

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046761**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.04.19**

(51) Int. Cl. **C10G 29/20** (2006.01)  
**B01J 27/02** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202193204**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.05.22**

---

(54) **ГИБКОЕ ПРОИЗВОДСТВО БЕНЗИНА И РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА В РЕАКТОРЕ  
АЛКИЛИРОВАНИЯ**

---

(31) **62/852,744**

(56) US-A1-20090306448  
CN-A-103361121  
US-A1-20190002368  
US-A1-20140066678  
US-A1-20090247805

(32) **2019.05.24**

(33) **US**

(43) **2022.03.03**

(86) **PCT/US2020/034265**

(87) **WO 2020/242961 2020.12.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЛАММУС ТЕКНОЛОДЖИ ЭлЭлСи**  
**(US)**

(72) Изобретатель:  
**Лю Цзань, Медина Боливар Жаклин,**  
**Корнелшок Морис, Лемуан Ромен,**  
**Сом Манодж (US)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Предложены системы и способы для гибкого производства бензина и реактивного топлива посредством алкилирования C4 и C5 олефинов.

**046761**

**B1**

**046761**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Описываемые здесь варианты осуществления относятся в целом к алкилированию олефинов с изопарафинами в присутствии сернокислотных катализаторов. В частности, приведенные здесь варианты осуществления относятся к системе гибкого алкилирования и схеме работы для максимального увеличения производства бензина, реактивного топлива или растворителя.

### **Уровень техники**

Способы алкилирования изопарафинов-олефинов являются ключевым путем к производству сильноразветвленных углеводородов с высокими октановыми числами. Алкилирование осуществляется путем реакции изопарафинов (например, изобутана или изопентана) с олефинами в присутствии кислотного катализатора, такого как фтороводород, серная кислота, ионная жидкость или твердый кислотный катализатор. Продукт алкилирования принят в качестве компонента смешения премиум-класса в бензиновом пуле, поскольку он имеет низкое содержание серы, олефинов и ароматических веществ. Однако с увеличением спроса на реактивное топливо по сравнению с бензином становится экономичным перефилировать установку алкилирования для производства реактивного топлива.

Способ алкилирования включает в себя сложные химические реакции. Он содержит основные стадии реакции, включающие активацию олефинов, добавление олефинов, гидридный перенос, полимеризацию/олигомеризацию, перенос водорода, крекинг и изомеризацию. Сложный химизм реакций способствует широкому распределению числа атомов углерода продукта. Типичный продукт алкилирования имеет число атомов углерода от C5 до C14. Распределение по числу атомов углерода бензина и реактивного топлива имеет перекрытие в диапазоне от C9 до C14. Таким образом, способ алкилирования имеет потенциал для совместного производства бензина и реактивного топлива.

### **Сущность заявленных вариантов осуществления**

В настоящее время разработаны системы и способы для алкилирования изопарафинов-олефинов, позволяющие гибко изменять отношение производимого бензина к реактивному топливу.

В одном аспекте, описываемые здесь варианты осуществления относятся к системам для гибкого производства бензина и реактивного топлива. Системы могут включать в себя зону реакции алкилирования, включающую один или более реакторов для реакции C4 олефинов, C5 олефинов, C6 олефинов, C4-C5 олефинов или C4-C6 олефинов с C4-C6 изопарафинами в присутствии сернокислотного катализатора алкилирования с получением выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока. Трубопровод может подавать C4 олефины в зону реакции алкилирования. Трубопровод может также подавать C5 олефины в зону реакции алкилирования. Еще один трубопровод может подавать свежий кислотный катализатор алкилирования в зону реакции алкилирования. Деизобутанизатор может быть предусмотрен для разделения выходящего потока углеводородов на изобутановую фракцию, н-бутановую фракцию и фракцию C5+. Деизопентанизатор может быть предусмотрен для разделения фракции C5+ на изопентановую фракцию и фракцию C6+. Кроме того, может быть предусмотрен делитель для разделения фракции C6+ на головную фракцию легкого алкилата и донную фракцию тяжелого алкилата. Гибкость в смеси продуктов из зоны реакции алкилирования может быть обеспечена за счет: (i) системы потока для рециркуляции изобутановой фракции в зону реакции алкилирования, получения изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта, и обеих из рециркуляции части изобутановой фракции в зону реакции алкилирования и получения части изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта; (ii) системы потока для рециркуляции изопентановой фракции в зону реакции алкилирования, получения изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта, и обеих из рециркуляции части изопентановой фракции в зону реакции алкилирования и получения части изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта; и (iii) системы потока для рециркуляции легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования, получения легкого алкилата в качестве легкого алкилатного продукта, и обеих из рециркуляции части легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования и получения части легкой алкилатной фракции в качестве легкого алкилатного продукта. В некоторых вариантах осуществления система может дополнительно включать в себя трубопровод для подачи C6 олефинов в зону реакции алкилирования.

В другом аспекте, описываемые здесь варианты осуществления относятся к системам для гибкого производства бензина и реактивного топлива. Системы могут включать в себя зону реакции алкилирования, включающую один или более реакторов для реакции C4 олефинов, C5 олефинов, C6 олефинов, C4-C5 олефинов или C4-C6 олефинов с изопарафинами в присутствии сернокислотного катализатора алкилирования с получением выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока. Трубопровод может подавать C4 олефины в зону реакции алкилирования. Трубопровод может также подавать C5 олефины в зону реакции алкилирования. Еще один трубопровод может подавать свежий кислотный катализатор алкилирования в зону реакции алкилирования. Деизобутанизатор может быть предусмотрен для разделения выходящего потока углеводородов на изобутановую фракцию, н-бутановую фракцию и фракцию C5+. Деизопентанизатор может быть предусмотрен для разделения фракции C5+ на изопентановую фракцию и фракцию C6+. Кроме того, может быть предусмотрен делитель для разделения фракции C6+ на головную фракцию легкого алкилата

и донную фракцию тяжелого алкилата. Гибкость в производстве бензина или реактивного топлива в зоне реакции алкилирования может быть обеспечена за счет: (i) системы потока для рециркуляции изобутановой фракции в зону реакции алкилирования, получения изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта, и обеих из рециркуляции части изобутановой фракции в зону реакции алкилирования и получения части изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта; (ii) системы потока для рециркуляции изопентановой фракции в зону реакции алкилирования, получения изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта, и обеих из рециркуляции части изопентановой фракции в зону реакции алкилирования и получения части изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта; и (iii) системы управления, выполненной с возможностью регулирования скорости потока каждого из C4 олефинов, C5 олефинов, рециркуляционной изобутановой фракции и рециркуляционной изопентановой фракции в зону реакции алкилирования для селективного увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования.

В другом аспекте, описываемые здесь варианты осуществления относятся к способам для гибкого производства бензина и реактивного топлива. Способы могут включать в себя подачу изопарафинов и олефинов, включая, например, C4 и/или C5 олефины, в зону реакции алкилирования, включающую один или более реакторов для реакции C4-C5 олефинов с изопарафинами в присутствии серноокислотного катализатора алкилирования с получением выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока. Выходящий поток углеводородов может быть разделен на изобутановую фракцию, н-бутановую фракцию и фракцию C5+, и фракция C5+ может быть далее разделена на изопентановую фракцию и фракцию C6+. Фракция C6+ может быть разделена на головную фракцию легкого алкилата и донную фракцию тяжелого алкилата. Способ также может включать в себя попеременно: увеличение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива в алкилате; и уменьшение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива в алкилате.

