



المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia



الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الاختراع و التصميمات التخطيطة للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لأئحته التنفيذية. يقرر منح :

شركة الزيت العربية السعودية
Saudi Arabian Oil Company

بتاريخ : 1444/05/19 هـ
الموافق : 2022/12/13 م

براءة اختراع رقم : SA 11677

عن الاختراع المسمى :

مركبات زيوليت إنتاجها واستخدامها لتحسين الزيوت الثقيلة

MESOPOROUS FAU ZEOLITES, THE PRODUCTION THEREOF, AND THEIR USE FOR
UPGRADING HEAVY OILS

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، وكمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم



[45] تاريخ المنح: 1444/05/19 هـ

الموافق: 2022/12/13 م

براءة اختراع

[19] الهيئة السعودية للملكية الفكرية

[11] رقم البراءة: SA 11677 B1

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2018/030435

تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2018/05/01 م

[87] رقم النشر الدولي: WO/2018/212986

تاريخ النشر الدولي: 2018/11/22 م

[51] التصنيف الدولي (IPC):

C01B 039/002, B01J 029/016

[56] المراجع:

US 2008227628, US 8486369

Ahmed Mubarak Alsobaai ET AL, "Hydrocracking of Gas Oil using USY-Zeolite-Based Catalyst", July, (20060725), pages 24 - 25,

DING ET AL, "Hydrotreating of light cycle oil using WNi catalysts containing hydrothermally and chemically treated zeolite Y", CATALYSIS TODAY, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, (20070719), vol. 125, no. 3-4, doi:10.1016/J.CATTOD.2007.01.054, ISSN 0920-5861, pages 229 - 238

الفاحص: احمد بن محمد بن عبدالله السلامه

[21] رقم الطلب: 519410571

[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1441/03/20 هـ

الموافق: 2019/11/17 م

[30] بيانات الأسبقية:

US 15/821,001 2017/11/22 م

US 62/507,520 2017/05/17 م

[72] اسم المخترع: دينج ليانوي ، عصام السيد ، شايب

كاريمودين ، بوران عبدالنور

[73] مالك البراءة: شركة الزيت العربية السعودية

عنوانه: ص ب 3437 الرياض 11471، المملكة

العربية السعودية

جنسيته: سعودية

[74] الوكيل: تركي عبد الكريم عبد الرزاق العليوي

[54] اسم الاختراع: مركبات زيوليت إنتاجها واستخدامها

لتحسين الزيوت الثقيلة

MESOPOROUS FAU ZEOLITES, THE PRODUCTION THEREOF, AND THEIR USE FOR UPGRADING HEAVY OILS

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بواحد أو أكثر من

النماذج التي تم الكشف عنها في هذا الطلب، يمكن

تكوين زيوليت له مسام متوسطة mesoporous

zeolite بواسطة طريقة تشتمل على ملاصقة مادة

زيوليت أولية initial zeolite material مع هكسا

فلورو سيليكات الأمونيوم ammonium

hexafluorosilicate لتعديل إطار مادة الزيوليت

الأولية، وتكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت

المعدلة بالإطار framework-modified zeolite

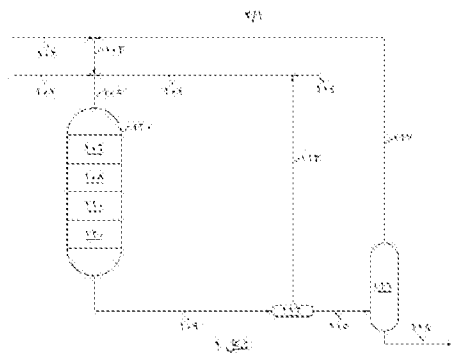
material. يمكن أن تُشكّل عملية الملاصقة مادة

زيوليت معدلة بالإطار. ويمكن تضمين مركبات

الزيوليت ذات المسام المتوسطة mesoporous

zeolites في المحفزات catalysts. الشكل (1)

عدد عناصر الحماية (15)، عدد الأشكال (2)



مركبات زيوليت، إنتاجها، واستخدامها لتحسين الزيوت الثقيلة

MESOPOROUS FAU ZEOLITES, THE PRODUCTION THEREOF, AND THEIR USE FOR UPGRADING HEAVY OILS

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الكشف الحالي بمركبات زيوليت zeolites و، بصورة أكثر تحديداً، بمركبات زيوليت يمكن أن تكون مناسبة للاستخدام معالجة الزيوت الثقيلة crude oils، بما في ذلك الزيوت الخام، باستخدام عملية معالجة أولية حفزية catalytic pretreatment process.

5 يعتبر الإيثيلين Ethylene، البروبيلين propylene، البيوتين butenes، البيوتاديين butadiene والمركبات العطرية aromatic compounds مثل البنزين benzene، التولوين toluene والزيلين مركبات وسيطة أساسية لجزء كبير من صناعة البتروكيماويات petrochemical industry. يتم الحصول عليها بشكل أساسي من خلال التكسير الحراري thermal cracking (يشار إليه أحياناً باسم "التحلل الحراري بالبخار steam pyrolysis" أو "التكسير بالبخار steam cracking") للغازات البترولية petroleum gases ونواتج التقطير distillates مثل النافثا naphtha، الكيروسين kerosene أو حتى زيت الغاز gas oil. ويمكن أيضاً إنتاج هذه المركبات الوسيطة من خلال عمليات التكسير الحفزي المميعة fluidized catalytic cracking (FCC) لمعامل التكرير، حيث يتم تحويل خامات التغذية الثقيلة heavy feedstocks مثل زيوت الغاز gas oils أو المخلفات. على سبيل المثال، يكمن مصدر مهم لإنتاج البروبيلين في بروبيلين من وحدة تكرير refinery propylene من وحدات التكسير الحفزي المميعة. ومع ذلك، عادةً ما تكون خامات التغذية الناتجة من التقطير مثل زيوت الغاز أو المخلفات 15 محدودة وتنتج عن عدة خطوات معالجة مكلفة وتحتاج طاقة مكثفة داخل وحدة التكرير refinery. ومع ذلك، ومع ارتفاع الطلب على هذه المركبات الوسيطة الأساسية، يجب مراعاة مصادر الإنتاج الأخرى التي تتجاوز عمليات التكسير الحراري thermal cracking processes التقليدية التي تستخدم الغازات البترولية ونواتج التقطير كخامات تغذية.

20 تتوجه براءة الاختراع الأمريكية رقم 8 486 369 ب2 إلى تركيبات وطرق لتحضير مواد متوسطة المسام mesoporous materials من مركبات زيوليت zeolites منخفضة نسبة السيليكون Silicon (Si)/الألمنيوم Aluminium (Al). يمكن تحضير هذه التركيبات عن طريق الغسل الحمضي acid

wash و/أو المعالجة المسبقة بالاستبدال المتشاكل isomorphic substitution لمركبات الزيوليت منخفضة نسبة Al/Si قبل إدخال المسامية المتوسطة mesoporosity.

تتوجه Ding et al., "Hydrotreating of light cycle oil using WNi catalysts containing hydrothermally and chemically treated zeolite Y", CATALYSIS TODAY, ELSEVIER

5 أمستردام، هولندا، 19 تموز/يوليو 2007، المجلد 125، رقم 3-4، الصفحة 229 إلى محفز تنجستن Tungsten (W) نيكل (Ni) واحد مدعوم على الزيوليت المعالج بشكل حراري مائي Y واثنين من محفزات Ni-W المدعومة على الزيوليت المعالج كيميائياً Y. تم تمييز المحفزات بـ NH₃-TPD، بيريدين IR-pyridine، TEM، BET و XPS. تمت مقارنة أدائها في نزع الكبريت بالهيدروجين hydrodesulfurization، نزع النتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation، ونزع التعطير بالهيدروجين hydrodearomatization باستخدام زيت الدورة الخفيفة light cycle oil (LCO) كمادة التغذية feed. أظهرت النتائج أن المعالجة الحرارية المائية hydrothermal treatment تعزز نشاط HDS بينما النهج الكيميائي يفضل نشاط HAD. كان نشاط HDN لثلاثة محفزات متشابهاً. تساعد إضافة الزيوليت Y مع نسبة عالية من حموضة برونستيد Bronsted acidity في المحفزات على تحسين نشاط نزع التعطير الهيدروجين.

15 تتوجه براءة الاختراع الأمريكية رقم 628 227/2008 أ1 إلى مادة متوسطة المسام من زيوليت أصل parent zeolite. في أحد نماذج الاختراع، يكون للمادة متوسطة المسام المشتقة من زيوليت أصل حجم داخلي internal volume أكبر من حوالي 0.35 سم مكعب/جم ومساحة سطح surface area أكبر من حوالي 250 م²/جم، تشتمل المادة متوسطة المسام على مسام دقيقة micropores ذات مساحة سطح ومسام متوسطة، حيث تكون مساحة السطح للمسام الدقيقة في المادة متوسطة المسام أقل من حوالي 25% من تلك في الزيوليت الأصل، حيث يتم توفير أقل من حوالي 3% من الحجم الداخلي للمادة متوسطة المسام بواسطة المسام الدقيقة وحيث يتم توزيع المسام المتوسطة بشكل متجانس بشكل أساسي وتشكل شبكة مترابطة بشكل أساسي. في نموذج آخر للاختراع، تحتوي المادة متوسطة المسام المشتقة من زيوليت أصل غني بالألومينا alumina على حجم داخلي أكبر من حوالي 0.25 سم مكعب/جم ومساحة سطح أكبر من حوالي 95 م²/جم، تشتمل المادة متوسطة المسام على مسام دقيقة لها مساحة سطح ومسام متوسطة، حيث تكون مساحة السطح للمسام الدقيقة في المادة متوسطة المسام أقل من حوالي 25% من تلك الموجودة في الزيوليت الأصل، حيث يتم توزيع

المسام المتوسطة بشكل متجانس بشكل أساسي وتشكل شبكة مترابطة بشكل أساسي وحيث تشتمل المادة متوسطة المسام كذلك على عنصر واحد على الأقل تم اختياره للمجموعة التي تتكون من السيريوم cerium، اللانثانوم lanthanum والإيتريوم yttrium. كما تم الكشف عن طرق تصنيعها واستخداماتها.

- 5 تتوجه Ahmed Mubarak Alsobaai et al., "Hydrocracking of Gas Oil using USY Zeolite-Based Catalyst", 25 تموز/يوليو 2006، الصفحات 24-25 إلى تحويل زيت الغاز البترولي petroleum gas oil إلى أنواع وقود نقل transportation fuels باستخدام محفزات NiMo، CoMo، NiW و CoW مدعومة على زيوليت USY التجاري. تم تحضير المحفزات باستخدام طريقة البلل الأولي incipient wetness. تم إجراء التفاعل في مفاعل اهتزاز عالي الضغط high-pressure shaking reactor عند درجة حرارة تفاعل تبلغ 450 درجة مئوية، وزمن تلامس يبلغ 90 دقيقة، ونسبة محفز إلى عينة تبلغ 0.04.

الوصف العام للاختراع

- 15 وفقاً لذلك، نظراً للطلب المتزايد من هذه المنتجات البتروكيمياوية الوسيطة مثل بيوتين butene، توجد حاجة لعمليات لإنتاج هذه المركبات الوسيطة من الأنواع الأخرى من خامات التغذية المتوفرة بكميات كبيرة و/أو بتكلفة منخفضة نسبياً. يرتبط الكشف الحالي بإنتاج زيوليت متوسط المسام mesoporous zeolites مثل الزيوليت متوسط المسام Y الذي يمكن استخدامه، وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، في عمليات وأنظمة لإنتاج هذه المركبات الوسيطة، والتي يُشار إليها أحياناً في هذا الكشف باسم "منتجات النظام system products"، بواسطة التحويل المباشر لخامات التغذية الزيتية الثقيلة مثل الزيت الخام. يمكن أن يكون التحويل من خام تغذية زيت خام مفيداً بالمقارنة مع خامات التغذية الأخرى المتوفرة في إنتاج هذه المركبات الوسيطة لأن الزيت الخام يمكن أن يكون أقل تكلفة بشكل عام و/أو متاحاً على نطاق أوسع من المواد الأولية الأخرى.

- 20 طبقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن تكسير النفط الثقيل لتشكيل منتجات النظام مثل الأوليفينات الخفيفة light olefins، مثل البيوتين، بواسطة التكسير بالبخر steam cracking. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي التكسير بالبخر للنفط الثقيل إلى زيادة تشكيل فحم الكوك، الأمر الذي يتطلب إيقاف تشغيل عملية التكرير refining operation لإزالة فحم الكوك coke. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤدي الكمية المرتفعة نسبياً من المواد العطرية aromatics في النفط الثقيل إلى تكسير النفط الثقيل بالبخر

لتشكيل منتجات غير مرغوبة ومحتوى أوليفين خفيف light olefin نسبياً. في بعض الحالات، يمكن أن تكون المواد العطرية المتعددة الموجودة في خام تغذية النفط الثقيل heavy oil feedstock غير قابلة للتحويل بواسطة التكسير بالبخار. ووجد أن المعالجة المسبقة لخامات التغذية الزيتية الثقيلة لتقليل أو إزالة المواد العطرية وغيرها من الأنواع غير المرغوب فيها، مثل واحد أو أكثر من المعادن 5 metals، الكبريت sulfur، النيتروجين nitrogen، يمكن أن تعمل على زيادة إنتاج الأوليفينات الخفيفة وخفض تشكيل فحم الكوك. يمكن أن تشمل هذه المعالجة المسبقة، وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، على واحدة أو أكثر من عمليات إزالة المعادن بالهيدروجين hydrodemetalization، إزالة النيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation، إزالة الكبريت بالهيدروجين hydrodesulfurization، أو التكسير الهيدروجيني للمركبات العطرية hydrocracking of aromatics.

10 لا يمكن أن تعمل محفزات المعالجة الهيدروجينية hydrotreating catalysts التقليدية، والتي ترجع جزئياً على الأقل إلى حموضتها الضعيفة نسبياً، بشكل فعال على تحويل المواد البوليمرية polyaromatics ومواد عطرية مشبعة متعددة saturated polyaromatics. يمكن أن تتسم محفزات التكسير بالهيدروجين Hydrocracking catalysts مع الزيوليت كمكون تكسير رئيسي key cracking component، مثل تلك المستخدمة في التكسير بالهيدروجين hydrocracking، بحموضة أقوى من محفزات المعالجة الهيدروجينية التقليدية، يمكن أن تكون قادرة على تعزيز تحويل المواد الأروماتية 15 بشكل كبير. ومع ذلك، يمكن أن تكون فتحة المسام لمركبات زيوليت التقليدية صغيرة جداً لتسمح للجزيئات الكبيرة نسبياً في خام التغذية الزيتي الثقيل بالانتشار إلى المواقع النشطة الموجودة داخل الزيوليت.

20 وُجد أن الطريقة الفعالة لحل هذه المشكلة (أي مشكلة زيادة تحويل المركبات العطرية للجزيئات الكبيرة نسبياً الموجودة في تيار زيت ثقيل heavy oil stream) تكمن في تضمين المسامات في الزيوليت، مما يزيد من حجم مسام الزيوليت. على سبيل المثال، يمكن تحقيق حجم مسام زائد، في واحد أو أكثر من النماذج، من خلال إدراج المسام المتوسطة في بلورة الزيوليت المتكونة مسبقاً.

