1-6): 1 в присутствии катализатора следующего состава, % масс.:

вольфраматированный цирконийоксидный носитель	99,0-99,9
платина и (или) палладий	0,1-1,0

Тяжелую фракцию подвергают риформингу при температуре 480-530°C, давлении 0,5-3,0 МПа, мольном отношении H<sub>2</sub>: сырье (1,5-7):1, в присутствии катализатора следующего состава, % масс.:

алюмооксидный носитель	99,0-99,6
олово или рений	0,2-0,7
платина	0,2-0,5

Изомеризацию легкой и средней фракции осуществляют «за проход» или с фракционированием изомеризатов с возвращением в реакторный блок низкооктановых

углеводородов. Полученные изомеризаты и риформат смешивают и получают автобензины с октановым числом 95-96 пунктов (исследовательский метод) с содержанием ароматических углеводородов менее 35% об. и бензола менее 1% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет от 92 до 93% масс., а при переработке только рафинатов 93-96% масс. По предлагаемому способу достигается более высокий выход высокооктанового автобензина с содержанием ароматических углеводородов менее 35% об. и бензола менее 1% об. без фракционирования риформата. Результат достигается при условии заявленного распределения C<sub>7</sub>-парафиновых углеводородов между тремя фракциями и изомеризации средней фракции в присутствии вольфраматированного цирконийоксидного катализатора. При использовании в производстве автобензина таких добавок, как алкилат, метилтретбутиловый эфир, бензин каталитического крекинга, производство высококачественных автобензинов может быть значительно расширено.

#### Пример 1

Гидроочищенную бензиновую фракцию, представляющую собой смесь прямогонных бензиновых фракций, бензинов-отгонов и рафината на ректификационных колоннах, разделяют на три фракции: пентан-гексановую фракцию, выкипающую в пределах НК-70°C; гептановую фракцию, выкипающую в пределах 70-105°C, и тяжелую фракцию, выкипающую в пределах 105°C-КК. При этом парафиновые углеводороды C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>, содержащиеся в сырье, распределяют между фракциями в соотношении 0,3: 95: 4,7. Фракцию НК-70°C подвергают изомеризации в присутствии катализатора, содержащего 0,1% платины на сульфатированном цирконийоксидном носителе, при температуре 130°C, давлении 4,0 МПа и мольном отношении H<sub>2</sub>: сырье, равном 1:1. Полученный стабильный изомеризат фракционируют, выделяют низкооктановые углеводороды: н-пентан, н-гексан, метилпентаны и возвращают в реакторный блок. Высокооктановый изокомпонент с октановым числом 91,5 пунктов (и.м.) направляют на смешение. Фракцию 70-105°C подвергают изомеризации в присутствии катализатора, содержащего 0,1% платины и 99,9% вольфраматированного цирконийоксидного носителя, при температуре 240°C, давлении 1,5 МПа и мольном отношении H<sub>2</sub>: сырье 1:1. Полученный стабильный изомеризат фракционируют, выделяют низкооктановую фракцию и возвращают в реакторный блок. Высокооктановый изокомпонент, не содержащий бензол, с октановым числом 86 пунктов (и.м.) направляют на смешение. Тяжелую фракцию, выкипающую в пределах 105-КК°C, подвергают риформингу в присутствии катализатора, содержащего 0,2% платины, 0,7% рения и 99,1% алюмооксидного носителя, при температуре 480°C, давлении 1,2 МПа и мольном отношении H<sub>2</sub>: сырье 5:1. Полученный стабильный риформат с октановым числом 98 пунктов (и.м.) с содержанием бензола 1,5% об. и ароматических углеводородов 62% об. направляют на смешение. Полученный автомобильный бензин имеет октановое число 95 пунктов (и.м.) и содержит 0,8% об. бензола и 34% об. ароматических углеводородов. Выход автобензина на исходное сырье составляет 92,0% масс.

#### Пример 2

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1. Полученный автомобильный бензин после смешения трех автокомпонентов имеет октановое число 95,4 пунктов (и.м.), содержание бензола составляет 0,8% об., ароматических углеводородов 34% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет

92,0% масс.

#### Пример 3

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1. Автомобильный бензин после смешения трех автокомпонентов имеет октановое число 95,2 пунктов (и.м.), содержание бензола составляет 0,8% об., ароматических углеводородов 34,8% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет 92,2% масс.

#### Пример 4

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1. Автомобильный бензин после смешения трех автокомпонентов имеет октановое число 96,0 пунктов (и.м.), содержание бензола составляет 0,9% об., ароматических углеводородов 34,8% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет 93,0% масс.

#### Пример 5

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1. Автомобильный бензин после смешения трех автокомпонентов имеет октановое число 95,2 пунктов (и.м.), содержание бензола составляет 0,7% об., ароматических углеводородов 33,0% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет 92,1% масс.