Попеременное увеличение и уменьшение в некоторых вариантах осуществления может включать регулирование скорости потока в зону реакции алкилирования каждого из C4 олефинов, C5 олефинов, рециркуляционной изобутановой фракции, рециркуляционной изопентановой фракции и рециркуляционной легкой алкилатной фракции. Попеременное увеличение и уменьшение может дополнительно или в качестве альтернативы включать в себя регулирование температуры реакции одного или более из одного или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования. В других вариантах осуществления, попеременное увеличение и уменьшение может дополнительно или в качестве альтернативы включать в себя регулирование скорости потока свежего кислотного катализатора в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования. В еще одних вариантах осуществления, попеременное увеличение и уменьшение может дополнительно или в качестве альтернативы включать в себя регулирование рабочих условий в одном или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования. В еще одних дополнительных вариантах осуществления попеременное увеличение может включать выделение фракции C5+ в качестве фракции бензинового продукта.

Путем надлежащего изменения исходного сырья, состава рециркуляционного изобутана и изопентана и изменения рабочих условий можно управлять путями реакции, чтобы максимально увеличить гидридный перенос (алкилирование) или максимально увеличить полимеризацию олефинов, олигомеризацию и/или крекинг. Описанные здесь системы и способы обеспечивают такую гибкость, позволяя оператору настраивать способ алкилирования таким образом, чтобы максимально увеличивать бензин, максимально увеличивать реактивное топливо или производить их совместно в промежуточных соотношениях для удовлетворения рыночного спроса и/или максимального увеличения дохода.

Другие аспекты и преимущества будут ясны из следующего ниже описания и прилагаемой формулы изобретения.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 представлена диаграмма, иллюстрирующая влияние типа олефина и типа изопарафина на распределение продуктов в соответствии с описываемыми здесь вариантами осуществления.

На фиг. 2 представлен график, иллюстрирующий сдвиг в производство реактивного топлива в соответствии с вариантами осуществления описанных здесь способов и систем гибкого алкилирования.

На фиг. 3-6 проиллюстрированы упрощенные схемы технологического процесса систем в соответствии с приведенными здесь вариантами осуществления.

На фиг. 7 показана система реакции алкилирования, которая может использоваться в зонах реакции алкилирования в соответствии с приведенными здесь вариантами осуществления.

На фиг. 8 и 9 показаны результаты испытаний для способов производства реактивного топлива и бензина в соответствии с приведенными здесь вариантами осуществления.

### Подробное описание

Описываемые здесь варианты осуществления относятся к гибкому производству бензина и реактивного топлива путем алкилирования изопарафинов-олефинов. Реакция алкилирования может проводиться в зоне реакции алкилирования, которая может включать в себя один или более реакторов алкилирования. Реактор (реакторы) алкилирования может быть реактором любого типа, который облегчает алкилирование с использованием жидкого кислотного катализатора алкилирования, такого как HF или серная кислота. Реактор (реакторы) алкилирования может быть вертикальным или горизонтальным и может иметь статическое или нестатическое перемешивающее устройство. Когда реакторная система алкилирования включает в себя несколько реакторов, поток углеводородов может быть параллельным или последовательным, и кислотные катализаторы могут вводиться в реакторы параллельно или последовательно.

Системы, подходящие для гибкого производства бензина и реактивного топлива, могут также включать в себя сепараторы, включая деизобутанизатор, деизопентанизатор и делитель алкилата. Целью деизобутанизатора является разделение изобутана, н-бутана и C<sub>4</sub><sup>+</sup> углеводородов. Деизопентанизатор используется для отделения изопентана от C<sub>5</sub><sup>+</sup> углеводородов; в зависимости от режима работы (бензин, реактивное топливо или режимы совместного производства) изопентан может быть рециркулирован обратно в зону реакции алкилирования. Делитель используется для разделения всего алкилата на легкий алкилат, который может быть использован или переработан в растворитель, продукты для смешения автомобильного бензина или продукты для смешения авиационного бензина. Тяжелый алкилат может быть использован в качестве компонента смешения для пула реактивного топлива. В зависимости от режима работы часть легкого алкилата или изогексана, содержащегося в нем, может быть рециркулирована обратно в зону реакции алкилирования.

Описанные здесь системы могут использовать до трех способов регулирования относительного производства бензина и реактивного топлива. Первый способ, с помощью которого описанные здесь системы и способы регулируют отношение бензина к реактивному топливу, заключается в регулировании типа олефина. Как показано на фиг. 1, для данного изопарафина алкилирование C<sub>4</sub> олефинов с изобутеном или изопентаном приводит к образованию большего количества продукта C<sub>8</sub>, чем C<sub>5</sub> олефины. Алкилирование C<sub>5</sub> олефинов с изобутеном или изопентаном приводит к более высокому выходу продукта в диапазоне реактивного топлива.

Второй способ, с помощью которого описанные здесь системы и способы регулируют отношение бензина к реактивному топливу, заключается в регулировании типа изопарафина. Как показано на фиг. 1, при заданном типе олефина применение изопентана приводит к образованию более тяжелых углеводородов по сравнению с алкилированием с использованием изобутана. Таким образом, очень эффективным способом регулирования производства бензина и реактивного топлива является регулирование рециркуляции изобутана и изопентана путем регулирования работы деизобутанизатора и деизопентанизатора. В режиме максимального производства бензина рециркуляция изобутана может быть максимально увеличена, и изопентан может быть удален в виде чистого продукта. В данном случае реакция переноса водорода усиливается, что приводит к большему производству изопентана и более высокому содержанию C<sub>8</sub>. В отличие от этого, в режиме максимального производства реактивного топлива, изобутан может быть удален в качестве чистого продукта при рециркуляции как можно большего количества изопентана, поскольку более высокая концентрация изопентана будет подавлять реакцию переноса водорода, что приводит к образованию большего количества C<sub>9</sub><sup>+</sup> углеводородов. В дополнение к этому, рециркуляция изогексана также может увеличить производство более тяжелых углеводородов, что приведет к более высокому выходу реактивного топлива.

Третий способ, с помощью которого описанные здесь системы и способы регулируют отношение бензина к реактивному топливу, заключается в регулировании рабочих условий, включая силу кислоты (в случае жидкого кислотного алкилирования), температуру, объемную скорость, отношение рециркуляционный изобутан/олефин и интенсивность перемешивания. При заданном типе олефина и изопарафина более низкая сила кислоты, более высокая температура, более высокая объемная скорость, более низкое отношение изопарафин/олефин (I/O) и более низкая интенсивность перемешивания приведут к увеличению образования C<sub>9</sub><sup>+</sup>, тем самым максимально увеличивая производство реактивного топлива. Как показано на фиг. 2, путем изменения рабочих условий в соответствии с приведенными здесь вариантами осуществления, производство углеводородов в диапазоне реактивного топлива (330-580°F /165-305°C) может быть значительно увеличено.

Как описано выше, системы и способы, описанные в данном документе, могут гибко регулировать или оптимизировать производство бензина и реактивного топлива посредством алкилирования. Упрощенная схема технологического процесса системы алкилирования в соответствии с приведенными здесь вариантами осуществления проиллюстрирована на фиг. 3. Как показано на фиг. 3, система для гибкого производства бензина и реактивного топлива согласно приведенным здесь вариантам осуществления может включать в себя зону 10 реакции алкилирования, включающую в себя один или более реакторов алкилирования, и если используется два или более реакторов, - реакторы могут быть установлены последовательно и/или параллельно. Реактор (реакторы) алкилирования могут

использоваться для реакции C4-C5 олефинов с изопарафинами в присутствии кислотного катализатора алкилирования с образованием выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока. В разных вариантах осуществления, C4 олефины, C5 олефины и/или C6 олефины могут подаваться в зону реакции алкилирования.