وفقاً للنماذج التي تم الكشف عنها في هذا الطلب، يمكن إنتاج الزيوليت Y الذي يشتمل على مسام متوسطة ويُستخدم كمحفز تكسير بالهيدروجين hydrocracking catalyst. كما هو موصوف في هذا الطلب، في بعض النماذج، مع زيوليت Y الموصوف حالياً كمحفز تكسير بالهيدروجين بطبقة سفلية، 25 يمكن تحويل جزء 540 درجة مئوية+ في الخام العربي الخفيف المعالج بالهيدروجين جزئياً أو حتى

كلية إلى أجزاء خفيفة بنسبة مئوية عالية من محتوى البارافين paraffin. بصورة إضافية، في بعض النماذج، الموصوفة حالياً، يمكن إنتاج زيوليت Y بزمان تخليق منخفض وبعدها منخفض من خطوات التخليق synthesis steps مقارنة بمحفزات الزيوليت zeolite catalysts الأخرى.

وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن تكوين زيوليت ذي مسام متوسطة mesoporous zeolite بواسطة طريقة تشتمل على ملامسة مادة زيوليت أولية initial zeolite material مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم ammonium hexafluorosilicate لتعديل إطار مادة الزيوليت الأولية، وتكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت المعدلة بالإطار framework-modified zeolite material. يمكن أن تُشكّل عملية الملامسة مادة زيوليت معدلة بالإطار. يمكن أن تشتمل مادة الزيوليت الأولية على السيليكا silica والألومينا alumina، يمكن أن تشتمل على بنية من نوع إطار إف إيه يو FAU.

10 وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج الإضافية، يمكن تكوين محفز بواسطة طريقة تشتمل على تكوين زيوليت ذي مسام متوسطة وتضمين الزيوليت ذو المسام المتوسطة مع مادة حاملة لأكسيد الفلز metal catalyst materials وواحدة أو أكثر من مواد المحفز الفلزي metal oxide support material لتكوين المحفز. يمكن تكوين الزيوليت ذو المسام المتوسطة بواسطة طريقة تشتمل على ملامسة مادة زيوليت أولية مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم لتعديل إطار مادة الزيوليت الأولية، وتكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت المعدلة بالإطار لتكوين زيوليت ذي مسام متوسطة. يمكن أن تُشكّل عملية الملامسة مادة زيوليت معدلة بالإطار. يمكن أن تشتمل مادة الزيوليت الأولية على السيليكا والألومينا، يمكن أن تشتمل على بنية من نوع إطار FAU.

20 يتم تحديد المميزات والسمات الإضافية للتكنولوجيا الموضحة في هذا الكشف في الوصف التفصيلي التالي، وتتضح جزئياً بسهولة لهؤلاء المهرة في المجال من الوصف أو يتم الاعتراف بها من خلال تطبيق التكنولوجيا الموضحة في هذا الكشف، بما في ذلك الوصف التفصيلي التالي، وعناصر الحماية، وكذلك الرسومات المرفقة.

شرح مختصر للرسومات

يمكن فهم الوصف التفصيلي التالي للنماذج المحددة للكشف الحالي بشكل أفضل عند القراءة بصورة مشتركة مع الرسومات التالية، حيث يتم توضيح البنية المشابهة بالأرقام المرجعية المشابهة والتي فيها: 25

الشكل 1 عبارة عن مخطط عام لنظام معالجة أولية كيميائية chemical pretreatment system يتضمن مفاعل معالجة أولية pretreatment reactor يشتمل على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين hydrodemetalization (HDM)، محفز انتقالي transition catalyst، محفز نزع الكبريت بالهيدروجين hydrodesulfurization (HDS)/نزع النيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation (HDN)، ومحفز تكسير بالهيدروجين، وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج الموصوفة في هذا الكشف؛

الشكل 2 عبارة عن مخطط عام لنظام معالجة كيميائية chemical processing system يُستخدم بعد نظام المعالجة الأولية الكيميائية chemical pretreatment system من الشكل 1 يتضمن وحدة تكسير البخار steam cracking unit، وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج الموصوفة في هذا الكشف؛ و

لغرض التفسيرات والأوصاف التخطيطية المبسطة لأشكال 1 و 2، لا يتم تضمين الصمامات

valves العديدة، وأجهزة استشعار درجة الحرارة temperature sensors، وأجهزة التحكم الإلكترونية electronic controllers وما شابه ذلك والتي يمكن استخدامها ومعروفة جيداً لهؤلاء ذوي المهارة

العادية في المجال لبعض عمليات المعالجة الكيميائية. علاوة على ذلك، لا يتم وصف المكونات المصاحبة التي غالباً ما يتم إدراجها في عمليات المعالجة الكيميائية chemical processing

operations التقليدية، مثل معامل التكرير refineries، على سبيل المثال، مثل إمدادات الهواء air

supplies، قواديس المحفز catalyst hoppers، ومناولة غاز المدخنة flue gas. من المعروف أن

هذه المكونات تقع ضمن روح ونطاق النماذج الحالية التي تم الكشف عنها. ومع ذلك، يمكن إضافة المكونات التشغيلية، مثل تلك الموصوفة في الكشف الحالي، إلى النماذج الموضحة في هذا الكشف.

وينبغي أيضاً ملاحظة أن الأسهم في الرسومات تشير إلى تيارات العملية. ومع ذلك، يمكن أن تشير الأسهم بشكلٍ مكافئٍ إلى خطوط النقل التي يمكن أن تُستخدم لنقل بخار العملية بين اثنين أو أكثر

من مكونات النظام. بالإضافة إلى ذلك، تحدد الأسهم التي تتصل بمكونات النظام مداخل أو مخارج

في كل مكون نظام محدد. يتطابق اتجاه السهم بشكل عام مع الاتجاه الرئيسي لحركة مواد بالتيار الموجودة داخل خط النقل الفعلي الذي يشير إليه السهم. وعلاوة على ذلك، تدل الأسهم التي لا تصل

بين اثنين أو أكثر من مكونات النظام على تيار منتج يترك النظام الموصوف أو تيار مدخل النظام الذي يدخل إلى النظام الموصوف. يمكن أيضاً معالجة تيارات المنتج في أنظمة المعالجة الكيميائية

chemical processing systems المصاحبة أو يمكن تسويقها كمنتجات نهائية. يمكن أن تكون تيارات

مدخل النظام عبارة عن تيارات يتم نقلها من أنظمة المعالجة الكيميائية المصاحبة أو يمكن أن تكون عبارة عن تيارات خام تغذية لم تتم معالجتها.

تتم الآن الإشارة بمزيد من التفصيل إلى نماذج مختلفة، يتم توضيح بعض النماذج التي تم توضيحها في الرسومات المرفقة. كلما أمكن، يتم استخدام نفس الأرقام المرجعية في جميع الرسومات للإشارة إلى نفس الأجزاء أو أجزاء مماثلة.

5

الوصف التفصيلي:

يتم بصفة عامة في هذا الكشف وصف نماذج مركبات الزيوليت ذات المسام mesoporous zeolites المتوسطة مثل مواد زيوليت ذو مسام متوسطة Y يمكن تضمينها في محفزات المعالجة بالهيدروجين hydrocracking catalyst، مثل محفز تكسير بالهيدروجين hydrotreating catalyst. في بعض

النماذج، يمكن استخدام محفزات المعالجة بالهيدروجين لتكسير المواد العطرية في الزيوت الثقيلة في عملية معالجة أولية قبل التكسير بالبخار أو طرق التكسير cracking methods الأخرى. يتعلق

10

الكشف الحالي أيضا بطرق لإنتاج مركبات الزيوليت ذات المسام المتوسطة هذه وكذلك خواص وبنية مركبات زيوليت ذات المسام المتوسطة المنتجة. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن تشمل تركيبة زيوليت Y على مسامية متوسطة. ويمكن الإشارة إلى مواد الزيوليت هذه طوال هذا الكشف

باسم "زيوليت ذو مسام متوسطة." على النحو المستخدم طوال هذا الكشف، تشير "مركبات زيوليت"

15

إلى مواد غير عضوية inorganic materials تحتوي على مسام دقيقة ذات تجاويف منتظمة داخل البلورات وقنوات ذات بعد جزيئي molecular dimension. ويمكن أن تؤدي البنية الدقيقة المسام

لمركبات زيوليت (على سبيل المثال، 0.3 نانومتر إلى 1 نانومتر حجم مسام) إلى مساحات سطح كبيرة وانتقائية حجم -/شكل- مرغوب، مما يجعل من المفيد تحفيزها. كما يمكن أن تتضمن مركبات

الزيوليت ذات المسام المتوسطة الموصوفة سيليكات الألومنيوم aluminosilicates، سيليكات التيتانيوم

20

titanosilicates، أو سيليكات نقية pure silicates. في النماذج، يمكن أن تتضمن مركبات الزيوليت الموصوفة مسام دقيقة (موجودة في البنية الدقيقة لزيوليت)، وتتضمن بصورة إضافية مسام متوسطة.

على النحو المستخدم طوال هذا الكشف، تشير المسام الدقيقة إلى مسام في بنية لها قطر يبلغ أقل من أو يساوي 2 نانومتر وأكبر من أو يساوي 0.1 نانومتر، وتشير المسام المتوسطة إلى مسام في

بنية لها قطر يبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو يساوي 100 نانومتر، أو في بعض النماذج أقل

25

من أو يساوي 50 نانومتر. كما يمكن تمييز مركبات الزيوليت الموصوف حالياً، وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، كزيوليت Y (بمعنى، لها نوع إطار FAU من سيليكات الألومنيوم).

كما استخدم في هذا الكشف، يشير المصطلح "مفاعل reactor" إلى وعاء يمكن أن تحدث فيه تفاعلات كيميائية chemical reactions أو أكثر بين واحد أو أكثر من المواد المتفاعلة بشكل اختياري في وجود واحد أو أكثر من المحفزات. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل المفاعل على خزان أو

مفاعل أنبوبي تم تصميمه ليعمل كمفاعل دفعي batch reactor، أو مفاعل خزان متصل تم تقليبه continuous stirred-tank reactor (CSTR)، أو مفاعل تدفق كتلي plug flow reactor. تتضمن المفاعلات التوضيحية مفاعلات طبقة معبأة packed bed reactors مثل مفاعلات الطبقة الثابتة fixed bed reactors ومفاعلات الطبقة المميعة fluidized bed reactors. يمكن وضع واحدة أو أكثر

من "مناطق التفاعل reaction zones" في مفاعل. كما استخدم في هذا الكشف، تشير "منطقة التفاعل reaction zone" إلى منطقة يحدث فيها تفاعل معين في مفاعل. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي مفاعل الطبقة المعبأة packed bed reactor المزود بعدة طبقات محفز catalyst beds على مناطق تفاعل متعددة، حيث يتم تحديد كل منطقة تفاعل بواسطة مساحة كل طبقة محفز catalyst bed.

كما استخدم في هذا الكشف، تشير "وحدة فصل separation unit" إلى أي وسيلة فصل separation device أو سلسلة من وسائل الفصل separation devices التي تفصل جزئياً على الأقل واحدة أو

أكثر من المواد الكيميائية التي يتم خلطها في تيار عملية من بعضها البعض. على سبيل المثال، يمكن أن تفصل وحدة الفصل بشكل انتقائي الأنواع الكيميائية المختلفة عن بعضها البعض، لتشكيل واحد أو أكثر من الأجزاء الكيميائية. تتضمن أمثلة وحدات الفصل separation units، على سبيل المثال لا الحصر، أعمدة التقطير distillation columns، اسطوانات ومضية flash drums،

اسطوانات تعطيل knock-out drums، أواني تعطيل knock-out pots، أجهزة الطرد المركزي centrifuges، وسائل الترشيح filtration devices، خزانات traps، وأجهزة غسل الغاز scrubbers، ووسائل تمدد expansion devices، والأغشية membranes، ووسائل استخلاص مذيب solvent

extraction devices، وما شابه ذلك. ينبغي إدراك أن عمليات الفصل separation processes الموصوفة في هذا الكشف يمكن ألا تفصل تماماً كل مادة كيميائية واحدة متسقة عن جميع المكونات

الكيميائية الأخرى. ينبغي إدراك أن عمليات الفصل الموصوفة في هذا الكشف تفصل "جزئياً على الأقل" مكونات كيميائية مختلفة عن بعضها البعض، وأنه حتى لو لم يذكر صراحة، ينبغي إدراك

أن الفصل يمكن أن يتضمن الفصل الجزئي فقط. كما استخدم في هذا الكشف، يمكن "فصل" واحد أو أكثر من المكونات الكيميائية من تيار عملية لتشكيل تيار عملية جديد. بشكل عام، يمكن أن يدخل تيار العملية وحدة فصل ويتم تقسيمه، أو فصله، إلى اثنين أو أكثر من تيارات العملية بالتركيبة المطلوبة. علاوة على ذلك، في بعض عمليات الفصل، يمكن أن يخرج "جزء خفيف" و "جزء ثقيل" من وحدة الفصل، حيث يكون لتيار الجزء الخفيف عموماً نقطة غليان أقل من تيار الجزء الثقيل.

يجب إدراك أن المصطلح "ناتج تدفق التفاعل reaction effluent" يشير عموماً إلى تيار يخرج من وحدة فصل، مفاعل، أو منطقة تفاعل بعد تفاعل أو فصل معين، وبصفة عامة يكون له تركيبة مختلفة عن التيار الذي دخل في وحدة الفصل. مفاعل أو منطقة تفاعل.

كما استخدم في هذا الكشف، يشير المصطلح "محفز" إلى أي مادة تعمل على زيادة معدل تفاعل كيميائي محدد. يمكن استخدام المحفزات الموصوفة في هذا الكشف لتعزيز التفاعلات المختلفة، على سبيل المثال لا الحصر، نزع المعادن بالهيدروجين، نزع الكبريت بالهيدروجين، نزع النيتروجين بالهيدروجين، والتكسير العطري aromatic cracking، أو توليفات منها. كما استخدم في هذا الكشف، يشير مصطلح "التكسير" بشكل عام إلى تفاعل كيميائي يتم فيه كسر روابط كربون-كربون carbon to carbon bonds إلى أكثر من جزيء واحد عن طريق كسر واحدة أو أكثر من روابط الكربون - كربون، أو يتم تحويله من مركب يتضمن شق حلقي cyclic moiety، مثل مركب عطري، إلى مركب لا يتضمن شق حلقي، أو تفاعل كيميائي يكون فيه الشق العطري مشبعاً جزئياً على الأقل.

ينبغي إدراك أن اثنين أو أكثر من تيارات العملية تكون "مختلطة" أو "مقترنة" عندما يتقاطع خطان أو أكثر في مخططات سير العمليات التخطيطية في الأشكال 1 و 2. يمكن أن يشتمل الخلط أو الإقران أيضاً الخلط بواسطة إدخال كل من التدفقات مباشرة في مفاعل مشابه، جهاز فصل أو مكون نظام آخر.