#### Пример 6

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1. Автомобильный бензин после смешения трех автокомпонентов имеет октановое число 95,0 пунктов (и.м.), содержание бензола составляет 0,7% об., ароматических углеводородов 30,0% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет 92,3% масс.

#### Пример 7

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1. Автомобильный бензин после смешения трех автокомпонентов имеет октановое число 95,0 пунктов (и.м.), содержание бензола составляет 0,8% об., ароматических углеводородов 33,0% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет 92,2% масс.

#### Пример 8

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что состав катализатора изомеризации фракции НК-70°C, фракции 70-105°C, риформинга фракции 105°C-КК и условия осуществления процессов имеют значения, представленные в таблице 1, процесс изомеризации фракции НК-70°C и фракции 70-105°C осуществляют без фракционирования изомеризата и возврата низкооктановых углеводородов в реакторный блок. При получении автобензина кроме двух изомеризатов и риформата используют метилтретбутиловый эфир (15%), алкилат (10%), бензин каталитического крекинга (20%). Полученный автомобильный бензин содержит 30% об. ароматических углеводородов и 0,7% об. бензола и имеет октановое число 95 пунктов (и.м.). Выход автобензина на исходное сырье составляет 92,1% масс.

#### Пример 9 (сравнительный)

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что исходную бензиновую фракцию разделяют на две фракции: НК-70°C и фракцию, выкипающую в пределах 90°C-КК. Фракцию НК-70°C подвергают изомеризации, а фракцию 90°C-КК подвергают риформингу в присутствии катализатора и при условиях, указанных в таблице 1.

5 Изокомпонент имеет октановое число 91,5 пунктов (и.м.), а риформат 98 пунктов (и.м.) и содержит 65% об. ароматических углеводородов и 2,5% об. бензола. После смешения изомеризата и риформата октановое число автомобильного бензина составляет 95,5 пунктов (и.м.), содержание ароматических углеводородов 40,0% об., содержание бензола 1,8% об. Выход автобензина на исходное сырье составляет 89,0% масс.

10 Пример 10 (сравнительный)

Способ осуществляют по примеру 1 с той разницей, что при фракционировании исходной бензиновой фракции парафиновые углеводороды  $C_7H_{16}$  распределяются между тремя фракциями в соотношении 5:50:45. Условия осуществления процессов изомеризации и риформинга имеют значения, представленные в таблице 1. Октановое  
15 число полученного автомобильного бензина составляет 95 пунктов (и.м.), содержание ароматических углеводородов и бензола составляет 34,5% об. и 1,2% об. соответственно, выход автобензина на исходное сырье составляет 90% масс.

Пример 11 (аналог)

Способ получения автомобильного бензина осуществляют по патенту России  
20 №2387699, разделяя бензиновую фракцию на легкую, среднюю и тяжелую. Легкокипящую фракцию подвергают изомеризации, тяжелокипящую - риформингу с последующим фракционированием с получением фракции бензина каталитического риформинга, выкипающей в пределах НК-85°C, и бензина каталитического риформинга. Среднекипящую фракцию совместно с фракцией НК-85°C бензина каталитического  
25 риформинга подвергают гидроизомеризации. Продукт смешения изомеризата, гидроизомеризата и риформата имеет октановое число 95 пунктов (и.м.) и содержит 34,5% об. ароматических углеводородов и 0,1% об. бензола. Выход автобензина на исходное сырье составляет 88,0% масс.

30 Таким образом, осуществление способа получения автомобильного бензина по предлагаемому изобретению (примеры 1-8) позволяет получать товарный продукт с низким содержанием ароматических углеводородов (менее 35% об.), бензола (менее 1% об.) и высоким выходом на исходное сырье. При условии разделения исходной бензиновой фракции только на 2 фракции (пример 9), содержание ароматических углеводородов увеличивается до 40% об., бензола до 1,8% об.

35 При осуществлении процесса с иным распределением парафиновых углеводородов  $C_7H_{16}$  между тремя фракциями (пример 10) уменьшается выход автобензина на исходное сырье и повышается в нем содержание бензола (1,2% об.). Это обусловлено тем, что большая часть парафиновых углеводородов  $C_7$  попадает в сырье установки риформинга,  
40 где они превращаются менее селективно, чем при изомеризации. Кроме этого, при увеличении содержания  $C_7$ -углеводородов в тяжелой фракции в эту фракцию попадают бензолобразующие углеводороды  $C_6H_{12}$  и увеличивают концентрацию бензола в продукте.

Осуществление процесса по известному способу (пример 11) требует дополнительной  
45 стадии фракционирования риформата и приводит к снижению выхода автобензина на исходное сырье.