C4-C6 олефины могут подаваться в виде одного или более потоков 12 сырьевых олефинов, включая, например, поток C4 олефинов, поток C5 олефинов или поток смешанных C4/C5 олефинов. Потоки сырьевых C4 и C5 олефинов могут включать смеси олефинов и парафинов. Содержащиеся в них олефины могут включать н-олефины, изоолефины или их смеси. Парафины могут включать, например, C4 алканы (н-бутан, изобутан), C5 алканы (н-пентан, неопентан и изопентан) или их смеси. В некоторых вариантах осуществления, в качестве альтернативы или дополнительно, могут подаваться изопарафины высокой чистоты, такие как изобутановое или изопентановое сырье 14. В других вариантах осуществления олефины и изопарафины могут подаваться отдельно. В некоторых вариантах осуществления C4 олефинсодержащее сырье может включать более 50 мас.% C4 олефинов. В некоторых вариантах осуществления C5 олефинсодержащее сырье может включать более 50 мас.% C5 олефинов.

Реакция алкилирования может быть катализована, например, серной кислотой или HF. Серная кислота может использоваться, например, в концентрации свыше 80 мас.% в некоторых вариантах осуществления, свыше 88% в других вариантах осуществления, и свыше 96% в еще одних вариантах осуществления. Способ алкилирования включает в себя реакцию изопарафинов с олефинами в присутствии кислотного катализатора в одном или более реакторов зоны 10 реакции алкилирования. Затем продукты реакции разделяют в зоне реакции алкилирования с выделением богатой углеводородами фазы и богатой кислотой фазы. Богатая углеводородами фаза может быть дополнительно обработана в зоне реакции алкилирования для удаления сложных сульфатных эфиров из углеводородной фазы, если это необходимо, среди прочих операций - для получения выходящего потока 16 углеводородов, который может включать непрореагировавший изопарафин и алкилатные продукты.

Часть богатой кислотой фазы может быть рециркулирована в тот же реактор алкилирования, например, для поддержания желаемой концентрации кислоты в реакторе. Оставшаяся кислота может быть получена в виде отработанной кислотной фракции, которая может быть перенаправлена в другой реактор (каскадирование кислоты) в зоне реакции алкилирования или может быть извлечена по трубопроводу 18 для утилизации отработанной кислоты. Также может быть предусмотрена подача 20 свежей кислоты для поддержания в реакторах желаемой концентрации кислоты. Например, серная кислота, подаваемая в зону реакции алкилирования, может включать в себя свежую и/или рециркулированную серную кислоту. В некоторых вариантах осуществления концентрация сернокислотной фазы, поступающей в реакторы алкилирования, может поддерживаться на уровне концентрации, которая титруется как 99,8 мас.% смеси серная кислота/вода или менее. В других вариантах осуществления серную кислоту можно поддерживать в диапазоне концентраций, титруемом как смеси серная кислота/вода 20-96 мас.%; титруемом как смеси серная кислота/вода 25-75 мас.% в других вариантах осуществления; и титруемом как смеси серная кислота/вода 30-70 мас.% в еще одних вариантах осуществления. Можно отметить, что кислотная фаза в этих случаях состоит из серной кислоты, сложных сульфатных эфиров, ASO (кислоторастворимых масел) и воды. Кислотная фаза не содержит значительных количеств воды, обычно 0-5 мас.%, и в целях описания содержания кислоты выражения "титруется как" или "титруемый как" используются для обозначения смеси серной кислоты и воды, которая имеет такую же кислотность, с пониманием того, что используемая здесь смесь кислот является более сложной по химическому составу. Измерение кислотности может быть осуществлено, например, с помощью титратора METTLER DL-77 или METTLER T-90.

Таким образом, в различных вариантах осуществления, свежая кислота может подаваться в дополнение к отработанной кислоте или рециркулируемой кислоте, подаваемой в реакторы алкилирования в зоне реакции алкилирования. Скорости потоков свежей кислоты, части извлеченной кислоты, рециркулируемой в реактор алкилирования, и части отработанной кислоты, перенаправляемой в другую зону алкилирования или на утилизацию кислоты, могут быть отрегулированы для достижения желаемой или оптимальной силы кислоты в каждом соответствующем реакторе алкилирования. В некоторых вариантах осуществления зона реакции алкилирования может включать в себя, например, реактор алкилирования C4 и реактор алкилирования C5. Рециркуляционная кислота, свежая кислота и кислота каскадирования могут быть отрегулированы таким образом, чтобы серная кислота в реакторе алкилирования C4 могла поддерживаться в диапазоне концентраций, титруемом как смеси серная кислота/вода 87-95 мас.%, в то время как серная кислота в реакторе алкилирования C5 может поддерживаться в диапазоне концентраций, титруемом как смеси серной кислоты и воды 80-95 мас.%

Продукты алкилирования, извлеченные по трубопроводу 16, могут затем быть разделены на компоненты бензинового диапазона и более тяжелые алкилатные продукты. Системы согласно приведенным здесь вариантам осуществления могут включать в себя деизобутанизатор 22 для разделения выходящего потока 16 углеводородов на изобутановую фракцию 24, н-бутановую фракцию 26 и фракцию 28 C5+. Система может также включать в себя деизопентанизатор 30 для разделения фракции 28 C5+ на изопентановую фракцию 32 и фракцию 34 C6+. Делитель 36 также может быть

предусмотрен для разделения фракции C<sub>6</sub>+ на головную фракцию 38 легкого алкилата и донную фракцию 40 тяжелого алкилата.

Системы потока предусмотрены для обеспечения гибкого производства реактивного топлива и бензина в соответствии с приведенными здесь вариантами осуществления. Система потока может быть предусмотрена для рециркуляции изобутановой фракции 24 в зону реакции алкилирования по трубопроводу 42, извлечения изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта по трубопроводу 44, и обоих из рециркуляции части 42 изобутановой фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части 44 изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта. Система потока также может быть предусмотрена для рециркуляции изопентановой фракции 32 в зону реакции алкилирования по трубопроводу 46, извлечения изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта 48, и обоих из рециркуляции части 46 изопентановой фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части 48 изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта. Кроме того, система потока может быть предусмотрена для рециркуляции легкой алкилатной фракции 38 в зону реакции алкилирования по трубопроводу 50, извлечения легкого алкилата в качестве легкого алкилатного продукта 52, и обоих из рециркуляции части 50 легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части 52 легкой алкилатной фракции в качестве легкого алкилатного продукта. Рециркуляция легкого алкилата или его части может привести к попаданию гексенов и/или изогексана в зону реакции, которые могут реагировать с образованием более высокомолекулярного алкилата.

Также может быть предусмотрена система управления (не показана), такая как цифровая система управления или аналогичное программное и аппаратное обеспечение для управления технологическим процессом или управления клапанами и другими аспектами установки. Системы управления согласно приведенным здесь вариантам осуществления могут быть выполнены с возможностью регулирования скорости потока каждого из сырьевых олефинов 12 (C<sub>4</sub> олефинов и C<sub>5</sub> олефинов), рециркуляционной изобутановой фракции 42, рециркуляционной изопентановой фракции 46 и рециркуляционной легкой алкилатной фракции 50 в зону 10 реакции алкилирования для селективного увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне 10 реакции алкилирования и извлекаемым в выходящем потоке 16.

В некоторых вариантах осуществления, система управления также выполнена с возможностью регулирования температуры реакции одного или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования. Система управления может быть также выполнена с возможностью регулирования скорости потока свежего кислотного катализатора в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования. Кроме того, система управления может дополнительно или в качестве альтернативы быть выполнена с возможностью регулирования рабочих условий в одном или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования, где рабочие условия могут быть выбраны из одного или более из, например, силы кислоты, температуры, объемной скорости, интенсивности перемешивания, отношения рециркуляционного изобутана к олефину и отношения рециркуляционного изопентана к олефину.