ينبغي إدراك أن التفاعلات التي يتم إجراؤها بواسطة المحفزات كما هو موصوف في هذا الكشف يمكن أن تزيل مكون كيميائي، مثل جزء فقط من مكون كيميائي، من تيار عملية. على سبيل المثال، يمكن أن يعمل مُحفِز إزالة المعادن بالهيدروجين على إزالة جزء من واحد أو أكثر من المعادن من تيار العملية، يمكن أن يعمل مُحفِز إزالة النيتروجين بالهيدروجين على إزالة جزء من النيتروجين الموجود في تيار عملية، و يمكن أن يعمل مُحفِز إزالة الكبريت بالهيدروجين على إزالة جزء من الكبريت في تيار العملية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يعمل محفز التكسير بالهيدروجين، على

سبيل المثال مع وظيفة إزالة المركبات العطرية بالهيدروجين (HDA) hydrodearomatization على تقليل كمية الشقوق العطرية aromatic moieties في تيار العملية عن طريق تكسير (بما في ذلك تشبع) تلك الشقوق العطرية. يجب إدراك أنه، خلال هذا الكشف، لا يقتصر محفز معين بالضرورة على وظيفة إزالة أو تكسير مكون أو شق كيميائي معين عند الإشارة إليه بأنه له وظيفة معينة. على سبيل المثال، يمكن أن يوفر المحفز المحدد في هذا الكشف كمحفز نزع النيتروجين بالهيدروجين 5 بالإضافة إلى ذلك وظيفة التكسير بالهيدروجين، وظيفه المركبات العطرية بالهيدروجين، وظيفه نزع الكبريت بالهيدروجين، أو توليفات منها.

يجب كذلك إدراك أن التيارات يمكن تحديدها لمكونات التيار، والمكون الذي يتم تحديد التيار له يمكن أن يكون مكون رئيسي من التيار (مثلا يشمل من 50% بالوزن، من 70 % بالوزن، من 90 % بالوزن، من 95% بالوزن، أو حتى من 95 % بالوزن من محتويات التيار إلى 100 % بالوزن من محتويات التيار). 10

وفقا للنماذج، يمكن تمييز الزيوليت ذو المسام المتوسطة Y باعتباره ذو مسام متوسطة بواسطة أن يكون له متوسط حجم مسام يتراوح من 2 نانومتر إلى 50 نانومتر. على سبيل المقارنة، يمكن أن تحتوي مركبات الزيوليت التقليدية التي يمكن استخدامها في محفزات التكسير بالهيدروجين على 15 مركبات زيوليت تكون دقيقة المسام، أي لها متوسط حجم مسام يبلغ أقل من 2 نانومتر. وفقا لوحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون للزيوليت ذو المسام المتوسطة Y الذي تم الكشف عنه حاليا متوسط حجم مسام يتراوح من 2 نانومتر إلى 25 نانومتر، من 2 نانومتر إلى 20 نانومتر، من 2 نانومتر إلى 15، من 2 نانومتر إلى 10 نانومتر، أو من 2 نانومتر إلى 5 نانومتر. في نماذج إضافية، يمكن وصف على الأقل 30% من حجم المسام باعتباره ذو مسام متوسطة (أي، على الأقل 20 30% من إجمالي حجم المسام له حجم جسيم يبلغ على الأقل 2 نانومتر). في نماذج إضافية، يمكن وصف على الأقل 35%، 40%، 45%، 50%، 60%، أو حتى 70% من حجم المسام باعتباره ذو مسام متوسطة.

في نماذج إضافية، يمكن أن يكون للزيوليت ذو المسام المتوسطة Y حجم جسيم يتراوح من 0.5 إلى 1.2 جرام/مل. على سبيل المثال، نماذج يمكن أن يكون للزيوليت ذو المسام المتوسطة Y حجم جسيم يتراوح من 0.5 إلى 0.6 جرام/مل، من 0.5 إلى 0.7 جرام/مل، من 0.5 إلى 0.8 جرام/مل، 25 من 0.5 إلى 0.9 جرام/مل، من 0.5 إلى 1.0 جرام/مل، من 0.5 جرام/مل إلى 1.1 جرام/مل، من

0.6 جرام/مل إلى 1.2 جرام/مل، من 0.7 جرام/مل إلى 1.2 جرام/مل، من 0.8 جرام/مل إلى 1.2 جرام/مل، من 0.9 جرام/مل إلى 1.2 جرام/مل، من 1.0 جرام/مل إلى 1.2 جرام/مل، أو من 1.1 جرام/مل إلى 1.2 جرام/مل. على النحو المستخدم في هذا الكشف، يشير "حجم المسام" إلى إجمالي حجم المسام المقاس.

- 5 في نماذج إضافية، يمكن أن يكون للزيوليت ذو المسام المتوسطة Y مساحة سطح تتراوح من 500 م²/جرام إلى 900 م²/جرام. على سبيل المثال، نماذج يمكن أن يكون للزيوليت ذو المسام المتوسطة Y مساحة سطح تتراوح من 500 م²/جرام إلى 550 م²/جرام، من 500 م²/جرام إلى 600 م²/جرام، من 500 م²/جرام إلى 650 م²/جرام، من 500 م²/جرام إلى 700 م²/جرام، من 500 م²/جرام إلى 750 م²/جرام، من 500 م²/جرام إلى 800 م²/جرام، من 500 م²/جرام إلى 850 م²/جرام، من 550 م²/جرام إلى 900 م²/جرام، من 600 م²/جرام إلى 900 م²/جرام، من 650 م²/جرام إلى 900 م²/جرام، من 700 م²/جرام إلى 900 م²/جرام، من 750 م²/جرام إلى 900 م²/جرام، من 800 م²/جرام إلى 900 م²/جرام، أو من 850 م²/جرام إلى 900 م²/جرام.

في نماذج إضافية، يمكن أن يكون للزيوليت ذو المسام المتوسطة درجة تبلر تبلغ على الأقل 90%، على الأقل 92%، على الأقل 94%، على الأقل 96%، على الأقل 98%، أو حتى على الأقل 99%

- 15 من درجة تبلر مادة الزيوليت الأولية التي يمكن منها تكوين الزيوليت ذو المسام المتوسطة. يمكن أن يؤدي المزيد من التبلر إلى زيادة ثبات الزيوليت، بصفة خاصة عند التعرض لدرجات حرارة مرتفعة مثل تلك الموجودة في المعالجة المسبقة للنفط الثقيل أو العمليات التحفيزية الأخرى. يمكن قياس التبلر باستخدام حيود الأشعة السينية X-ray Diffraction (XRD). يمكن أخذ زيوليت ذو طبيعة تجارية ومتبلر نسبياً (على سبيل المثال، CBV-100 من Zeolyst) كمرجع عند 100% من التبلر.

- 20 من أطيايف حيود الأشعة السينية، يتم دمج القمم الخمس الأكثر كثافة. يتم حساب عينة البلورة النسبية بناءً على المعادلة التالية: $X(\%) = 100 \times \frac{\sum A}{\sum A_0}$ ، حيث تكون A عبارة عن إجمالي منطقة الذروة الخمس الإجمالية للعينة المصنعة؛ A₀ عبارة عن إجمالي منطقة الذروة الخمسة الإجمالية للعينة المرجعية (على سبيل المثال، CBV-100). دون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن المعالجة الحرارية الهيدروجينية hydrothermal treatment أو توليفة من المعالجة الحرارية الهيدروجينية والحمض المتسرب لتكوين المسام يمكن أن تؤدي إلى تدهور تبلور الزيوليت. على سبيل المثال، يمكن أن

تؤدي المعالجة الحرارية الهيدروجينية لعينات الزيوليت إلى تبلر أقل من 90% بشكل عام فيما يتعلق بزيوليت البدء.

بدون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن الحجم المسامي الكبير نسبياً (أي، المسامية المتوسطة) للزيوليت متوسط المسام الموصوف حالياً وحفازات التكسير الهيدروجيني التي تشتمل على مركبات زيوليت 5 متوسط المسام تسمح للجزيئات الأكبر بالانتشار داخل الزيوليت، والذي يُعتقد أنه يعزز نشاط التفاعل وانتقائية المحفز. مع زيادة الحجم المسامي، يمكن أن تنتشر الجزيئات التي تحتوي على مواد عطرية بسهولة أكبر في المحفز ويمكن زيادة التكسير العطري. على سبيل المثال، في بعض النماذج التقليدية، يمكن أن يكون خام التغذية المتحول بواسطة محفزات المعالجة الهيدروجينية عبارة عن زيوت غاز مفرغ vacuum gas oils، زيوت دورة خفيفة light cycle oils، على سبيل المثال، من

مفاعل تكسير حفزي مائع fluid catalytic cracking reactor، أو زيوت غاز وحدة تكويك coker 10 gas oils، على سبيل المثال، وحدة تكويك coking unit. تكون الأحجام الجزيئية في هذه الزيوت صغيرة نسبياً مقارنةً بتلك الخاصة بالزيوت الثقيلة مثل الزيت الخام ومخلفات الغلاف الجوي، والتي يمكن أن تكون عبارة عن خام تغذية للطرق والأنظمة الحالية. يمكن ألا يكون النفط الثقيل بشكل عام قادراً على الانتشار داخل الزيوليت التقليدي ويتم تحويله على المواقع النشطة الموجودة داخل الزيوليت.

لذلك، يمكن أن يسمح الزيوليت الذي يتسم بأحجام مسامية أكبر (أي، على سبيل المثال، الزيوليت 15 متوسط المسام) للجزيئات الأكبر من النفط الثقيل بالتغلب على حد الانتشار، ويجعل من الممكن تفاعل الجزيئات الأكبر من النفط الثقيل وتحويلها.

يمكن إنتاج مادة الزيوليت ذو المسام المتوسطة الموصوفة حالياً بواسطة عملية تشتمل على ملاسة زيوليت (مثلاً، زيوليت لا يتضمن مسامية متوسطة) مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم ammonium 20 hexafluorosilicate، $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ، لتعديل إطار الزيوليت. بعد خطوة تعديل الإطار framework modification step، يمكن إدخال المسام المتوسطة في الزيوليت المعدل بالبنية بواسطة عمليات إضافية مثل المعالجة الحرارية المائية hydrothermal treatment، التلامس مع القاعدة، التلامس مع حمض، أو أي توليفة منها. كما يمكن أن تتضمن خطوات المعالجة الإضافية تبادل أيون الزيوليت قبل تعديل الإطار و/أو فصل الزيوليت ذو المسام المتوسطة المكون من المواد الأخرى بواسطة عمليات مثل الغسل washing، التجفيف drying، التحميص calcining، وما إلى ذلك. 25

- وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، زيوليت، مثل زيوليت Y يشتمل على الصوديوم sodium (بمعنى، زيوليت NaY)، يمكن أن يكون متبادل أيونيا. على سبيل المثال، يمكن أن يكون الزيوليت عبارة عن NH_4^+ متبادل الأيون مع عامل تبادل أيوني ion-exchange agent، مثل نترات الأمونيوم Ammonium nitrate (NH_4NO_3). ويمكن إجراء عملية التبادل الأيوني عند درجة حرارة مرتفعة
- 5 لفترة تسخين، مثل عند 90 درجة مئوية (مثلا، 70 درجة مئوية إلى 110 درجة مئوية، أو من 80 درجة مئوية إلى 100 درجة مئوية) f أو 1 ساعة (مثلا، 30 دقيقة إلى 90 دقيقة أو 45 دقيقة إلى 75 دقيقة). كما يمكن أن تنتج عملية التبادل الأيوني زيوليت يشتمل على الصوديوم sodium (Na) والأمونيوم (NH_4) ammonium (بمعنى، زيوليت NH_4NaY)، حيث يمكن أن يتراوح محتوى Na_2O من 2 % بالوزن إلى 4 % بالوزن. قبل التبادل الأيوني، يمكن أن يحتوي الزيوليت NaY على ما يتراوح
- 10 من 10 % بالوزن إلى 15 % بالوزن أكسيد الصوديوم sodium oxide. بعد التبادل الأيوني، يمكن أن يتراوح محتوى أكسيد الصوديوم من 1 % بالوزن إلى 5 % بالوزن. في بعض النماذج، يمكن أن يستبدل التبادل الأيوني جزيئات الصوديوم sodium molecules بجزيئات الأمونيوم ammonium molecules. في النماذج البديلة الإضافية، يمكن إمداد زيوليت يشتمل على الصوديوم والأمونيوم مباشرة ولا تكون خطوة تبادل أيوني لازمة.
- 15 وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، بعد خطوة التبادل الأيوني، في حالة استخدامها، يمكن ملاصقة الزيوليت (على سبيل المثال، زيوليت NH_4NaY) بواسطة هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم. في بعض النماذج، يمكن أن يكون الهكسا فلورو سيليكات الأمونيوم في محلول مائي. في نماذج إضافية، يمكن دمج الزيوليت مع الماء وتسخينه. على سبيل المثال، يمكن إضافة ماء منزوع الأيون إلى زيوليت NH_4NaY ويمكن تسخين هذا الخليط إلى درجة حرارة مرتفعة مثل 80–95 درجة مئوية. في ظل
- 20 التقليل، يمكن دمج محلول مائي من هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم، على سبيل المثال، قطرة قطرة، مع الزيوليت NH_4NaY في الماء منزوع الأيون. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون للمحلول المائي من هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم تركيز يتراوح من 0.2 إلى 2 مولار. يمكن الحفاظ على هذا الملامح عند درجة حرارة مرتفعة مثل 80–95 درجة مئوية لفترة تسخين معينة مثل 1–3 ساعات.
- 25 يمكن أن يعمل هكسا فلورو سيليكات أمونيوم على تعديل البنية الهيكلية للزيوليت، لتشكيل مادة زيوليت معدلة بإطار. دون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن هكسا فلورو سيليكات أمونيوم يؤثر على بنية

الزيوليت بعدة طرق. على سبيل المثال، من المعتقد أن NH_4^+ و SiF_6^- للمحلول المائي يمكن أن يعمل على إزالة كاتيونات ألومونيوم (Al) Aluminum والصوديوم في نفس الوقت من الإطار. لذلك، في بعض النماذج، لا تقتضي الضرورة تبادل أيون NH_4^+ إضافي لخفض محتوى الصوديوم لتلبية أي نوعية محفز تكسير بالهيدروجين معينة. ويُعتقد أنه يتم إزالة كاتيونات الصوديوم، كاتيونات ألومونيوم أو كليهما من الزيوليت مثل Na_3AlF_6 . بالإضافة إلى ذلك، ودون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن Si في SiF_6^- يمكن إدراجه مرة أخرى في الفراغ الذي تتركه إزالة ألومونيوم. لذلك، يُعتقد أنه يمكن الحصول على تبلر مرتفع جداً (حتى يصل إلى 110٪ من التبلر النسبي). بالإضافة إلى ذلك، يُعتقد أن ألومونيوم يمكن إزالته بصورة منتظمة من الزيوليت بواسطة استخدام هكسا فلورو سيليكات أمونيوم مقارنةً بالمركبات الأخرى. على سبيل المثال، يمكن أن تعمل المعالجة الحرارية المائية، في بعض النماذج، على إزالة إطار ألومونيوم من زيوليت. ومع ذلك، يمكن أن تنطوي المعالجة الحرارية المائية على انتقائية ضعيفة لإزالة ألومونيوم بشكل متساوي، مما يؤدي إلى عدم انتظام المسام المتوسطة. يمكن أن تؤدي هذه المعالجات الحرارية المائية أيضاً إلى تبلر منخفض نسبياً. يمكن أن تكون المسام المتوسطة للزيوليت متوسط المسام الذي تم وصفه في هذا الطلب منتظمة نسبياً كما تمت ملاحظته مع المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) transmission electron microscopy. وفقاً للنماذج، يمكن أن تسبب المعالجة باستخدام هكسا فلوروسيليكات أمونيوم تغيير النسبة المولية $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ من 4-6 إلى 6-20.

وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن بعد ذلك فصل المواد الصلبة وسوائل الملاط التي تحتوي على الزيوليت المعدل بالإطار على الأقل جزئياً، مثلاً بواسطة الصفق. ويمكن غسل الزيوليت العلوي بمذيب، مثل ماء منزوع الأيون. ويمكن أن يكون القالب بعد الصفق اختيارياً عبارة عن NH_4^+ متبادل الأيون مع عامل تبادل أيوني، مثل نترات الأمونيوم عند درجة حرارة مرتفعة لفترة تسخين، مثل عند 90 درجة مئوية لمدة 1 ساعة. يمكن بعد ذلك معالجة القالب المتبادل أيونياً اختيارياً بواسطة معالجة حرارية مائية، مثلاً تحت 500-600 درجة مئوية، 0.1-0.3 ميغا باسكال ضغط بخار لمدة 1-3 ساعات.

يمكن معالجة الزيوليت المعدل بالإطار لتكوين مسام متوسطة. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن بعد ذلك دمج مادة إطار الزيوليت مع واحدة أو أكثر من قاعدة أو مادة خافضة للتوتر السطحي. على سبيل المثال، يمكن دمج محلول مائي قاعدي (على سبيل المثال، هيدروكسيد الصوديوم

- 5 أو أكثر من النماذج، يتراوح تركيز المحلول المائي القاعدي من 0.05 مولار إلى 2 مولار، يمكن أن تتراوح نسبة وزن بروميد ستريمونيوم إلى زيوليت من 0.1 إلى 1.5. ويمكن تسخين هذا الخليط الثاني بعد ذلك إلى درجة حرارة مرتفعة لفترة زمنية معينة للتسخين لتكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت. على سبيل المثال، يمكن أن تتراوح درجة الحرارة المرتفعة من 100 درجة مئوية إلى 150 درجة مئوية ويمكن أن تتراوح الفترة الزمنية المعينة للتسخين من 1 إلى 5 أيام. ويمكن فصل مادة الزيوليت بعد ذلك من المكونات الأخرى من الخليط. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن تشمل عملية الفصل على تقنية فصل مواد صلبة/سوائل solids/liquids separation technique (مثلا، الطرد المركزي centrifugation، الترشيح filtering، وما إلى ذلك.)، يلي ذلك الغسل بالماء، التجفيف على سبيل المثال عند 100 درجة مئوية لفترة تبلغ عدة ساعات، وبعد ذلك التحميص بواسطة التعرض لدرجات حرارة تبلغ على الأقل 400 درجة مئوية، مثل 500 درجة مئوية إلى 600 درجة مئوية، لعدة ساعات، مثل 3 ساعات إلى 6 ساعات.
- 10 وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن تضمين الزيوليت ذو المسام المتوسطة الذي تم الكشف عنه حاليا في محفز. يمكن استخدام المحفز كمحفز تكسير بالهيدروجين في المعالجة الأولية للزيوت الثقيلة، كما هو موصوف لاحقا بالتفصيل. بالمثل، تتم الإشارة إلى المحفز الذي يتضمن الزيوليت ذي المسام المتوسطة في هذا الطلب باسم "محفز تكسير بالهيدروجين". مع ذلك، يجب إدراك أن، بينما يتم وصف محفز التكسير بالهيدروجين في سياق المعالجة الأولية (مثلا، المعالجة بالهيدروجين) لزيت ثقيل، يمكن أن يكون محفز التكسير بالهيدروجين الموصوف في هذا الطلب مفيد للتفاعلات الحفزية الأخرى لأنواع وقود التشغيل الأخرى.
- 20 في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشمل محفز التكسير بالهيدروجين على الزيوليت ذو المسام المتوسطة الموصوف حاليا، واحد أو أكثر من المواد الحاملة للأكسيد الفلزي، وواحد أو أكثر من المحفزات الفلزية. ويمكن أن يكون لمحفزات التكسير بالهيدروجين الموصوفة حاليا تركيبة مادية تشتمل على من 10 % بالوزن إلى 80 % بالوزن من واحد أو أكثر من المواد الحاملة للأكسيد الفلزي
- 25

(على سبيل المثال، الألومينا)، من 18 %بالوزن إلى 32 %بالوزن من مادة المحفز الفلزي، ومن 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من الزيوليت ذي المسام المتوسطة.

يمكن أن تشمل مادة المحفز الفلزي على واحد أو أكثر من الفلزات من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) 5،

5 6، 8، 9، أو 10 من الجدول الدوري. على سبيل المثال، يمكن أن يشمل محفز التكسير بالهيدروجين

على واحد أو أكثر من الفلزات من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 5 أو 6،

وواحد أو أكثر من الفلزات من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 8، 9، أو 10

من الجدول الدوري. على سبيل المثال، يمكن أن يشمل محفز التكسير بالهيدروجين على الموليبدنوم

Molybdenum (Mo) أو التنجستين Tungsten (W) من مجموعة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة

والتطبيقية 6 والنيكل Nickel (Ni) أو الكوبالت Cobalt (Co) من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء 10

البحتة والتطبيقية 8، 9، أو 10. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشمل محفز التكسير

بالهيدروجين على محفز فلزي التنجستين والنيكل. في نموذج آخر، يمكن أن يشمل محفز التكسير

بالهيدروجين على الموليبدنوم والنيكل محفز فلز. على سبيل المثال، في واحد أو أكثر من النماذج،

يمكن أن يشمل محفز التكسير بالهيدروجين على من 20 %بالوزن إلى 26 %بالوزن من كبريتيد أو

أكسيد oxide التنجستين، من 4 %بالوزن إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل، من 10 15

%بالوزن إلى 70 %بالوزن من مادة حاملة لأكسيد الفلز مثل الألومينا، ومن 10 %بالوزن إلى 60

%بالوزن من زيوليت ذو مسام متوسطة Y. في نموذج آخر، يمكن أن يشمل محفز التكسير

بالهيدروجين على من 14 %بالوزن إلى 16 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدنوم، من 4 %بالوزن

إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل، من 20 %بالوزن إلى 80 %بالوزن من مادة حاملة

لأكسيد الفلز مثل الألومينا، ومن 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من زيوليت ذو مسام متوسطة Y. 20

يمكن تصنيع محفزات التكسير بالهيدروجين الموصوفة بواسطة توفير الزيوليت ذو المسام المتوسطة

وتشيع الزيوليت ذو المسام المتوسطة بواحد أو أكثر من الفلزات الحفزية أو بواسطة تراكم زيوليت ذو

مسام متوسطة مع المكونات الأخرى. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن خلط الزيوليت ذو المسام

المتوسطة، والألومينا النشطة (على سبيل المثال، بيوميت الألومينا boehmite alumina)، ومادة

الربط binder (على سبيل المثال، الألومينا المعالجة بحمض الببتيد acid peptized alumina). كما 25

يمكن إضافة كمية مناسبة من الماء لتكوين عجينة يتم بثقها باستخدام وسيلة بثق extruder. يمكن

- تجفيف ناتج البثق extrudate عند 80 درجة مئوية إلى 120 درجة مئوية لمدة 4 ساعات إلى 10 ساعات، وتحميصه بعد ذلك عند 500 درجة مئوية إلى 550 درجة مئوية لمدة 4 ساعات إلى 6 ساعات. إلى هذه الألومينا يمكن إضافة المادة الحاملة التي تتضمن الزيوليت ذي المسام المتوسطة بعد ذلك إلى مادة المحفز الفلزي مثل أكسيد أو مركبات كبريتيد من موليبدينوم، النيكل، تنجستن، أو النيكل. 5 على سبيل المثال، في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن تشبع المادة الحاملة بواحد أو أكثر من الفلزات لتكوين محفز تكسير بالهيدروجين. وفقا للنماذج الموصوفة، يمكن أن يشتمل تشريب المادة الحاملة على ملامسة المادة الحاملة مع محلول يشتمل على واحدة أو أكثر من المواد المنتجة للمحفز الفلزي. على سبيل المثال، يمكن غمر المادة الحاملة في المحلول الذي يشتمل على الواحدة أو الأكثر من المواد المنتجة للمحفز الفلزي، طريقة تشريب يُشار إليها في بعض الأحيان باسم تشريب مشبع. 10 في نماذج التشريب المشبع، يمكن غمر المادة الحاملة بكمية من محلول يشتمل على المواد المنتجة للمحفز الفلزي 2 إلى 4 مرات من ذلك الذي يتم امتصاصه بواسطة المادة الحاملة، وتتم إزالة المحلول المتبقي لاحقا. وفقا لنموذج آخر، يمكن أن يكون التشريب بواسطة التشريب بالترطيب الأولي، يُشار إليه في بعض الأحيان باسم التشريب الشعري أو التشريب الجاف. في نماذج التشريب بالترطيب الأولي، تتم ملامسة المادة المنتجة للمحفز الفلزي التي تحتوي على المحلول مع المادة الحاملة، 15 حيث تساوي كمية المحلول تقريبا حجم مسام المادة الحاملة ويمكن أن تسحب الخاصية الشعرية المحلول إلى المسام. بعد عملية ملامسة المادة الحاملة مع المحلول، يمكن تحميص المادة الحاملة عند درجة حرارة تبلغ على الأقل 500 درجة مئوية (مثل من 500 درجة مئوية إلى 600 درجة مئوية) لفترة زمنية تبلغ على الأقل 3 ساعات (مثل 3 ساعات إلى 6 ساعات). على سبيل المثال، يمكن أن يكون التحميص عند درجة حرارة تبلغ 500 درجة مئوية لمدة 4 ساعات. بصفة عامة، 20 سوف تسمح عملية التشريب بارتباط المحفز الفلزي على المواد الحاملة (بمعنى، المادة الحاملة للزيوليت وأكسيد الفلز). كما يمكن أن تتضمن المواد المنتجة للمحفز الفلزي واحد أو أكثر من النيكل، تنجستن، موليبدينوم، كوبالت، وبعد التشريب، توجد على المادة الحاملة للمحفز كمركبات تشتمل على النيكل، تنجستن، موليبدينوم، كوبالت، أو توليفات من ذلك. ويمكن استخدام اثنين أو أكثر من المواد المنتجة للمحفز الفلزي عندما يكون محفزي الفلز مرغوبين. مع ذلك، يمكن أن تتضمن بعض النماذج فقط واحد من النيكل، تنجستن، موليبدينوم، أو كوبالت. على سبيل المثال، يمكن غمس المادة الحاملة 25 للمحفز بواسطة خليط من هكسahيدرات نترات النيكل nickel nitrate hexahydrate (بمعنى،

Ni(NO₃)₂•6H₂O وميتاتنجستات الأمونيوم ammonium metatungstate (بمعنى،
(NH₄)₆H₂W₁₂O₄₀) إذا كان محفز تنجستن-النكل مرغوبا. بينما يجب إدراك أن نطاق الكشف الحالي
لا يجب تقييده بواسطة المحفز المادة المنتجة للفلز المنتقاء، حيث يمكن أن تتضمن المواد المنتجة
للمحفز الفلزي الأخرى المناسبة هكساهديرات نيترات الكوبالت cobalt nitrate hexahydrate
5 (Co(NO₃)₂•6H₂O)، هبتاموليبدات الأمونيا ammonia heptamolybdate

أو موليبديات الأمونيوم ammonium molybdate ((NH₄)₆Mo₇O₂₄•4H₂O)، بعد
تشريب، يمكن أن توجد المحفزات الفلزية المشبعة في صورة أكسيد الفلز، مثل WO₃، MoO₃، NiO،

وCoO، وتتم الإشارة إليها في هذا الكشف باسم "مواد المحفز الفلزي metal catalysts". بينما يمكن
أن تتضمن مواد المحفز الفلزي هذه أكاسيد الفلز metal oxides، يجب إدراك أن مواد المحفز الفلزي
تتميز عن المادة الحاملة للأكسيد الفلزي للمحفز والتي، في بعض النماذج، تكون عبارة عن الألومينا. 10

كما هو موصوف في هذا الطلب، يمكن استخدام الزيوليت ذو المسام المتوسطة كمحفز تكسير
بالهيدروجين في المعالجة بتحسين كفاءة الزيوت الثقيلة، مثل الزيوت الخام. كما يمكن أن تمثل
عمليات تحسين الكفاءة هذه خطوة المعالجة الأولية قبل عملية المعالجة البترولية الكيميائية الأخرى
مثل عمليات التكرير التي تستخدم واحدة أو أكثر من التكسير بالهيدروجين والتكسير الحفزي بمائع.
15 بصفة عامة، يمكن أن تُزيل عملية تحسين جزء واحد أو أكثر على الأقل من النيتروجين، الكبريت،

وواحد أو أكثر من الفلزات من النفط الثقيل، يمكن أن تعمل بصورة إضافية على تكسير الشقوق
العطرية في النفط الثقيل. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن معالجة النفط الثقيل باستخدام محفز
نزع معدنة بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst (يُشار إليه في بعض الأحيان في هذا

الكشف باسم "محفز نزع المعدنة بالهيدروجين")، محفز انتقالي، محفز نزع نيتروجين بالهيدروجين
(يُشار إليه في بعض الأحيان في هذا الكشف باسم "محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين")، ومحفز 20

تكسير بالهيدروجين. ويمكن وضع محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، والمحفز الانتقالي، ومحفز نزع
النيتروجين بالهيدروجين، ومحفز التكسير بالهيدروجين على التوالي، إما تضمينهم في مفاعل فردي،
مثل مفاعل بطبقة معبأة بطبقات متعددة، أو تضمينهم في اثنين أو أكثر من المفاعلات الموضوعة
على التوالي.