Таблица 1

№ п/п	Состав катализатора изомеризации фр. НК-70°С		Параметры процес- са изомеризации фр. НК-70°С		Состав с катализато- ра изомеризации фр.70-105°С		Параметры процес- са изомеризации фр. 70-105°С		Состав катализатора ри- форминга фр. 105°С-КК				Параметры процес- са рифоринга фр. 105°С-КК		Распределение угле- водородов C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> меж- ду фракциями		Характеристика автомо- бильного бензина								
	Pt	Pd	Т, °С	Р, МПа	Мольное отношение Н <sub>2</sub> :сырье	Pt	Pd	Т, °С	Р, МПа	Мольное отношение Н <sub>2</sub> :сырье	Pt	Re	Sn	Алюмооксидный носитель	Т, °С	Р, МПа	Мольное отношение Н <sub>2</sub> :сырье	НК-70°С, % масс.	70-105°С, % масс.	105°С-КК, % масс.	ИОС, пункты	Σ ароматики, % об.	Σ бензола, % об.	Выход на сырье, % масс.	
1	0,10	-	99,90	130	4,0	1,0	0,10	240	1,5	1,0	0,20	0,7	-	99,10	480	1,2	5,0	0,3	95	4,7	95,0	34,0	0,8	0,8	92,0
2	-	1,0	99,00	150	3,0	3,0	0,30	200	4,0	6,0	0,0	0,2	-	99,30	500	3,0	6,0	3,0	96,0	3,0	95,4	34,0	0,8	0,8	92,0
3	0,30	0,1	99,70	220	1,0	2,0	-	99,00	210	3,0	0,30	0,3	-	99,40	490	1,4	4,0	1,0	69	30	95,2	34,8	0,8	0,8	92,2
4	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	0,25	99,75	190	3,0	0,25	-	0,25	99,50	530	0,5	1,5	1,0	90,0	9,0	96,0	34,8	0,9	0,9	93,0
5	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	0,25	99,75	150	3,0	0,40	0,6	-	99,00	490	1,4	7,0	1,0	90,0	9,0	95,2	33,0	0,7	0,7	92,1
6	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	0,25	99,75	190	3,0	0,20	0,2	-	99,60	490	1,4	5,0	1,0	90,0	9,0	95,0	30,0	0,7	0,7	92,3
7	0,25	-	99,75	100	3,0	2,0	0,25	99,75	190	3,0	0,25	0,4	-	99,35	490	1,4	5,0	1,0	90,0	9,0	95,0	33,0	0,8	0,8	92,2
8	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	0,25	99,75	190	3,0	0,25	0,4	-	99,35	490	1,4	5,0	1,0	90,0	9,0	95,0	30,0	0,7	0,7	92,1
9 ср	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	-	-	-	-	0,25	0,4	-	99,35	490	1,4	5,0	3,0	-	97	95,5	40,0	1,8	1,8	89,0
10 ср	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	-	99,75	190	3,0	0,25	0,4	-	99,35	490	1,4	5,0	5,0	50	45	95,0	34,5	1,2	1,2	90,0
11 аналог	0,25	-	99,75	140	3,0	2,0	-	-	-	-	0,25	0,4	-	99,35	490	1,4	5,0	-	-	-	95,0	34,5	0,1	0,1	88,0

## Формула изобретения

1. Способ получения высокооктанового автомобильного бензина с низким содержанием ароматических углеводородов, в том числе бензола, путем фракционирования бензиновых фракций на легкую, среднюю и тяжелую фракции, каталитической изомеризации легкой фракции на сульфатированном цирконийоксидном катализаторе, средней бензиновой фракции на вольфраматированном цирконийоксидном катализаторе и каталитического риформинга тяжелой фракции на платинорениевом или платинооловянном катализаторе и смешение изомеризатов и риформата с добавлением или без добавления автокомпонентов различного происхождения, отличающийся тем, что фракционирование бензиновых фракций проводят так, что все парафиновые углеводороды  $C_7H_{16}$  в исходном сырье распределяются по трем фракциям в следующем соотношении:

- в легкой фракции - от 0,3 до 3% масс.;
- в средней фракции - от 70 до 95% масс.;
- в тяжелой фракции - от 3 до 30% масс.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что изомеризацию легкой фракции осуществляют при температуре 100-220°C, давлении 1,0-4,0 МПа, мольном отношении  $H_2$ : сырье (1-3):1, в присутствии катализатора следующего состава, % масс.:

сульфатированный цирконийоксидный носитель	99,0-99,9
платина и (или) палладий	0,1-1,0

Изомеризацию средней фракции осуществляют при температуре 150-240°C, давлении 1,5-4,0 МПа, мольном отношении  $H_2$ : сырье (1-6):1 в присутствии катализатора следующего состава, % масс.:

вольфраматированный цирконийоксидный носитель	99,0-99,9
платина и (или) палладий	0,1-1,0

Риформинг тяжелой фракции осуществляют при температуре 480-530°C, давлении 0,5-3,0 МПа, мольном отношении  $H_2$ : сырье (1,5-7):1, в присутствии катализатора следующего состава, % масс.:

алюмооксидный носитель	99,0-99,6
олово или рений	0,2-0,7
платина	0,2-0,5

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что процесс изомеризации на установках изомеризации осуществляют «за проход» или с фракционированием изомеризата и возвращением в реакторный блок низкооктановых углеводородов.