Система может также включать в себя трубопровод 54 для извлечения фракции C<sub>5</sub>+ в качестве фракции бензинового продукта. Как описано выше, система, показанная на фиг. 3, может использоваться в способах для эффективного и экономичного изменения отношения бензина к реактивному топливу, образующихся посредством алкилирования, по мере необходимости для удовлетворения рыночного спроса. Способы для гибкого производства бензина и реактивного топлива могут включать в себя подачу изопарафинов 14 и олефинов 12, включая C<sub>4</sub> и/или C<sub>5</sub> олефины, в зону 10 реакции алкилирования, включающую один или более реакторов для реакции C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> олефинов с изопарафинами в присутствии сернокислотного катализатора 20 алкилирования с образованием выходящего потока 16 углеводородов и отработанного кислотного потока 18. Выходящий поток 16 углеводородов может затем быть разделен на изобутановую фракцию 24, н-бутановую фракцию 26 и фракцию 28 C<sub>5</sub>+. Фракция 28 C<sub>5</sub>+ может быть разделена на изопентановую фракцию 32 и фракцию 34 C<sub>6</sub>+. В дальнейшем, фракция 34 C<sub>6</sub>+ может быть разделена на головную фракцию 38 легкого алкилата и донную фракцию 40 тяжелого алкилата.

Описанные здесь способы могут также включать в себя попеременное (i) увеличение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива в алкилате, и (ii) уменьшение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива в алкилате. Попеременное увеличение и уменьшение может включать, например, регулирование скорости потока в зону реакции алкилирования каждого из сырьевых олефинов 12 (которые могут представлять собой отдельные подачи C<sub>4</sub> олефинов и C<sub>5</sub> олефинов), рециркуляционной изобутановой фракции 42, рециркуляционной изопентановой фракции 46 и рециркуляционной легкой алкилатной фракции 50. Попеременное увеличение и уменьшение в некоторых вариантах осуществления может включать в себя регулирование температуры реакции одного

или более из одного или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования. Попеременное увеличение и уменьшение может включать, в некоторых вариантах осуществления, регулирование скорости потока свежего кислотного катализатора в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования. Дополнительно или в качестве альтернативы, попеременное увеличение и уменьшение может включать в себя регулирование рабочих условий в одном или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования, где рабочие условия выбирают из одного или более из силы кислоты, объемной скорости, интенсивности перемешивания, отношения рециркуляционного изобутана к олефину и отношения рециркуляционного изопентана к олефину.

В некоторых вариантах осуществления попеременное увеличение включает в себя извлечение фракции C5+ или ее части в качестве фракции бензинового продукта, например, по трубопроводу 54. В вариантах осуществления, в которых вся фракция C5+ извлекается в качестве продукта, депентанизатор 30 и делитель 36, а также связанные потоки могут быть временно отключены. При необходимости увеличения производства реактивного топлива такие системы (30, 36 и связанные потоки) могут быть вновь включены. В таких вариантах осуществления система управления может быть дополнительно выполнена с возможностью остановки и запуска депентанизатора и делителя при повышении/увеличении до максимума фракции бензинового продукта или уменьшении/доведении до минимума фракции бензинового продукта, соответственно.

В некоторых вариантах осуществления молярное отношение олефина к изопарафину в общей подаче в реактор (сырьевой олефин, изопарафин и рециркулируемые углеводороды) для каждой из зон реакции алкилирования может находиться в диапазоне от примерно 1:1,5 до примерно 1:30, например, от примерно 1:5 до примерно 1:15. Более низкие отношения олефин:изопарафин также могут использоваться. Отношение всего рециркулируемого изопарафина к олефинам в реакторе (реакторах) алкилирования может находиться в диапазоне от 1:1 до 20:1.

При максимальном увеличении производства бензина концентрация изобутана в общем потоке рециркулируемого изопарафина может находиться в диапазоне 80-100%. Температуры в реакторах могут находиться в диапазоне, например, от -10°C до 50°C. В некоторых вариантах осуществления алкилирование C4 олефинов и/или C5 олефинов может осуществляться в диапазоне от примерно -7°C до примерно 38°C.

При максимальном увеличении производства реактивного топлива концентрация изобутана в общем потоке рециркулируемого изопарафина может находиться в диапазоне 0-80%. Рабочие температуры реакторов алкилирования могут быть такими же или выше, чем при максимальном увеличении производства бензина. Аналогичным образом, сила кислоты может быть такой же или ниже, и объемная скорость может быть такой же или выше, чем при максимальном увеличении производства бензина.

В некоторых вариантах осуществления, например, как показано в совокупности на фиг. 4 - фиг. 6, сырье, обогащенное олефином C4, и сырье, обогащенное олефином C5, обрабатываются в отдельных специализированных реакторах. Технологическая схема на фиг. 4 - фиг.6 является коллективной, где на фиг. 4 представлена схема способа алкилирования C4/C5 в режиме максимального производства бензина, на фиг. 5 представлена схема способа алкилирования C4/C5 в режиме максимального производства реактивного топлива, и на фиг. 6 представлена схема способа алкилирования C4/C5 в режиме совместного производства. Зона 10 реакции может включать в себя реактор 10A алкилирования C4 и реактор 10B алкилирования C5, и подача 12 сырьевых олефинов может включать подачу 12A сырьевого C4 олефина и подачу 12B сырьевого C5 олефина. На фиг.4 - фиг.6 проиллюстрированы потоки углеводородов и системы, работающие в соответствующем режиме, в то время как общая система может быть такой же, как показано на фиг. 3, с отключенным определенным оборудованием или трубопроводами. Хотя кислотные потоки не проиллюстрированы, они также аналогичны показанным и описанным на фиг. 3.

Обратимся теперь к фиг. 4, на которой представлена упрощенная технологическая схема приведенных здесь вариантов осуществления способа алкилирования C4/C5, работающая по схеме максимального увеличения производства бензина, где одинаковые номера позиций обозначают одинаковые части. В режиме максимального производства бензина, как показано на фиг. 4, рециркулируют только изобутан 24/42. Рабочие условия в обоих реакторах 10A/10B могут быть нацелены на более низкую объемную скорость, более низкую температуру, более высокую силу кислоты и более высокое отношение изобутан/олефин по сравнению с режимами реактивного топлива или совместного производства. Депентанизатор 30 и делитель 36 отключены в режиме максимального производства бензина.

Обратимся теперь к фиг. 5, на которой представлена упрощенная технологическая схема приведенных здесь вариантов осуществления способа алкилирования C4/C5, работающая по схеме

максимального увеличения производства реактивного топлива, где одинаковые номера позиций обозначают одинаковые части. В режиме максимального производства реактивного топлива, как показано на фиг. 5, рециркуляция изопентана 32/46 должна быть максимальной. Изобутан должен быть удален из системы в виде чистого продукта 44. Некоторый рециркуляционный изобутан (42, не показан на фиг. 5) может быть необходим для регулирования концентрации тяжелых фракций, чтобы соответствовать требованию конечной температуры кипения (FBP). Что касается рабочих условий, в целом, для обоих реакторов предпочтительны более высокая объемная скорость, более высокая температура, более низкая сила кислоты и более низкое рециркуляционное отношение I/O по сравнению с режимом производства бензина.