بالإشارة الآن إلى الشكل 1، يتم تصوير نظام معالجة أولية pretreatment system تخطيطيا يتضمن
واحد أو أكثر من نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، نطاق تفاعل انتقالي 108، نطاق 25

- تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110، ونطاق تفاعل تكسير بالهيدروجين 120. وفقا لنماذج من هذا الكشف، يمكن خلط تيار تغذية زيت ثقيل 101 مع تيار هيدروجين 104. ويمكن أن يشتمل تيار الهيدروجين 104 على غاز الهيدروجين غير المنصرف من تيار مكون غاز معالجة معاد تدويره 113، هيدروجين تعويضي من تيار تغذية بالهيدروجين 114، أو كلاهما، لتكوين تيار دخول محفز معالجة أولية 105. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن تسخين تيار دخول محفز معالجة أولية 105 إلى درجة حرارة العملية التي تتراوح من 350 درجة سيلزيوس (درجة مئوية) إلى 450 درجة مئوية. كما يمكن إدخال تيار دخول محفز معالجة أولية 105 وتمريه من خلال سلسلة من نطاقات التفاعل، بما في ذلك نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، نطاق التفاعل الانتقالي 108، نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110، ونطاق تفاعل تكسير بالهيدروجين 120. بينما يشتمل نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، يمكن أن يشتمل نطاق التفاعل الانتقالي 108 على محفز انتقالي، ويشتمل نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110 على محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين، ويشتمل نطاق تفاعل تكسير بالهيدروجين 120 على محفز التكسير بالهيدروجين الذي يشمل الزيوليت ذو المسام المتوسطة.
- تنطبق الأنظمة والعمليات الموصوفة على مجموعة متنوعة من تيارات تغذية النفط الثقيل (في تيار تغذية النفط الثقيل 101)، بما في ذلك الزيوت الخام، متخلفات التقير الخوائي vacuum residue، رمال القطران tar sands، البيتومين bitumen وزيوت الغاز الخوائي vacuum gas oils باستخدام عملية المعالجة الأولية للمعالجة بالهيدروجين الحفزية. على سبيل المثال، عندما يكون تيار تغذية النفط الثقيل زيت خام، يمكن أن يكون له ثقل معهد البترول الأمريكي American Petroleum Institute (API) التي تكون أكبر من أو تساوي 25 درجة، مثل من 25 درجة إلى 50 درجة، من 25 درجة إلى 30 درجة، من 30 درجة إلى 35 درجة، من 35 درجة إلى 40 درجة، من 40 درجة إلى 45 درجة، من 45 درجة إلى 50 درجة، أو أي توليفة من هذه النطاقات. على سبيل المثال، يمكن أن يكون تيار تغذية النفط الثقيل المستخدم عبارة عن زيت خام عربي ثقيل أو زيت خام عربي خفيف. وعلى سبيل المثال، يتم عرض الخواص النمطية لزيت خام عربي ثقيل في الجدول 1.
- الجدول 1أ - المواد الخام لتصدير الزيت العربي الثقيل

التحليل	الوحدات	القيمة
---------	---------	--------

27	الدرجة	ثقل معهد البترول الامريكي
0.8904	سنتيمتر مكعب لكل جرام (جم/سم ³)	الكثافة
2.83	النسبية المئوية للوزن (%بالوزن)	محتوى الكبريت
16.4	أجزاء لكل مليون بالوزن (جزء في المليون بالوزن)	النيكل
56.4	جزء في المليون بالوزن	الفاناديوم
5>	جزء في المليون بالوزن	محتوى NaCl
8.2	%بالوزن	كربون كنرادسون Conradson Carbon
7.8	%بالوزن	مركبات أسفلتية C ₅ Asphaltenes
4.2	%بالوزن	مركبات أسفلتية C ₇

الجدول 1ب - المواد الخام لتصدير الزيت العربي الخفيف

0.8595	الكثافة، جم/مل (20 درجة مئوية)
33.13	معهد البترول الأمريكي
85.29	C، %بالوزن
12.68	H، %بالوزن
19400	S، جزء في المليون بالوزن
849	N، جزء في المليون بالوزن
1.2	مركبات أسفلتية، %بالوزن
3.4	بقايا الكربون الدقيق، %بالوزن
15	V، جزء في المليون
12	النيكل، جزء في المليون
0.04	As، جزء في المليون
2>	Hg، جزء في المليون
	خواص نقطة الغليان
33 درجة مئوية/ 92 درجة مئوية	نقطة غليان أولية/ 5 %بالوزن
133 درجة مئوية / 192 درجة مئوية	10 %بالوزن/ 20 %بالوزن
251 درجة مئوية / 310 درجة مئوية	30 %بالوزن/ 40 %بالوزن
369 درجة مئوية / 432 درجة مئوية	50 %بالوزن/ 60 %بالوزن
503 درجة مئوية / 592 درجة مئوية	70 %بالوزن/ 80 %بالوزن
<720 درجة مئوية / <720 درجة مئوية	90 %بالوزن/ 95 %بالوزن

نقطة غليان نهائية	<720 درجة مئوية
حصيلة جزء ضئيل، %بالوزن	
C ₅ -180 درجة مئوية	18 %بالوزن
180-350 درجة مئوية	28.8 %بالوزن
350-540 درجة مئوية	27.4 %بالوزن
<540 درجة مئوية	25.8 %بالوزن

لا يزال بالإشارة إلى الشكل 1، يمكن إدخال تيار دخول محفز معالجة أولية 105 إلى مفاعل المعالجة الأولية 130. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل مفاعل المعالجة الأولية pretreatment reactor 130 على نطاقات مفاعلات متعددة موضوعة على التوالي (على سبيل المثال، نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، نطاق التفاعل الانتقالي 108، نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110، ونطاق تفاعل تكسير بالهيدروجين 120) ويمكن أن يشتمل كل من نطاقات التفاعل هذه على طبقة محفز. في نموذج كهذا، يشتمل مفاعل المعالجة الأولية 130 على طبقة محفز نزع المعدنة بالهيدروجين تشتمل على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين في نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، طبقة محفز انتقالي تشتمل على محفز انتقالي في نطاق التفاعل الانتقالي 108، طبقة محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين يشتمل على محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين في نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110، وطبقة محفز تكسير بالهيدروجين تشتمل على محفز تكسير بالهيدروجين في نطاق تفاعل التكسير بالهيدروجين 120.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم إدخال تيار دخول محفز المعالجة الأولية 105، الذي يشتمل على النفط الثقيل، إلى نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 وتم ملاسته بواسطة محفز نزع المعدنة بالهيدروجين. يمكن أن يُزيل التلامس بواسطة محفز نزع المعدنة بالهيدروجين مع تيار دخول محفز معالجة أولية 105 جزء على الأقل من الفلزات الموجودة في تيار دخول محفز معالجة أولية 105. وبعد التلامس مع محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، يمكن تحويل تيار دخول محفز المعالجة الأولية 105 إلى ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين. كما يمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين محتوى الفلز مختزل مقارنةً بمحتويات تيار دخول محفز معالجة أولية 105. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين على الأقل 70

٪بالوزن أقل، على الأقل 80 ٪بالوزن أقل، أو حتى على الأقل 90 ٪بالوزن أقل من الفلز كتيار دخول محفز معالجة أولية 105.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون لنطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 درجة حرارة طبقة متوسطة الوزن تتراوح من 350 درجة مئوية إلى 450 درجة مئوية، مثل من 370 درجة مئوية إلى 415 درجة مئوية، يمكن أن يكون له ضغط يتراوح من 30 بار إلى 200 بار، مثل من 90 بار إلى 110 بار. يشتمل نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، يمكن أن يملاً محفز نزع المعدنة بالهيدروجين مجمل نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106.

يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على واحد أو أكثر من الفلزات من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 5، 6، أو 8-10 من الجدول الدوري. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على الموليبدنوم. كما يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين كذلك على مادة حاملة، يمكن وضع الفلز على المادة الحاملة. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على محفز فلز الموليبدنوم molybdenum metal catalyst على مادة حاملة للألومينا alumina support (يشار إليه في بعض الأحيان باسم "محفز $\text{Mo/Al}_2\text{O}_3$ "). يجب إدراك طوال هذا الكشف أن الفلزات المتضمنة في أي من المحفزات التي تم الكشف عنها يمكن أن توجد كمركبات أو أكاسيد كبريتيد، أو حتى مركبات أخرى.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يتضمن محفز نزع المعدنة بالهيدروجين كبريتيد فلزي metal sulfide على مادة حاملة، حيث يتم اختيار الفلز من المجموعة التي تتكون من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 5، 6، و 8-10 عناصر من الجدول الدوري، وتوليفات من ذلك. ويمكن أن تكون المادة الحاملة عبارة عن جاما-ألومينا gamma-alumina أو نواتج بثق السيليكا/الألومينا silica/alumina extrudates، أجسام كروية، اسطوانات، خرزات، كريات، وتوليفات من ذلك.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على مادة حاملة للجاما-ألومينا gamma-alumina support، بمساحة سطح تتراوح من 100 م²/جرام إلى 160 م²/جرام (مثل، من 100 م²/جرام إلى 130 م²/جرام، أو من 130 م²/جرام إلى 160 م²/جرام). ويمكن وصف محفز نزع المعدنة بالهيدروجين بشكل أفضل على أن له حجم مسام كبير نسبيا، مثل

- على الأقل 0.8 سم³/جرام (على سبيل المثال، على الأقل 0.9 سم³/جرام، أو حتى على الأقل 1.0 سم³/جرام. كما يمكن أن يكون حجم المسام لمحفر نزع المعدنة بالهيدروجين ذو مسام كبيرة بشكل سائد (بمعنى، له حجم مسام أكبر من 50 نانومتر). ويمكن أن يوفر هذا قدرة كبيرة لامتصاص الفلزات على سطح محفر نزع المعدنة بالهيدروجين واختيارياً عوامل الإشابة dopants. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن اختيار عامل إشابة dopant من المجموعة التي تتكون من بورون boron، سيليكون silicon، هالوجينات halogens، فوسفوروز phosphorus، وتوليفات من ذلك.
- 5 في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفر نزع المعدنة بالهيدروجين على مايتراوح من 0.5 % بالوزن إلى 12 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدنوم (مثل من 2 % بالوزن إلى 10 % بالوزن أو من 3 % بالوزن إلى 7 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدنوم)، ومن 88 % بالوزن إلى 99.5 % بالوزن من الألومينا alumina (مثل من 90 % بالوزن إلى 98 % بالوزن أو من 93 % بالوزن إلى 97 % بالوزن من الألومينا).
- 10 دون التقييد بالنظرية، في بعض النماذج، يُعتقد أنه أثناء التفاعل في منطقة التفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، يتم لأول مرة هدرجة مركبات البورفيرين الموجودة في النفط الثقيل بواسطة المحفز باستخدام الهيدروجين لإنشاء مركب وسيط. بعد هذه الهدرجة الأولية، يتم تقليل النيكل أو الفاناديوم الموجود في مركز جزيء البورفيرين مع الهيدروجين ثم يتم اختزاله أيضاً إلى الكبريتيد المقابل باستخدام كبريتيد الهيدروجين hydrogen sulfide (H₂S). يتم ترسيب الكبريتيد الفلزي metal sulfide النهائي على المحفز وبالتالي إزالة الكبريتيد الفلزي من الزيت الخام البكر. تتم أيضاً إزالة الكبريت من مركبات عضوية تحتوي على الكبريت. يتم تنفيذ ذلك من خلال مسار مواز. يمكن أن تعتمد معدلات هذه التفاعلات الموازية على أنواع الكبريت التي تتم مراعاتها. عموماً، يتم استخدام الهيدروجين لاستخلاص الكبريت الذي يتم تحويله إلى كبريتيد الهيدروجين في هذه العملية. يظل جزء الهيدروكربون المتبقي الخالي من الكبريت sulfur-free hydrocarbon fragment في تيار الهيدروكربونات السائل liquid hydrocarbon stream.
- 15 يمكن تمرير ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين من نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 إلى نطاق التفاعل الانتقالي transition reaction zone 108 حيث تتم ملاسته بواسطة المحفز الانتقالي. ويمكن أن يُزيل التلامس بواسطة المحفز الانتقالي مع ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين جزء على الأقل من الفلزات الموجودة في تيار ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين
- 20
- 25

وكذلك يمكن أن يُزيل جزء على الأقل من النيتروجين الموجود في تيار ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين. وبعد التلامس مع المحفز الانتقالي، يتم تحويل ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين إلى ناتج تدفق تفاعل انتقالي. ويمكن أن يكون لناتج تدفق التفاعل الانتقالي من محتوى الفلز مختزل ومحتوى نيتروجين مقارنةً بناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لناتج تدفق التفاعل الانتقالي على الأقل 1 % بالوزن أقل، على الأقل 3 % بالوزن أقل، أو حتى على الأقل 5 % بالوزن أقل من محتوى الفلز كناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين. بصورة إضافية، يمكن أن يكون لناتج تدفق التفاعل الانتقالي على الأقل 10 % بالوزن أقل، على الأقل 15 % بالوزن أقل، أو حتى على الأقل 20 % بالوزن أقل النيتروجين كناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين.

10 وفقا للنماذج، يكون لنطاق التفاعل الانتقالي 108 درجة حرارة طبقة متوسطة الوزن تتراوح من حوالي 370 درجة مئوية إلى 410 درجة مئوية. ويمكن أن يشتمل نطاق التفاعل الانتقالي 108 على المحفز الانتقالي، يمكن أن يملأ المحفز الانتقالي مجمل نطاق التفاعل الانتقالي 108.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن تشغيل نطاق التفاعل الانتقالي 108 لإزالة كمية المكونات الفلزية وكمية مكونات الكبريت من تيار ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين. ويمكن أن يشتمل المحفز الانتقالي على مادة حاملة أساسها الألومينا في صورة نواتج بثق.

15 في واحد أو أكثر من النماذج، يشتمل المحفز الانتقالي على فلز واحد من مجموعة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 6 وفلز واحد من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 8-10. وتتضمن مجموعة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية التوضيحية التي بها 6 فلزات الموليبدنوم والتنجستين. بينما تتضمن مجموعة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية التوضيحية التي بها 8-10 فلزات النيكل والكوبالت. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل المحفز الانتقالي على

20 موليبدنوم والنيكل على مادة حاملة للتيتانيا (يشار إليه في بعض الأحيان باسم "محفز موليبدنوم-النيكل/ Al_2O_3 "). ويمكن أن يحتوي المحفز الانتقالي أيضا على عامل إشابة منتقى من المجموعة التي تتكون من بورون boron، فوسفوروز phosphorus، هالوجينات halogens، سيليكون silicon، وتوليفات من ذلك. ويكون للمحفز الانتقالي مساحة سطح تتراوح 140 م²/جرام إلى 200 م²/جرام (مثل من 140 م²/جرام إلى 170 م²/جرام أو من 170 م²/جرام إلى 200 م²/جرام). ويكون للمحفز الانتقالي حجم مسام وسط يتراوح من 0.5 سم³/جرام إلى 0.7 سم³/جرام (مثل 0.6 سم³/جرام). يمكن

أن يشتمل المحفز الانتقالي بصفة عامة على بنية ذات مسام متوسطة لها أحجام مسام في النطاق الذي يتراوح من 12 نانومتر إلى 50 نانومتر. وتوفر هذه الخواص نشاط متوازن في نزع المعدنة بالهيدروجين ونزع الكبريت بالهيدروجين.

5 في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل المحفز الانتقالي على من 10 % بالوزن إلى 18 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدنوم (مثل من 11 % بالوزن إلى 17 % بالوزن أو من 12 % بالوزن إلى 16 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدنوم)، من 1 % بالوزن إلى 7 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل (مثل من 2 % بالوزن إلى 6 % بالوزن أو من 3 % بالوزن إلى 5 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل)، ومن 75 % بالوزن إلى 89 % بالوزن من الألومينا (مثل من 77 % بالوزن إلى 87 % بالوزن أو من 79 % بالوزن إلى 85 % بالوزن من الألومينا).