Обратимся теперь к фиг. 6, на которой представлена упрощенная технологическая схема приведенных здесь вариантов осуществления способа алкилирования C4/C5, работающая по схеме совместного производства бензина и реактивного топлива, где одинаковые номера позиций обозначают одинаковые части. В режиме совместного производства, как показано на фиг. 6, изобутан 42 предпочтительно рециркулирует обратно в реактор алкилирования C4, и изопентан 46 предпочтительно рециркулирует обратно в реактор C5, поскольку алкилирование C4 имеет тенденцию образования алкилата с гораздо более высоким октановым числом по сравнению с алкилированием C5. Взаимодействие C4 олефина с изобутаном при одновременном взаимодействии C5 олефина с изопентаном может наилучшим образом монетизировать их специфическую химию реакций. В дополнение к этому, реактор C5 предпочтительно работает при гораздо более высокой температуре и более низкой силе кислоты по сравнению с реактором C4 в режиме совместного производства.

Системы потоков, связанные с подачей 14 свежего изопарафина, рециркуляционных изопарафинов 42/46/50 и сырьевых олефинов 10/10A/10B, могут обеспечивать смешивание соответствующих фракций, подачу олефинов C4 или изопарафинов в реактор C5, подачу олефинов C5 или изопарафинов в реактор C4, или другие комбинации для обеспечения дополнительной гибкости в производстве продукта.

Варианты осуществления способов алкилирования C4/C5, описанные применительно к фиг. 4-6, могут включать силу кислоты в реакторе C4 в диапазоне 87-95% и силу кислоты в реакторе C5 в диапазоне 80-95%. Изопарафины могут быть рециркулированы обратно в оба реактора C4 и C5.

Отношение всего рециркулируемого изопарафина к олефинам в обоих реакторах может находиться в диапазоне от 1:1 до 20:1. В режиме максимального производства бензина концентрация изобутана в общем объеме рециркулируемого изопарафина в оба реактора находится в диапазоне 80-100%. В режиме максимального производства реактивного топлива концентрация изобутана в общем объеме рециркулируемого изопарафина в оба реактора находится в диапазоне 0-80%. Рабочие температуры в режиме производства реактивного топлива могут быть такими же или выше, чем в режиме бензина. Аналогичным образом, сила кислоты может быть такой же или ниже в режиме производства реактивного топлива, и объемная скорость может быть такой же или выше, чем заявленное значение.

В режиме совместного производства концентрация изобутана в общем объеме рециркуляционного изопарафина в реактор C4 может находиться в диапазоне 80-100%, и концентрация изобутана в общем объеме рециркуляционного изопарафина в реактор C5 может находиться в диапазоне 0-80%. Реактор C4 может иметь такую же или более высокую силу кислоты, чем реактор C5, и реактор C4 может иметь такую же или более низкую температуру, чем реактор C5.

Обратимся теперь к фиг. 7, на которой проиллюстрирована упрощенная схема технологического процесса зоны алкилирования в соответствии с приведенными здесь одним или более вариантами осуществления. Зона алкилирования может включать в себя зону реакции и зону разделения. Зона 100 алкилирования, например, может включать в себя верхнюю секцию 100a реакции и нижнюю секцию 100b разделения. Контактные структуры 102 могут быть расположены в верхней секции 100a для облегчения тесного контакта олефина 104, изопарафина 106 и серной кислоты 108.

Условия в зоне 100 алкилирования могут поддерживаться такими, чтобы по меньшей мере часть или весь олефин реагировал с изопарафином с образованием алкилата, как указано выше. Полученная реакционная смесь затем может быть разделена, например, декантацией реакционной смеси в нижней секции 100b с получением углеводородной фракции 120, включающей алкилат, непрореагировавший изопарафин и любой непрореагировавший олефин, если присутствует, и отработанной или частично отработанной кислотной фракции 122.

Если используются контактные структуры, они могут быть расположены в верхней секции 100a реактора 100 алкилирования для контактирования подаваемых потоков серной кислоты, изопарафина и олефинов. В некоторых вариантах осуществления контактные структуры или диспергаторы, используемые в описанных здесь вариантах осуществления, могут включать по меньшей мере 50% пустого пространства; по меньшей мере 60% пустого пространства в других вариантах осуществления; по меньшей мере 70% пустого пространства в других вариантах осуществления; по меньшей мере 80% пустого пространства в других вариантах осуществления; и до 99% пустого пространства в еще одних вариантах осуществления. Например, в некоторых вариантах осуществления, контактная структура может включать многонитевый компонент и структурный элемент, такой как совместно сплетенная проволочная сетка, диспергаторы или другие подходящие контактные структуры. Например, могут

использоваться контактные структуры, описанные в патенте США № 6774275, включенном в данное описание посредством ссылки.

В некоторых вариантах осуществления режим пульсирующего потока также может использоваться для зоны реакции реакторов 100 алкилирования. Пульсации могут характеризоваться большими скоростями массопередачи и теплопередачи. Повышенное смачивание контактной структуры и непрерывное перемешивание параллельно текущих частей потоков может уменьшать неравномерное распределение потока. Кроме того, образование локальных горячих зон может быть снижено, что ведет к существенно более безопасному способу. Пульсации могут непрерывно мобилизовывать застойную жидкость до такой степени, что ее застойная природа исчезает. Поскольку удержание застойной жидкости составляет 10-30% от общего удержания жидкости при операциях со струйным потоком, динамический характер режима пульсирующего потока может повышать производительность реактора, например, за счет улучшения радиального перемешивания.

Часть или вся частично отработанная кислотная фракция 122, извлеченная из зоны алкилирования, может быть подана в другую зону алкилирования (не показано), как описано выше. В некоторых вариантах осуществления, часть 124 кислотной фракции 158 может быть рециркулирована в тот же реактор 100 алкилирования, например, для поддержания желаемой концентрации кислоты в первом реакторе 100 алкилирования. Оставшаяся кислота может быть извлечена в виде отработанной кислотной фракции 126, которая может быть перенаправлена в другой реактор или извлечена для утилизации отработанной кислоты.

Кроме того, теплота реакции может создавать некоторое количество паров 140, которые могут быть удалены. При необходимости эти пары могут быть сконденсированы или сжаты, например, с помощью компрессора 142, и объединены с полученной жидкой углеводородной фракцией 120 с образованием углеводородной фракции 144. В некоторых вариантах осуществления полученная углеводородная фракция 144 может быть разделена на первую часть 150, которая должна быть направлена в расположенную ниже по потоку зону алкилирования или зону получения продукта, и вторую часть 152, которая может быть рециркулирована в тот же реактор 100 алкилирования, например, для поддержания желаемой концентрации олефинового сырья и/или для регулирования температуры.

#### Примеры

В испытании пилотной установки фракция C4 FCC и изобутан использовались в качестве сырья для способа, аналогичного показанному на фиг. 3. Рабочие условия регулировали для изменения распределения продуктов. Тщательно выбирая точку отсечки, весь алкилат затем перегоняли в легкий алкилат и тяжелый алкилат. Как показано на фиг. 8, тяжелый алкилат имеет интервал температур кипения в диапазоне реактивного топлива. Легкий алкилат может использоваться в качестве компонента смешения как для авиационного, так и для автомобильного бензина. На фиг. 9 приводится распределение по числу атомов углерода легкого алкилата и тяжелого алкилата. Очевидно, что после перегонки большая часть продукта  $C_{11}^+$  попадает в тяжелый алкилат.

В ходе испытаний использовались различные рабочие условия для получения различного выхода реактивного топлива. При более высоком выходе реактивного топлива качество алкилата (октановое число) легкого алкилата имеет тенденцию к снижению, а общее потребление кислоты, как правило, повышается. Таким образом, в зависимости от типов олефинов и разницы в цене между бензином и реактивным топливом существуют оптимальные рабочие условия для совместного производства бензина и реактивного топлива с целью максимального увеличения доходов или удовлетворения рыночного спроса.

Как описано выше, приведенные здесь варианты осуществления относятся к системам и способам для гибкого производства бензина и реактивного топлива. Имеется растущий интерес к алкилированию C5, поскольку оно уменьшает общее значение RVP, увеличивает выход по объему и октановое число, по сравнению со смешиванием C5 олефинов непосредственно в бензиновом пуле. В то же время, сила рабочей кислоты для алкилирования C5 намного ниже, что позволяет каскадировать кислоту из существующего реактора алкилирования C4 в реактор C5. Предпочтительно, приведенные здесь варианты осуществления представляют технологические схемы для совместной переработки C4 олефинов и C5 олефинов для различных целей: максимального выхода бензина, максимального выхода реактивного топлива или оптимального совместного производства и того и другого.

Хотя описание изобретения включает ограниченное число вариантов осуществления, специалистам в данной области, использующим преимущества данного изобретения, будет ясно, что могут быть разработаны и другие варианты осуществления, которые не выходят за пределы объема настоящего изобретения. Соответственно, объем изобретения должен ограничиваться только прилагаемой формулой изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для гибкого производства бензина и реактивного топлива, причем система включает в себя

зону реакции алкилирования, содержащую один или более реакторов для реакции C4 олефинов, C5 олефинов, C6 олефинов, C4-C5 олефинов или C4-C6 олефинов с C4-C6 изопарафинами в присутствии сернокислотного катализатора алкилирования с получением выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока;

трубопровод для подачи C4 олефинов в зону реакции алкилирования;

трубопровод для подачи C5 олефинов в зону реакции алкилирования;

трубопровод для подачи свежего кислотного катализатора алкилирования в зону реакции алкилирования;

деизобутанизатор для разделения выходящего потока углеводородов на изобутановую фракцию, н-бутановую фракцию и фракцию C5+;

деизопентанизатор для разделения полученной в упомянутом деизобутанизаторе фракции C5+ на изопентановую фракцию и фракцию C6+;

разделитель для разделения полученной в упомянутом деизопентанизаторе фракции C6+ на головную фракцию легкого алкилата и донную фракцию тяжелого алкилата;

первую систему трубопроводов, выполненную с возможностью рециркуляции полученной упомянутой изобутановой фракции в зону реакции алкилирования, извлечения полученной упомянутой изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта, и одновременно рециркуляции части полученной упомянутой изобутановой фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части полученной упомянутой изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта;

вторую систему трубопроводов, выполненную с возможностью рециркуляции полученной упомянутой изопентановой фракции в зону реакции алкилирования, извлечения полученной упомянутой изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта, и одновременно рециркуляции части полученной упомянутой изопентановой фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части полученной упомянутой изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта;

третью систему трубопроводов, выполненную с возможностью рециркуляции полученной упомянутой легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования, извлечения полученного упомянутого легкого алкилата в качестве легкого алкилатного продукта, и одновременно рециркуляции части полученной упомянутой легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части полученной упомянутой легкой алкилатной фракции в качестве легкого алкилатного продукта.

2. Система по п.1, дополнительно включающая в себя трубопровод для подачи C6 олефинов в зону реакции алкилирования.

3. Система по п.1 или 2, дополнительно включающая в себя систему управления, выполненную с возможностью регулирования скорости потока каждого из C4 олефинов, C5 олефинов, рециркуляционной изобутановой фракции, рециркуляционной изопентановой фракции и рециркуляционной легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования для селективного увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования.

4. Система по п.3, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования температуры реакции одного или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования.

5. Система по п.3 или 4, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования скорости потока свежего кислотного катализатора в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования.

6. Система по любому из пп.3-5, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования рабочих условий в одном или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования, где рабочие условия выбраны из одного или более из силы кислоты, температуры, объемной скорости, интенсивности перемешивания, отношения рециркуляционного изобутана к олефину и отношения рециркуляционного изопентана к олефину.

7. Система по любому из пп.3-6, дополнительно включающая в себя трубопровод для извлечения фракции C5+ в качестве фракции бензинового продукта.

8. Система для гибкого производства бензина и реактивного топлива, причем система включает в себя зону реакции алкилирования, содержащую один или более реакторов для реакции C4 олефинов, C5 олефинов, C6 олефинов, C4-C5 олефинов или C4-C6 олефинов с изопарафинами в присутствии сернокислотного катализатора алкилирования с образованием выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока;

трубопровод для подачи C4 олефинов в зону реакции алкилирования;  
трубопровод для подачи C5 олефинов в зону реакции алкилирования;  
трубопровод для подачи свежего кислотного катализатора алкилирования в зону реакции алкилирования;

деизобутанизатор для разделения выходящего потока углеводородов на изобутановую фракцию, н-бутановую фракцию и фракцию C5+;

деизопентанизатор для разделения полученной в упомянутом деизобутанизаторе фракции C5+ на изопентановую фракцию и фракцию C6+;

разделитель для разделения полученной в упомянутом деизопентанизаторе фракции C6+ на головную фракцию легкого алкилата и донную фракцию тяжелого алкилата;

первую систему трубопроводов, выполненную с возможностью рециркуляции полученной упомянутой изобутановой фракции в зону реакции алкилирования, извлечения полученной упомянутой изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта, и одновременно рециркуляции части полученной упомянутой изобутановой фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части полученной упомянутой изобутановой фракции в качестве изобутанового продукта;

вторую систему трубопроводов, выполненную с возможностью рециркуляции полученной упомянутой изопентановой фракции в зону реакции алкилирования, извлечения полученной упомянутой изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта, и одновременно рециркуляции части полученной упомянутой изопентановой фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части полученной упомянутой изопентановой фракции в качестве изопентанового продукта; и

систему управления, выполненную с возможностью регулирования скорости потока каждого из C4 олефинов, C5 олефинов, рециркуляционной изобутановой фракции и рециркуляционной изопентановой фракции в зону реакции алкилирования для селективного увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования.

9. Система по п.8, дополнительно включающая в себя трубопровод для подачи C6 олефинов в зону реакции алкилирования.

10. Система по п.8 или 9, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования температуры реакции одного или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, получаемым в зоне реакции алкилирования.

11. Система по любому из пп.8-10, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования скорости потока свежего кислотного катализатора в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования.

12. Система по любому из пп.8-11, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования рабочих условий в одном или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования, где рабочие условия выбраны из одного или более из силы кислоты, температуры, объемной скорости, интенсивности перемешивания, отношения рециркуляционного изобутана к олефину и отношения рециркуляционного изопентана к олефину.

13. Система по любому из пп.8-12, дополнительно включающая в себя третью систему трубопроводов, выполненную с возможностью рециркуляции полученной упомянутой легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования; извлечения полученного упомянутого легкого алкилата в качестве легкого алкилатного продукта; и одновременно рециркуляции части полученной упомянутой легкой алкилатной фракции в зону реакции алкилирования и извлечения части полученной упомянутой легкой алкилатной фракции в качестве легкого алкилатного продукта.

14. Система по п.13, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью регулирования скорости потока рециркуляционной легкой алкилатной фракции в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования для увеличения или уменьшения отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива, образующимся в зоне реакции алкилирования.

15. Система по любому из пп.8-13, дополнительно включающая в себя трубопровод для извлечения фракции C5+ в качестве фракции бензинового продукта.

16. Система по п.15, в которой система управления дополнительно выполнена с возможностью останова и запуска депентанизатора и разделителя при максимальном увеличении фракции бензинового продукта или доведении до минимума фракции бензинового продукта соответственно.