10 يمكن أن يمر ناتج تدفق التفاعل الانتقالي من نطاق التفاعل الانتقالي 108 إلى نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110 حيث تتم ملاسته بواسطة محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين. كما يمكن أن يُزيل التلامس بواسطة محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين مع ناتج تدفق التفاعل الانتقالي جزء على الأقل من الكبريت والنيتروجين الموجود في تيار ناتج تدفق التفاعل الانتقالي. على سبيل المثال، يكون لمحفز نزع النيتروجين بالهيدروجين وظيفية نزع النيتروجين بالهيدروجين ونزع الكبريت بالهيدروجين. وبعد التلامس مع محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين، يمكن تحويل ناتج تدفق التفاعل الانتقالي إلى ناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين. ويمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين محتوى الفلز مختزل ومحتوى نيتروجين مقارنةً بناتج تدفق التفاعل الانتقالي. على سبيل المثال، ويمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين اختزال محتوى النيتروجين يبلغ على الأقل 80 % بالوزن، على الأقل 85 % بالوزن، أو حتى على الأقل 90 % بالوزن نسبة إلى ناتج تدفق التفاعل الانتقالي. في نموذج آخر، ويمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين اختزال محتوى عطريات يبلغ على الأقل 25 % بالوزن، على الأقل 30 % بالوزن، أو حتى على الأقل 40 % بالوزن نسبة إلى ناتج تدفق التفاعل الانتقالي. 25

وفقا للنماذج، يكون لنطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110 درجة حرارة طبقة متوسطة الوزن تتراوح من 370 درجة مئوية إلى 410 درجة مئوية. ويشتمل نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110 على محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين، ويمكن أن يملأ محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين مجمل نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110.

5 في واحد أو أكثر من النماذج، يتضمن محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين أكسيد فلز أو كبريتيد على مادة حاملة، حيث يتم اختيار الفلز من المجموعة التي تتكون من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 5، 6، و 8-10 من الجدول الدوري، وتوليفات من ذلك. ويمكن أن تتضمن المادة الحاملة جاما-ألومينا، ألومينا متوسطة المسام meso-porous alumina، سيليكات، أو كلاهما، في صورة نواتج بثق extrudates، أجسام كروية، اسطوانات وكريات.

10 وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يحتوي محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين على مادة حاملة أساسها جاما ألومينا لها مساحة سطح تتراوح 180 م²/جرام إلى 240 م²/جرام (مثل من 180 م²/جرام إلى 210 م²/جرام، أو من 210 م²/جرام إلى 240 م²/جرام). وتسمح مساحة السطح الكبيرة نسبيا هذه لمحفز نزع النيتروجين بالهيدروجين لحجم مسام أصغر (على سبيل المثال، أقل من 1.0 سم³/جرام، أقل من 0.95 سم³/جرام، أو حتى أقل من 0.9 سم³/جرام). في واحد أو أكثر من النماذج، يحتوي محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين على فلز واحد على الأقل من مجموعة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 6، مثل الموليبدنوم وفلز واحد على الأقل من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 8-10، مثل النيكل. ويمكن أن يتضمن محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين أيضا عامل إشابة واحد على الأقل منتقى من المجموعة التي تتكون من بورون، فوسفوروز، سيليكون، هالوجينات، وتوليفات من ذلك. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن استخدام الكوبالت لزيادة نزع الكبريت من محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين. في واحد أو أكثر من النماذج، يكون لمحفز نزع النيتروجين بالهيدروجين حمولة فلزات أعلى للطور النشط مقارنةً بمحفز نزع المعدنة بالهيدروجين. ويمكن أن تتسبب حمولة الفلزات الزائدة هذه في نشاط حفزي زائد. في واحد أو أكثر من النماذج، يشتمل محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين على النيكل والموليبدنوم، ويكون له نسبة مولية من النيكل إلى الموليبدنوم (Ni/(Ni+Mo)) تتراوح من 0.1 إلى 0.3 (مثل من 0.1 إلى 0.2 أو من 0.2 إلى 0.3). في أحد النماذج التي تتضمن الكوبالت، يمكن أن تكون النسبة المولية لـ (Co+Ni)/موليبدنوم 0.3. في النطاق الذي يتراوح من 0.25 إلى 0.85 (مثل من 0.25 إلى 0.5 أو من 0.5 إلى 0.85).

- وفقا للنماذج الموصوفة، يمكن إنتاج محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين بواسطة خلط مادة حاملة، مثل الألومينا، مع مادة الربط، مثل الألومينا المعالجة بحمض الببتيد. ويمكن إضافة الماء أو مذيب آخر إلى خليط من مادة حاملة ومادة الربط لتكوين طور يمكن بثقه، يتم بثقه بعد ذلك في شكل مرغوب. كما يمكن تجفيف ناتج البثق عند درجة حرارة مرتفعة (مثلا أعلى من 100 درجة مئوية، مثل 110 درجة مئوية) ويتم تحميصه بعد ذلك عند درجة حرارة مناسبة (مثلا عند درجة حرارة تبلغ 5
- على الأقل 400 درجة مئوية، على الأقل 450 درجة مئوية، مثل 500 درجة مئوية). يمكن تشريب نواتج البثق المحمصة بمحلول مائي يحتوي على مواد منتجة للمحفز، مثل مواد منتجة تتضمن موليبدينوم، النيكل، أو توليفات من ذلك. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي المحلول المائي على هبتان موليبدات الأمونيوم ammonium heptanmolybdate، نترات النيكل nickel nitrate، وحمض فوسفوريك phosphoric acid لتكوين محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين يشتمل على مركبات تشتمل 10
- على الموليبدينوم، النيكل، والفوسفور.
- وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين على من 10
- % بالوزن إلى 18 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينوم (مثل من 13 % بالوزن إلى 17 % بالوزن أو من 14 % بالوزن إلى 16 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينوم)، من 2 % بالوزن إلى 8
- 15 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل (مثل من 3 % بالوزن إلى 7 % بالوزن أو من 4 % بالوزن إلى 6 % بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل)، ومن 74 % بالوزن إلى 88 % بالوزن من الألومينا (مثل من 76 % بالوزن إلى 84 % بالوزن أو من 78 % بالوزن إلى 82 % بالوزن من الألومينا).
- بطريقة مماثلة لمحفز نزع المعدنة بالهيدروجين، ومرة أخرى بعدم قصد الالتزام بأية نظرية، يُعتقد أن إزالة النيتروجين بالهيدروجين وإزالة المركبات العطرية بالهيدروجين يمكن أن تعمل من خلال آليات 20
- التفاعل ذات الصلة. كلاهما ينطوي على درجة معينة من الهدرجة. بالنسبة لإزالة النيتروجين بالهدرجة، تكون مركبات النيتروجين العضوي عادةً في صورة بنى حلقية غير متجانسة، حيث تكون الذرة غير المتجانسة عبارة عن نيتروجين. يمكن أن تكون هذه البنى الحلقية غير المتجانسة مشبعة قبل إزالة الذرة غير المتجانسة من النيتروجين. وبالمثل، تشتمل إزالة المركبات العطرية بالهيدروجين على تشبع الحلقات العطرية. يمكن أن يحدث كل من هذه التفاعلات بكمية مختلفة على كل نوع من أنواع المحفز حيث تكون المحفزات انتقائية لتفضيل نوع واحد من التحويل على الآخر وعندما تتنافس 25
- عمليات النقل.

- لا يزال مع الإشارة إلى الشكل 1، يمكن تمرير ناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين من نطاق التفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين 110 إلى نطاق تفاعل التكسير بالهيدروجين 120 حيث تتم ملامسته بواسطة محفز التكسير بالهيدروجين، الموصوف أعلاه. حيث يمكن أن يؤدي التلامس بواسطة محفز التكسير بالهيدروجين مع ناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين إلى تقليل المحتوى العطري الموجود في ناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين. وبعد التلامس مع محفز التكسير بالهيدروجين، يتم تحويل ناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين إلى تيار ناتج تدفق تفاعل محفز معالجة أولية 109. يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 محتوى مواد عطرية منخفض مقارنةً بناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 على الأقل 50 % بالوزن أقل، على الأقل 60 % بالوزن أقل، أو حتى على الأقل 80 % بالوزن أقل من محتوى مواد عطرية كناتج تدفق تفاعل نزع النيتروجين بالهيدروجين.
- وفقا لواحد أو أكثر من النماذج الموصوفة، يمكن أن تبلغ النسبة الحجمية لمحفز نزع المعدنة بالهيدروجين : محفز انتقالي : محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين : محفز تكسير بالهيدروجين 20-5 : 30-5 : 30-70 : 5-30 (مثل نسبة حجمية تبلغ 5-15 : 5-15 : 50-60 : 15-20، أو تقريبا 10 : 10 : 60 : 20). كما يمكن أن تعتمد نسبة المحفزات على الأقل جزئيا على محتوى الفلز في خام تغذية المعالج.
- لا يزال مع الإشارة إلى الشكل 1، يمكن أن يدخل تيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 وحدة فصل 112 ويمكن فصله إلى تيار مكون غاز معالجة معاد تدويره 113 وتيار منتج سائل وسيط 115. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أيضا تنقية تيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 لإزالة كبريتيد الهيدروجين وغازات المعالجة الأخرى لزيادة نقاء الهيدروجين الذي يتم تدويره في تيار مكون غاز معالجة معاد تدويره 113. يمكن تكثيف الهيدروجين المستهلك في العملية لإضافة هيدروجين نقي من تيار تغذية بالهيدروجين 114، والذي يمكن اشتقاقه من وسيلة تحسين بخار أو نافثا أو مصدر آخر. بينما يمكن دمج تيار مكون غاز معالجة معاد تدويره 113 وتيار التغذية بالهيدروجين المكون النقي 114 لتكوين تيار الهيدروجين 104. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن ومض تيار منتج سائل وسيط 115 من العملية في وعاء ومض flash vessel 116 لفصل تيار جزء الهيدروجين الخفيف light hydrocarbon fraction stream 117 و تيار منتج سائل نهائي

للمعالجة الأولية 118؛ مع ذلك، يجب إدراك أن خطوة الومض هذه اختيارية. في واحد أو أكثر من النماذج، يعمل تيار جزء الهيدروجين الخفيف 117 كدورة ويتم خلطه مع تيار مادة مخففة من هيدروكربون خفيف light hydrocarbon diluent stream نقي 102 لتكوين تيار مادة مخففة من هيدروكربون خفيف 103. ويمكن استخدام تيار المادة المخففة من الهيدروكربون الخفيف النقي 102 لتوفير مادة مخففة مكونة للمعالجة حسب الحاجة من أجل المساعدة في الاختزال الإضافي لتنشيط واحدة أو أكثر من المحفزات في مفاعل المعالجة الأولية 130.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يحتوي واحد أو أكثر من تيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109، وتيار منتج السائل الوسيط 115، وتيار منتج سائل نهائي للمعالجة الأولية 118 على محتوى عطري مختزل مقارنة بتيار تغذية النفط الثقيل 101. بصورة إضافية، في النماذج، يمكن أن يحتوي واحد أو أكثر من تيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109، وتيار منتج السائل الوسيط 115، وتيار منتج سائل نهائي للمعالجة الأولية 118 على كبريت، أو فلز، أو مركبات أسفلتية، أو كربون كنادسون، أو محتوى نيتروجين، مختزل بصورة جوهريّة أو توليفات من ذلك، وكذلك معهد البترول الأمريكي زائد وديزل زائد ونواتج تقطير فراغي مقارنة بتيار تغذية النفط الثقيل 101.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 اختزال يبلغ على الأقل حوالي 80 ٪ بالوزن، اختزال يبلغ على الأقل 90 ٪ بالوزن، أو حتى اختزال يبلغ على الأقل 95 ٪ بالوزن من النيتروجين نسبة إلى تيار تغذية النفط الثقيل 101. وفقا لنموذج آخر، يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 اختزال يبلغ على الأقل حوالي 85 ٪ بالوزن، اختزال يبلغ على الأقل 90 ٪ بالوزن، أو حتى اختزال يبلغ على الأقل 99 ٪ بالوزن من الكبريت نسبة إلى تيار تغذية النفط الثقيل 101. وفقا لنموذج آخر، يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 اختزال يبلغ على الأقل حوالي 70 ٪ بالوزن، اختزال يبلغ على الأقل 80 ٪ بالوزن، أو حتى اختزال يبلغ على الأقل 85 ٪ بالوزن من محتوى عطري نسبة إلى تيار تغذية النفط الثقيل 101. وفقا لنموذج آخر، يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 اختزال يبلغ على الأقل حوالي 80 ٪ بالوزن، اختزال يبلغ على الأقل 90 ٪ بالوزن، أو حتى اختزال يبلغ على الأقل 99 ٪ بالوزن من الفلز نسبة إلى تيار تغذية النفط الثقيل 101.

- لا يزال مع الإشارة إلى الشكل 1، في النماذج المختلفة، يمكن أن يكون واحد أو أكثر من تيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109، تيار منتج السائل الوسيط 115، وتيار منتج سائل نهائي للمعالجة الأولية 118 مناسب للاستخدام كتيار وقود ذو كفاءة محسنة 203 من عملية تكرير على النحو المبين في الشكل 2، كما هو موصوف لاحقاً في هذا الكشف. على النحو المستخدم في هذا الكشف، يمكن الإشارة إلى واحد أو أكثر من تيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109، تيار منتج السائل الوسيط 115، وتيار منتج سائل نهائي للمعالجة الأولية 118 باسم "وقود ذو كفاءة محسنة" والذي يمكن معالجته بعد ذلك بواسطة التكرير كما هو موصوف بالإشارة إلى الشكل 2.
- بالإشارة الآن إلى الشكل 2، يتم تصوير نظام تكسير وفصل البخار. ويمكن تمرير تيار الوقود ذو الكفاءة المحسنة 203 إلى وحدة وسيلة تكسير البخار 248 steam cracker unit. حيث يمكن أن تتضمن وحدة وسيلة التكسير البخار 248 نطاق حمل 250 ونطاق تحلل بالحرارة 251. يمكن تمرير تيار الوقود الجزئي fuel fraction stream ذو نقطة الغليان الأقل 203 في نطاق الحمل 250 إلى جانب البخار 205. في نطاق الحمل 250، يمكن التسخين المسبق لتيار الوقود ذو الكفاءة المحسنة 203 إلى درجة حرارة مرغوبة، مثل من 400 درجة مئوية إلى 650 درجة مئوية. كما يمكن تمرير محتويات تيار الوقود ذو الكفاءة المحسنة 203 الموجودة في نطاق الحمل 250 بعد ذلك إلى نطاق التحلل بالحرارة 251 حيث يتم تكسيه البخار. ويمكن أن يخرج تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه البخار 207 من وحدة وسيلة التكسير البخار 248 ويمكن تمريره من خلال مبادل حراري 208 حيث يقوم مائع المعالجة 209، مثل الماء أو زيت وقود التحلل بالحرارة، بتبريد تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه البخار 207 لتكوين تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه البخار البارد 210.
- يمكن أن يتضمن تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه البخار 207 وتيار ناتج تدفق تم تكسيه البخار بارد 210 خليط من مواد أساسها هيدروكربون تم تكسيه والذي يمكن فصله إلى واحد أو أكثر من المنتجات البتروكيميائية المتضمنة في واحد أو أكثر من تيارات منتج النظام. على سبيل المثال، يمكن أن يتضمن تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه البخار 207 وتيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه البخار البارد 210 واحد أو أكثر من زيت وقود fuel oil، جازولين gasoline، بيوتينات مختلطة mixed butenes، بيوتاديين butadiene، بروبين propene، إيثيلين ethylene، ميثان methane، وهيدروجين، والذي يمكن خلطه كذلك مع بالماء من تكسير التيار.

وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يعمل نطاق التحلل بالحرارة 251 عند درجة حرارة تبلغ من 700 درجة مئوية إلى 900 درجة مئوية. يمكن أن يعمل نطاق التحلل بالحرارة 251 بزمناً إقامة يتراوح من 0.05 ثانية إلى 2 ثانية. بينما يمكن أن تتراوح نسبة كتلة البخار 205 إلى تيار وقود fuel stream ذو كفاءة محسنة 203 من حوالي 0.3: 1 إلى حوالي 2: 1.

5 يمكن فصل تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه بالبخار البارد 210 بواسطة وحدة فصل 211 إلى تيارات منتج النظام. على سبيل المثال، يمكن أن تكون وحدة الفصل 211 عبارة عن عمود تقطير distillation column يفصل محتويات تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيه بالبخار البارد 210 إلى واحدة أو أكثر من تيار زيت وقود 212 fuel oil stream، تيار جازولين gasoline stream 213، تيار بيوتينات مختلطة 214 mixed butenes stream، تيار بيوتاديين 215 butadiene stream، تيار بروبين 216 propene stream، تيار إيثيلين 217 ethylene stream، تيار ميثان methane 218 stream، وتيار هيدروجين 219. على النحو المستخدم في هذا الكشف، يمكن الإشارة إلى تيارات منتج النظام (مثل تيار زيت الوقود 212، وتيار البنزين 213، وتيار بيوتينات المختلطة 214، وتيار البيوتاديين 215، وتيار البروبين 216، وتيار الإيثيلين 217، وتيار الميثان 218) باسم منتجات النظام، تستخدم في بعض الأحيان كتيارات تغذية في المعالجة الكيميائية اللاحقة.

15 وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون على الأقل حوالي 5% بالوزن، 10% بالوزن، أو حتى 15% بالوزن من تيار الوقود الذي تم تحسين كفاءته 203 له نقطة غليان تبلغ 540°م أو أكثر. في الأنظمة التقليدية، مثل تلك التي لا تشتمل على محفز تكسير بالهيدروجين يشتمل على الزيوليت Y متوسط المسام الموصوف حالياً، يمكن أن تقتضي الحاجة رفض هذا الكسر 540°م وأكثر من عملية التكسير بالبخار الموضحة في الشكل 2 بسبب تكوين فحم الكوك المفرط وعدم التشغيل السلس للتكسير بالبخار. ومع ذلك، مع استخدام محفز التكسير بالهيدروجين الموصوف حالياً والذي يشتمل على الزيوليت Y متوسط المسام الموصوف حالياً، يمكن تقليل هذا الجزء 540°م وأكثر بالنسبة الوزنية في تيار الوقود الذي تم تحسين كفاءته 203. وحيث يتم تقليل الجزء 540°م وأكثر، يكون التكسير بالبخار أكثر فعالية. بدون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن حجم الجسم الصغير نسبياً ووجود المسام المتوسطة في الزيوليت Y الموصوف حالياً والمدرج في محفز التكسير بالهيدروجين يمكن أن يساهم في تحويل أفضل (على سبيل المثال، خفض المركبات العطرية) للجزء 540°م + في تيار تغذية النفط الثقيل 101 لأن هذه الجزيئات الكبيرة نسبياً (أي الوحدات البنائية 540 درجة مئوية

وأكثر) يمكنها الوصول إلى المواقع النشطة، وبالتالي يمكن تحويلها إلى أجزاء خفيفة، والتي يتم تحويلها بسهولة أكبر بواسطة التكسير بالبخار، وبالتالي إنتاج المزيد من الأوليفينات الخفيفة.

الأمثلة

سيتم توضيح النماذج المختلفة للطرق الخاصة بإنتاج زيوليت ذو مسام متوسطة Y بصورة إضافية بواسطة الأمثلة التالية. وتكون الأمثلة موضحة بطبيعتها، ولا يجب فهمها على أنها تحد من موضوع البحث الخاص بالكشف الحالي.

- المثال 1 - تخليق الزيوليت ذو المسام المتوسطة Y الذي تم الكشف عنه حالياً
- كان زيوليت NaY عبارة عن NH_4^+ متبادل الأيون مع نترات الأمونيوم (عند 90 درجة مئوية لمدة 1 ساعة) لإنتاج زيوليت NH_4NaY (حيث بلغ محتوى الصوديوم 2-4 % بالوزن). وتمت إضافة ماء منزوع الأيون إلى الزيوليت NH_4NaY وتسخينه إلى 80-90 درجة مئوية. في ظل التقليب، تمت إضافة محلول مائي من هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم قطرة قطرة في 1-3 ساعات إلى الزيوليت NH_4NaY في الماء منزوع الأيون لتكوين ملاط. وتم الحفاظ على هذا الملاط عند 80-95 درجة مئوية لمدة 1-2 ساعة. تم بعد ذلك صفق الملاط. تم غسل الزيوليت العلوي مرتين بماء منزوع الأيون. وكان القالب بعد الصفق عبارة عن NH_4^+ متبادل الأيون مع نترات الأمونيوم (عند 90 درجة مئوية لمدة 1 ساعة). كما تمت معالجة هذا القالب المتبادل أيونياً بعد ذلك اختياريًا بواسطة معالجة حرارية مائية تحت 500-600 درجة مئوية، 0.1-0.3 ميغا باسكال ضغط بخار لمدة 1-3 ساعات. وتمت إضافة هيدروكسيد الصوديوم وبروميد ستريمونيوم Cetrimonium bromide (CTAB) إلى القالب المتبادل أيونياً وتمت معالجته بصورة حرارية مائية اختياريًا، حيث بلغت النسبة الوزنية لبروميد ستريمونيوم/زيوليت 0.1-1.5. وكان تركيز هيدروكسيد الصوديوم في النطاق الذي يتراوح من 0.05-2 مولار. وتم تقليب هذا الخليط عند درجة حرارة الغرفة لمدة 4 إلى 24 ساعة. بعد التقليب، تم نقل هذا الخليط إلى فرن تعقيم وإبقائه عند 100-150 درجة مئوية لمدة 1-5 أيام. بعد التعقيم الموحد، تم فصل الخليط وغسله بماء نقي ثلاث مرات، وتجفيفه عند 100 درجة مئوية طوال الليل، وتحميمه عند 500-600 درجة مئوية لمدة 3-6 ساعات. لدراسة تأثير محاليل التفاعل المختلفة على معالجة المحلول هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم، تم تخليق الزيوليت ذو المسام المتوسطة Y أيضاً تحت محلول مائي نترات الأمونيوم ومحلول مائي NH_4Cl ، على الترتيب.

المثال 2 - تمييز الزيوليت ذو المسام المتوسطة Y الذي تم الكشف عنه حالياً

تم تخليق الزيوليت Y متوسط المسام كما تم وصفه في المثال 1، ودراسته في المختبر. تتميز الخصائص الرئيسية للزيوليت ببي إي تي BET، حيود الأشعة السينية، وما إلى ذلك. توفر الجداول 2، 3، 4، 4 ب و 5 معلومات تتعلق بمركبات زيوليت مختلفة متكونة من ظروف تفاعل مختلفة وتغيرات تركيبية.

5 يتم توضيح تأثير معالجة أوساط المحلول (H_2O ، NH_4Cl ، أو نترات الأمونيوم) على هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم في الجدول 2. تشير أوساط المحلول إلى الأوساط التي يوجد فيها الزيوليت عند تلامسه مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم، بما في ذلك أي أوساط مقترنة مع الزيوليت قبل التلامس مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم أو أية أوساط مختلطة مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم عند إضافته إلى الزيوليت. تشير قائمة العمود " NH_4NaY " إلى خصائص الزيوليت قبل التلامس مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم.

الجدول 2

	نترات $\text{H}_2\text{O}+$ الأمونيوم	H_2O	NH_4NaY	
$\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$				
1.2	0.73	0.09	3.7	Na_2O ، %بالوزن
10.4	10.5	11.9	5.1	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ، نسبة مولية
24.47	24.47	24.50	24.67	وحدة خلية Cell unit، أنجستروم
85	83	87	100	درجة التبلر النسبية، %

15 من النتائج الموضحة في الجدول 2، يمكن ملاحظة أن الخصائص الرئيسية للمنتج من استخدام الماء منزوع الأيونات فقط حيث يمكن أن يكون الوسط مرغوب أكثر من تلك الموجودة في أوساط NH_4Cl ونترات الأمونيوم، بصفة خاصة محتوى الصوديوم المنخفض في المنتج. يكون التبلر أيضاً أكبر لاستخدام H_2O .

في ظل ظروف محددة، تم تحضير الزيوليت Y فائق الثبات ذو الخواص المبينة في الجدول 3. تحديداً، تم خلط 100 جرام من زيوليت NH_4NaY (Na_2O : 2.8 %بالوزن) و 1000 مل من ماء

منزوع الأيون وتسخينه إلى 80–90 درجة مئوية. في ظل التقليب، تمت إضافة 0.8 مولار من محلول مائي من هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم (400 مل) قطرة قطرة في 3 ساعات. وتم الحفاظ على الملاط عند 90–95 درجة مئوية لمدة ساعتين. تم بعد ذلك صفق الملاط. تم غسل الزيوليت العلوي مرتين بماء منزوع الأيون، وتم تجفيفه بعد ذلك عند 110 درجة مئوية طوال الليل، وتحميصه عند 550 درجة مئوية لمدة 4 ساعات.

5

الجدول 3

0.04	2.5	Na ₂ O، %بالوزن
10.2	5.3	النسبة المولية لـ Al ₂ O ₃ /SiO ₂
24.52	24.67	وحدة خلية، أنجستروم
102	100	درجة التبلر النسبية، %

المثال 3 - تصنيع وتمييز زيوليت Y باستخدام وبدون استخدام معالجة حرارية مائية بصورة إضافية، تم إجراء التجارب لقياس الخواص المختلفة للزيوليت Y المصنع لدراسة تأثير معالجة حرارية مائية أثناء تصنيع زيوليت ذو مسام متوسطة. قبل معالجة هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم، تمت معالجة زيوليت Y المتبادل NH₄⁺ بصورة حرارية مائية تحت 550 درجة مئوية و 0.1 ميجا باسكال من ضغط البخار المولد ذاتيا لمدة 1 ساعة في بعض العينات، كما هو مبين في الجدول 4. وكانت العينة 1 عبارة عن زيوليت Y متبادل NH₄⁺ متوفر تجاريا (CBV-100) متوفر من Zeolyst International). وكانت العينة 2 ممثلة للعينة 1 بمعالجة حرارية مائية إضافية كما هو موصوف. بينما تمثل العينات 3 و 4 مركبات الزيوليت من العينات 1 و 2 بعد معالجة هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم، على الترتيب. بصورة إضافية، يتم تلخيص الظروف ونتائج المقارنة بين العينات المختلفة في الجدول 4.

10

15

الجدول 4

اسم العينة	العينة 1	العينة 2	العينة 3	العينة 4
الزيوليت البادئ وعملية المعالجة	NH ₄ ⁺ CBV-100 متبادل	العينة 1 + معالجة	العينة 1 + معالجة هكسا فلورو	العينة 2 + معالجة هكسا فلورو

سيليكا الأمونيوم	سيليكا الأمونيوم	حرارية مائية		
2.5	2.5		2.5	النسبة المولية لـ Si/ألومونيوم للزبوليت البادئ
20	20	25	60	وزن الزبوليت البادئ (قاعدة جافة)، جرام
1.6	1.6			النسبة الكتلية لهكسا فلورو سيليكا الأمونيوم/زبوليت
0.8 مولار هكسا فلورو سيليكا الأمونيوم	0.8 مولار هكسا فلورو سيليكا الأمونيوم		2 مولار نترات الأمونيوم	عامل المعالجة والتركيز،
200	200		600	حجم المحلول، مل
				ظروف المعالجة
90	90	550	90	درجة حرارة، درجة سيليلوز
2	2	1	1	الزمن، ساعة
		0.1 ميغا باسكال		الضغط، ميغا باسكال
73	102	89	100	درجة تبلر الزبوليت، %
16.3	11.0	5.2	5.2	نسبة مولية Al_2O_3/SiO_2
0.05	0.07	2.8	2.8	Na_2O ، %بالوزن

ثم، تمت معالجة 10 جرام (قاعدة جافة) من العينة 3 والعينة 4، على الترتيب، باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم القاعدي وبروميد ستريمونيوم. تمت إضافة كل من العينات 3 و 4 إلى 50 مل من 0,1 مولار من محلول هيدروكسيد الصوديوم مائي، وتم تقلبيه عند 60 درجة مئوية لمدة 4

ساعات. في هذه الأثناء، في كوب آخر، تم خلط 2,5 جرام من بروميد ستريموونيوم مع 50 مل من الماء منزوع الأيونات، تم تقلبيه بشدة في درجة حرارة الغرفة لمدة 4 ساعات. ثم تمت إضافة بروميد ستريموونيوم في صورة محلول على قطرات في ملاط الزيوليت، ثم تقلبيه في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة. ثم يتم نقل الخليط إلى أتوكلاف مبطن بالتفلون، ويتم معالجته في فرن عند 120 درجة مئوية لمدة 48 ساعة. بعد ذلك، تم ترشيح المنتج الصلب وغسله ثلاث مرات، وتجفيفه عند 120 درجة مئوية طوال الليل، وتحميصه بعد ذلك عند 600 درجة مئوية لمدة 4 ساعات (تدرج: 2 درجة مئوية/دقيقة). كما هو مبين في الجدول 4ب، الزيوليت من العينة 3 بعد المعالجة بواسطة قاعدة وبروميد ستريموونيوم يمثل العينة 5 والزيوليت من العينة 4 بعد المعالجة بواسطة قاعدة وبروميد ستريموونيوم يمثل العينة 6.

10 الجدول 4ب

اسم العينة	العينة 5	العينة 6
الزيوليت البادئ وعملية المعالجة	العينة 3 + قاعدة + بروميد ستريموونيوم	العينة 4 + قاعدة + بروميد ستريموونيوم
مساحة سطح، م ² /جرام	896	803
حجم المسام، جرام/مل	0.74	0.96
متوسط أحجام مسام، نانومتر	4.6	8.2
نسبة مسام متوسطة في إجمالي المسام، %	54	75

المثال 4 -تصنيع واختبار المحفز

لمقارنة أداء التفاعل للمحفزات التي تم تحضيرها من الزيوليت ذي المسام المتوسطة الذي تم الكشف عنه حالياً وتلك التي تحضيرها من زيوليت متوفر تجارياً، تم تخليق محفزين.