17. Способ для гибкого производства бензина и реактивного топлива, осуществляемый в системе для гибкого производства бензина и реактивного топлива по п.1 или 8, причем способ включает в себя

подачу изопарафинов и олефинов, включая C4 и/или C5 олефины, в зону реакции алкилирования, содержащую один или более реакторов для реакции C4-C5 олефинов с изопарафинами в присутствии серноокислотного катализатора алкилирования с получением выходящего потока углеводородов и отработанного кислотного потока;

разделение выходящего потока углеводородов на изобутановую фракцию, н-бутановую фракцию и

фракцию C5+;

разделение фракции C5+ на изопentanовую фракцию и фракцию C6+;

разделение фракции C6+ на головную фракцию легкого алкилата и донную фракцию тяжелого алкилата;

попеременно:

увеличение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива в алкилате; и

уменьшение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива в алкилате, причем упомянутое попеременное увеличение и уменьшение отношения бензина к углеводородам диапазона реактивного топлива включает в себя

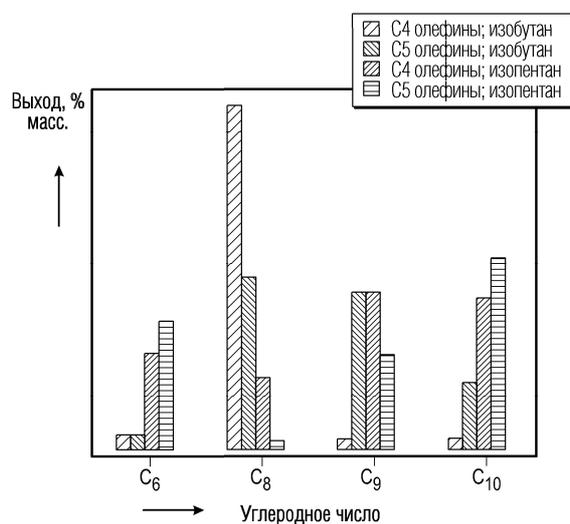
регулирование скорости потока в зону реакции алкилирования каждого из C4 олефинов, C5 олефинов, рециркуляционной изобутановой фракции, рециркуляционной изопentanовой фракции и рециркуляционной легкой алкилатной фракции, и/или

регулирование температуры реакции одного или более из одного или более реакторов в зоне реакции алкилирования, и/или

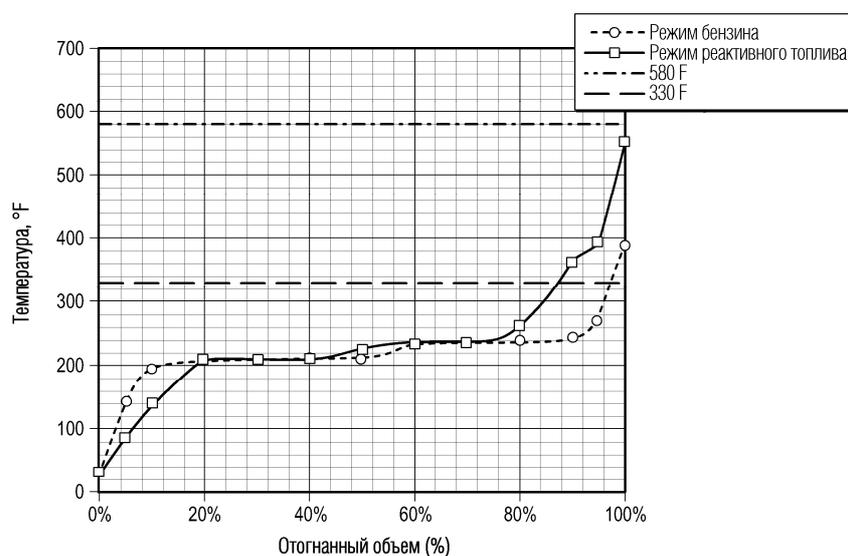
регулирование скорости потока свежего кислотного катализатора в один или более реакторов в зоне реакции алкилирования, и/или

регулирование рабочих условий в одном или более реакторов в зоне реакции алкилирования, где рабочие условия выбраны из одного или более из силы кислоты, объемной скорости, интенсивности перемешивания, отношения рециркуляционного изобутана к олефину и отношения рециркуляционного изопентана к олефину, и/или

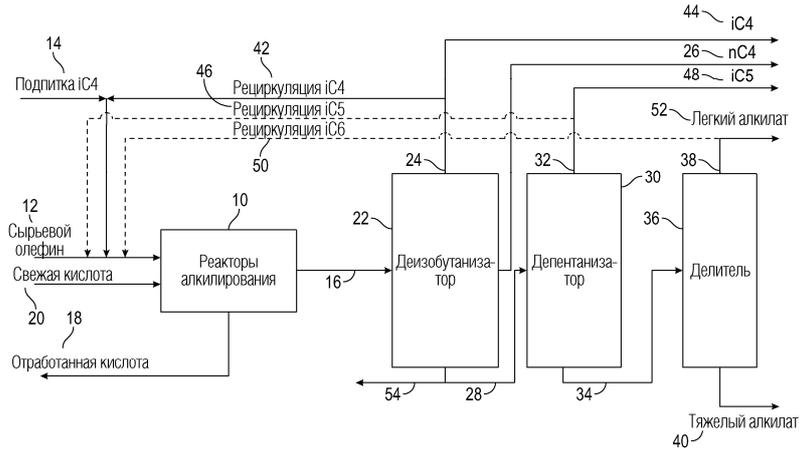
извлечение фракции C5+ в качестве фракции бензинового продукта.



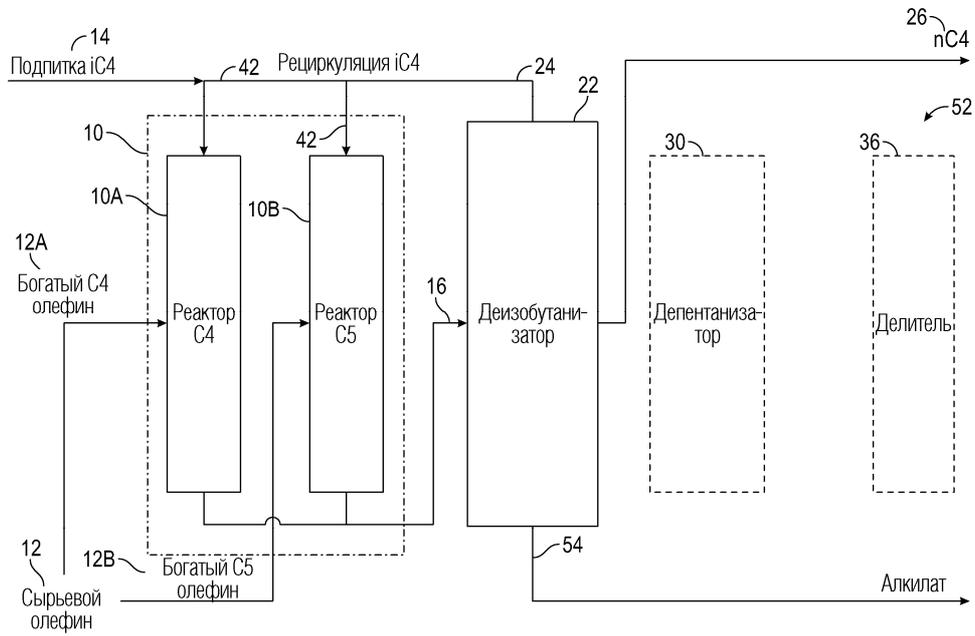
Фиг. 1



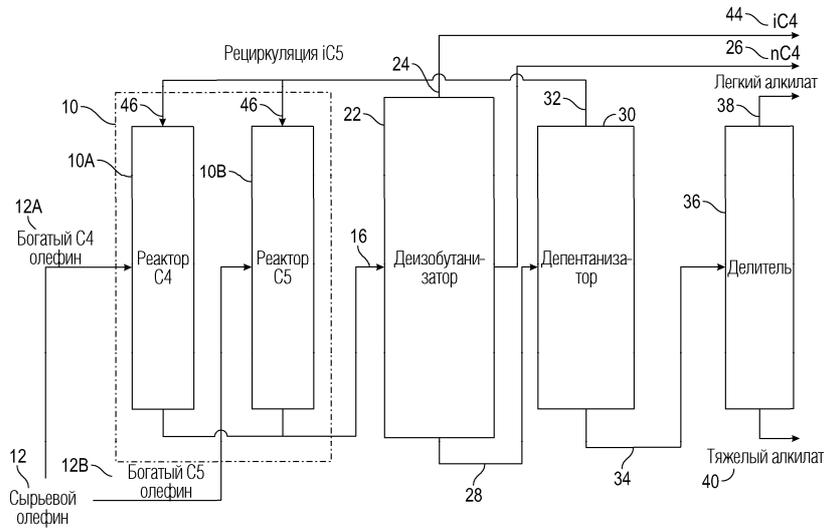
Фиг. 2



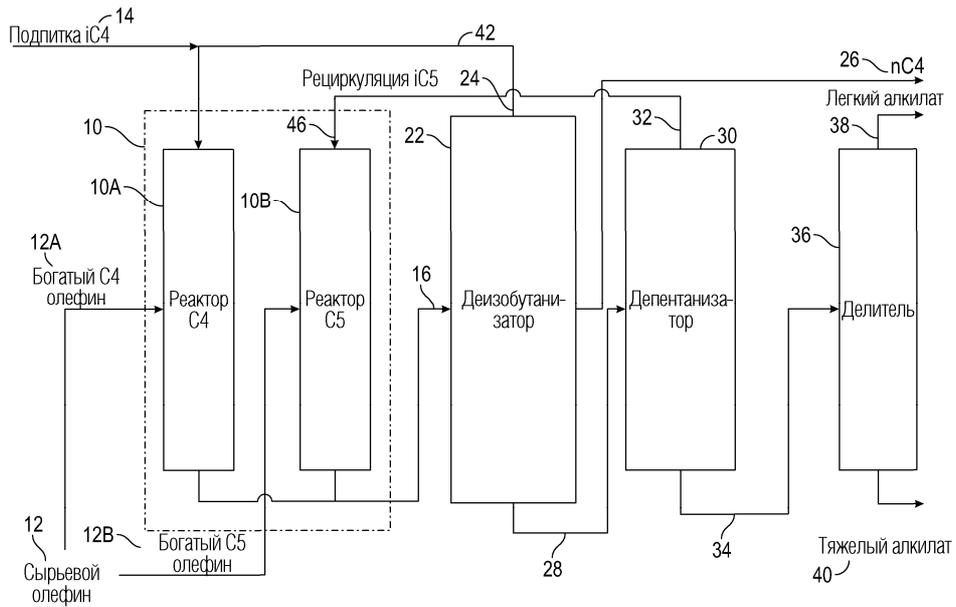
Фиг. 3



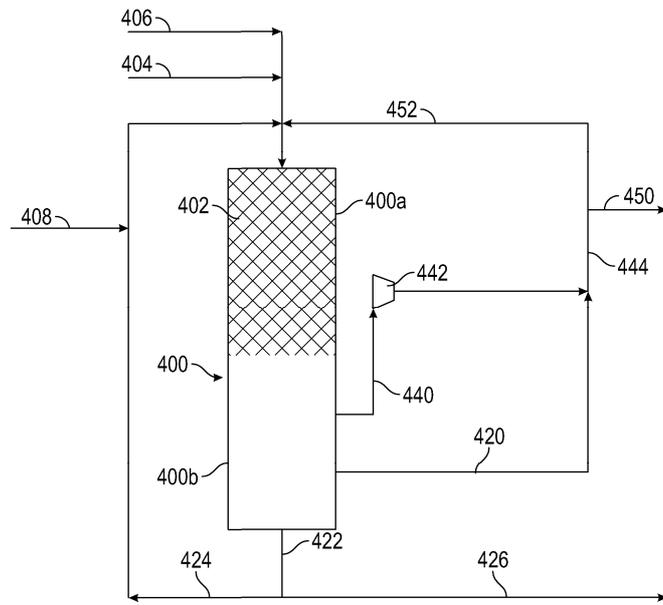
Фиг. 4



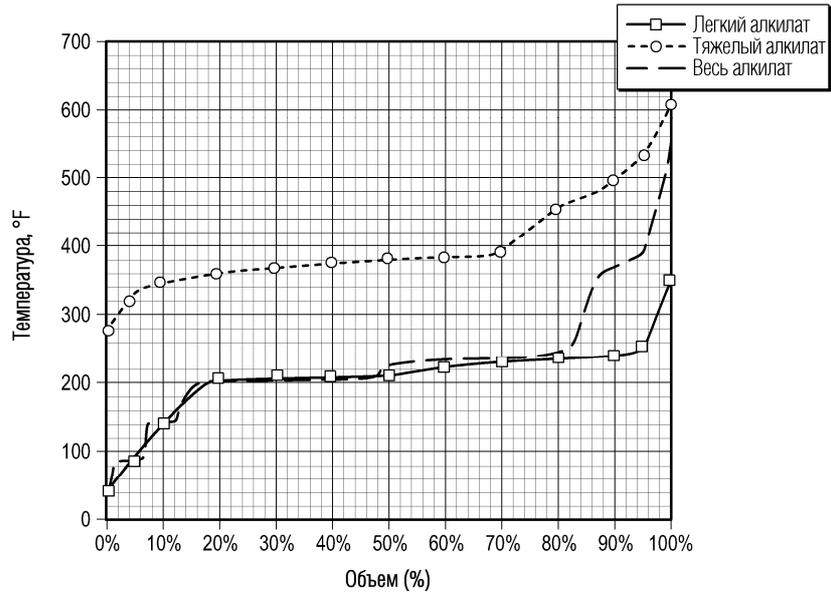
Фиг. 5



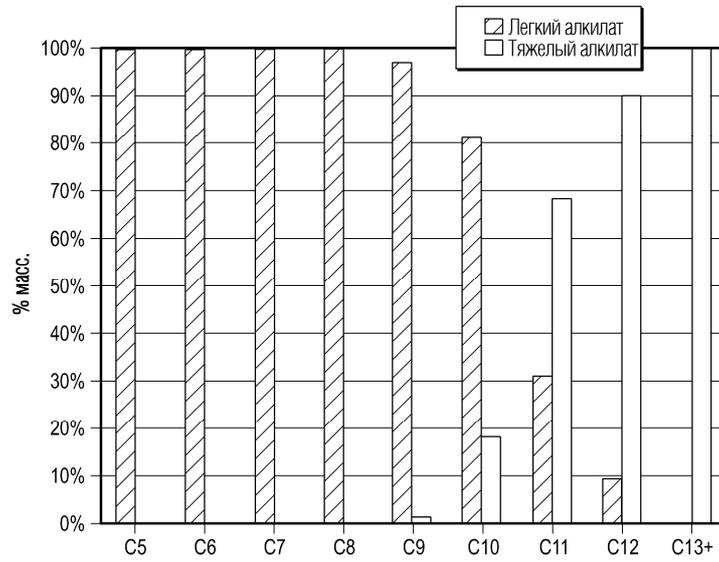
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