لتصنيع المحفز الذي تضمن زيوليت Y الذي تم الكشف عنه حالياً، تمت إضافة 22,5 جرام من MoO_3 ، 29.2 جرام $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ، 15.5 جرام الألومينا (Puralox HP 14/150 من Sasol، حجم المسام: 0.9 جرام/مل)، و 70 جرام من الزيوليت ذي المسام المتوسطة من العينة 5 وفقاً للمثال 3 إلى ملاط، وخلطها بانتظام، وبعد ذلك تمت إضافة 140.3 جرام من مادة الربط المصنوعة من الألومينا المعالجة بحمض الببتيد (ألومينا Catapal من Sasol، حجم المسام: 0.5 جرام/مل، IOL:

80٪ بالوزن) وخلطها بانتظام. كما تمت إضافة كمية مناسبة من الماء لتكوين عجينة كانت مناسبة للبتق في وسيلة بثق. وتم تجفيف ناتج البثق عند 120 درجة مئوية طوال الليل وتحميصه عند 500 درجة مئوية لمدة 4 ساعات (تدرج: 2 درجة مئوية/دقيقة). وبلغت تركيبة المحفز النهائية 15 ٪ بالوزن من MoO_3 ، 5 ٪ بالوزن من NiO ، 50٪ بالوزن من الزيوليت، و 30 ٪ بالوزن من Al_2O_3 . كما تتم الإشارة إلى هذا المحفز باسم المحفز A في الجدول 5.

تم تصنيع المحفز مع زيوليت متوفر تجارياً CBV-760 (Zeolyst International) بواسطة إضافة 22,5 جرام من MoO_3 ، 29.2 جرام $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ، 15.5 جرام الألومينا (Puralox HP 14/150) من Sasol، حجم المسام: 0.9 جرام/مل)، و 68 جرام من CBV-600 إلى ملاط والخلط بانتظام. إلى هذا خليط، تمت إضافة 140.3 جرام من مادة الربط المصنوعة من الألومينا المعالجة بحمض الببتيد (Capapal الألومينا من Sasol، حجم المسام: 0.5 جرام/مل، IOL: 80٪ بالوزن) وخلطها بانتظام.

كما تمت إضافة كمية مناسبة من الماء لتكوين عجينة كانت مناسبة للبتق في وسيلة بثق. وتم تجفيف ناتج البثق عند 120 درجة مئوية طوال الليل وتحميصه عند 500 درجة مئوية لمدة 4 ساعات (تدرج: 2 درجة مئوية/دقيقة). وبلغت تركيبة المحفز النهائية 15 ٪ بالوزن من MoO_3 ، 5 ٪ بالوزن من NiO ، 50٪ بالوزن من الزيوليت التجاري، و 30 ٪ بالوزن من Al_2O_3 . كما تتم الإشارة إلى هذا المحفز باسم المحفز المقارن في الجدول 5.

تم إجراء اختبارات محطة تجريبية رائدة مع اثنين من المحفزات تحت درجة حرارة تبلغ 390 درجة مئوية، وضغط هيدروجين يبلغ 150 بار، والسرعة الفراغية في الساعة للسائل 0,2 ساعة⁻¹، ونسبة حجمية للهيدروجين إلى الزيت 1200:1. كان خام التغذية عبارة عن زيت خام عربي خفيف تمت معالجته بالهيدروجين باستخدام نظام محفز نزع المعدنة بالهيدروجين / معاملة / نزع النيتروجين بالهيدروجين. يتم تلخيص خصائص تيار التغذية ونتائج الاختبار في الجدول 5. وتوضح النتائج أنه مع المحفز الذي يشتمل على الزيوليت الموصوف حالياً كمحفز للتكسير بالهيدروجين، يمكن تحويل المادة المتبقية 540 م + بالكامل، ويكون المنتج السائل عبارة عن خام تغذية جيد للتكسير بالبخار.

الجدول 5

محفز تكسير بالحيدروجين	خام تغذية	المحفز A	المحفز المقارن
خواص المنتج			

الكثافة	0.8306	0.771	0.7988
S، جزء في المليون بالوزن	73	230	287.0
N، جزء في المليون بالوزن	5	5>	3.0
حصول المنتج، % بالوزن FF			
C ₁	0.3	0.4	0.39
C ₂	0.3	0.6	0.48
C ₃	0.4	2.1	1.15
nC ₄	0.1	3.8	1.34
iC ₄	0.4	2.7	1.38
>180 درجة مئوية	18.4	53.3	30.03
180–350 درجة مئوية	41.4	31.7	45.60
350–540 درجة مئوية	30.5	3.2	15.18
<540 درجة مئوية	8.4	0.0	4.78

يُلاحظ أن واحد أو أكثر من عناصر الحماية التالية يستخدم المصطلح "حيث" كعبارة انتقالية. لأغراض تحديد التقنية الحالية، يُلاحظ أن هذا المصطلح يتم إدخاله في عناصر الحماية كعبارة انتقالية مفتوحة الطرفين تستخدم لذكر سلسلة من خصائص البنية وينبغي تفسيرهما بنفس الطريقة مثل مصطلح التمهيد مفتوح الطرفين الأكثر شيوعاً "يشتمل على".

5

يجب إدراك أن أي قيمتين كميتين تم تعيينهما إلى خاصية يمكن أن تشكلان نطاقاً من تلك الخاصية، ويتم وصف كل توليفات النطاقات المتكونة من جميع القيم الكمية المذكورة لخاصية معينة في هذا الطلب.

يجب أن يتضح لهؤلاء المهرة في المجال أنه يمكن إجراء تعديلات مختلفة على النماذج التي تم وصفها دون الخروج عن روح ونطاق الموضوع المطلوب حمايته. وبالتالي، يُقصد أن تغطي الموصوفة التعديلات والتغيرات في النماذج المختلفة الموصوفة شريطة أن تقع هذه التعديلات والتغيرات في نطاق عناصر الحماية الملحقة وما يكافئها.

10

يتضمن الكشف الحالي واحد أو أكثر من الجوانب غير المقيدة. يمكن أن يتضمن جانب أول طريقة لتكوين زيوليت ذي مسام متوسطة، تشتمل الطريقة على: ملامسة مادة زيوليت أولية مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم لتعديل إطار مادة الزيوليت الأولية، تكوين مادة زيوليت معدلة بالإطار، تشتمل مادة الزيوليت الأولية على السيليكا والألومينا، وتشتمل على بنية من نوع إطار FAU؛ وتكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت المعدلة بالإطار.

5

يمكن أن يتضمن جانب ثانٍ طريقة تكوين محفز، تشتمل الطريقة على: تكوين زيوليت ذي مسام متوسطة بواسطة طريقة تشتمل على: ملامسة مادة زيوليت أولية مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم لتعديل إطار مادة الزيوليت الأولية، تكوين مادة زيوليت معدلة بالإطار، تشتمل مادة الزيوليت الأولية على السيليكا والألومينا، وتشتمل على بنية من نوع إطار FAU؛ وتكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت المعدلة بالإطار لتكوين زيوليت ذي مسام متوسطة؛ وتضمن الزيوليت ذو المسام المتوسطة مع مادة حاملة لأكسيد الفلز وواحدة أو أكثر من مواد المحفز الفلزي لتكوين المحفز.

10

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل مادة الزيوليت الأولية على الأمونيوم والصوديوم.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يتم تكوين مادة الزيوليت الأولية بواسطة التبادل الأيوني لزيوليت يشتمل على الصوديوم مع الأمونيوم.

15

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل تكوين المسام المتوسطة على: دمج مادة الزيوليت المعدلة بالإطار مع واحدة أو أكثر من قاعدة أو بروميد ستريموونيوم خافض للتوتر السطحي لتكوين خليط؛ وتسخين الخليط إلى درجة حرارة مرتفعة لفترة زمنية معينة للتسخين لتكوين المسام المتوسطة.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تتراوح درجة الحرارة المرتفعة من 100 درجة مئوية إلى 150 درجة مئوية وتتراوح الفترة الزمنية المعينة للتسخين من 1 إلى 5 أيام.

20

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل القاعدة على محلول مائي يشتمل على واحد أو أكثر من NaO، هيدروكسيد البوتاسيوم، أو هيدروكسيد الأمونيوم.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تكون المادة الخافضة للتوتر السطحي عبارة عن بروميد ستريموونيوم.

25

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل عملية الفصل على عملية واحدة أو أكثر من غسل، تجفيف، أو تحميل جسيمات الزيوليت بحجم النانو.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث في الهكسا فلورو سيليكات الأمونيوم التي تلامس الزيوليت الأولي في محلول مائي.

5 يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون للهكسا فلورو سيليكات الأمونيوم تركيز يتراوح من 0.2 مولار إلى 2.0 مولار.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، تشتمل كذلك على فصل الزيوليت الذي يشتمل على مسام متوسطة من المكونات الأخرى من الخليط.

10 يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون للزيوليت ذي مسام متوسطة على الأقل 90% درجة تبلر نسبة إلى الزيوليت الأولي.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل واحدة أو أكثر من مواد المحفز الفلزي على أكسيد أو كبريتيد تنجستن، موليبدنوم، النيكل، أو كوبالت.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحفز على أكسيد أو كبريتيد تنجستن وأكسيد أو كبريتيد النيكل.

15 يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحفز على أكسيد أو كبريتيد موليبدنوم وأكسيد أو كبريتيد النيكل.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحفز على: من 20 %بالوزن إلى 26 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد تنجستن؛ من 4 %بالوزن إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل؛

20 من 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من الزيوليت ذي المسام المتوسطة؛ ومن 10 %بالوزن إلى 70 %بالوزن من الألومينا.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحفز على: من 14 %بالوزن إلى 16 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد موليبدنوم؛ من 4 %بالوزن إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل؛

من 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من الزيوليت ذي المسام المتوسطة؛ ومن 20 %بالوزن إلى 80 %بالوزن من الألومينا.

25 يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل المادة الحاملة للأكسيد الفلزي على الألومينا.

بعد وصف موضوع الكشف الحالي بالتفصيل وبالرجوع إلى نماذج محددة منه، يُلاحظ أن التفاصيل المختلفة التي تم الكشف عنها هنا لا ينبغي أن تؤخذ بأنها تعني أن هذه التفاصيل تتعلق بعناصر تمثل مكونات أساسية للنماذج المختلفة الموصوفة في هذا الطلب، حتى في الحالات التي يتم فيها توضيح عنصر معين في كل من الرسومات المصاحبة للوصف الحالي. بدلاً من ذلك، ينبغي أن تؤخذ عناصر الحماية الملحقة بأنها التمثيل الوحيد لامتداد نطاق الكشف الحالي والنطاق المناظر للنماذج المختلفة الموصوفة في هذا الطلب. وعلاوة على ذلك، يتضح أن التعديلات والتغيرات ممكنة دون الخروج عن نطاق عناصر الحماية الملحقة.

عناصر الحماية

1. طريقة لتكوين زيوليت ذي مسام متوسطة mesoporous zeolite، تشتمل الطريقة على:
ملامسة مادة زيوليت أولية initial zeolite material مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم ammonium hexafluorosilicate في الماء لتعديل إطار مادة الزيوليت الأولية initial zeolite material، تكوين مادة زيوليت معدلة بالإطار framework-modified zeolite material، تشتمل مادة الزيوليت الأولية initial zeolite material على السيليكا silica والألومينا alumina، وتشتمل على بنية من نوع إطار إف ايه يو FAU؛ و
تكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت المعدلة بالإطار framework-modified zeolite material.
2. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل مادة الزيوليت الأولية initial zeolite material على الأمونيوم ammonium والصوديوم sodium.
3. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 2، حيث يتم تكوين مادة الزيوليت الأولية initial zeolite material بواسطة التبادل الأيوني ion-exchanging لزيوليت zeolite يشتمل على الصوديوم sodium مع الأمونيوم ammonium.
4. الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 1-3، حيث يشتمل تكوين المسام المتوسطة على:
دمج مادة الزيوليت المعدلة بالإطار framework-modified zeolite material مع واحدة أو أكثر من قاعدة أو بروميد ستريمونيوم خافض للتوتر السطحي surfactant cetrimonium bromide لتكوين خليط؛ و
تسخين الخليط إلى درجة حرارة مرتفعة لفترة زمنية معينة للتسخين heating time period لتكوين المسام المتوسطة.
5. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 4، حيث:
تتراوح درجة الحرارة المرتفعة من 100 درجة مئوية إلى 150 درجة مئوية وتتراوح الفترة الزمنية المعينة للتسخين heating time period من 1 إلى 5 أيام؛ أو
تشتمل القاعدة على محلول مائي يشتمل على واحد أو أكثر من NaO، هيدروكسيد البوتاسيوم

ammonium hydroxide أو هيدروكسيد الأمونيوم؛ أو Potassium hydroxide (KOH)، كليهما.

5 6. الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 1-3، حيث تكون المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant عبارة عن بروميد ستريمونيوم cetrimonium bromide.

7. الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 1-3، حيث تكون الهكسا فلورو سيليكات الأمونيوم ammonium hexafluorosilicate التي تلامس الزيوليت الأولي initial zeolite في محلول مائي aqueous solution.

10

8. الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 1-3، تشتمل كذلك على فصل الزيوليت zeolite الذي يشتمل على مسام متوسطة عن المكونات الأخرى من الخليط.

9. الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 1-3، حيث يكون للزيوليت ذي مسام متوسطة mesoporous zeolite على الأقل 90% درجة تبلر نسبة إلى الزيوليت الأولي initial zeolite.

15

10. طريقة تكوين محفز catalyst، تشتمل الطريقة على:

تكوين زيوليت ذي مسام متوسطة mesoporous zeolite بواسطة طريقة تشتمل على:

ملازمة مادة زيوليت أولية initial zeolite material مع هكسا فلورو سيليكات الأمونيوم ammonium

hexafluorosilicate في الماء لتعديل إطار مادة الزيوليت الأولية initial zeolite material، تكوين

20

مادة زيوليت معدلة بالإطار framework-modified zeolite material، تشتمل مادة الزيوليت الأولية

initial zeolite material على السيليكا silica والألومينا alumina، وتشتمل على بنية من نوع إطار

FAU؛ و

تكوين مسام متوسطة في مادة الزيوليت المعدلة بالإطار framework-modified zeolite material

لتكوين زيوليت ذي مسام متوسطة mesoporous zeolite؛ و

25

تضمين الزيوليت ذي المسام المتوسطة mesoporous zeolite مع مادة حاملة لأكسيد الفلز metal

oxide support material وواحدة أو أكثر من مواد المحفز الفلزي metal catalyst materials لتكوين

المحفز .

11. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 10، حيث تشتمل واحدة أو أكثر من مواد المحفز الفلزي metal catalyst materials على أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide تنجستن Tungsten (W)، موليبدنوم Molybdenum (Mo)، النيكل Nickel (Ni)، أو كوبالت Cobalt (Co).

5

12. الطريقة وفقاً لعناصر الحماية 10 أو 11، حيث يشتمل المحفز على أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide تنجستن Tungsten وأكسيد oxide أو كبريتيد sulfide النيكل Nickel.

13. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 12، حيث يتضمن المحفز :

10

من 20 % بالوزن إلى 26 % بالوزن من أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide تنجستن Tungsten؛
من 4 % بالوزن إلى 6 % بالوزن من أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide النيكل Nickel؛
من 10 % بالوزن إلى 60 % بالوزن من الزيوليت ذي المسام المتوسطة mesoporous zeolite؛ و
من 10 % بالوزن إلى 70 % بالوزن من الألومينا alumina.

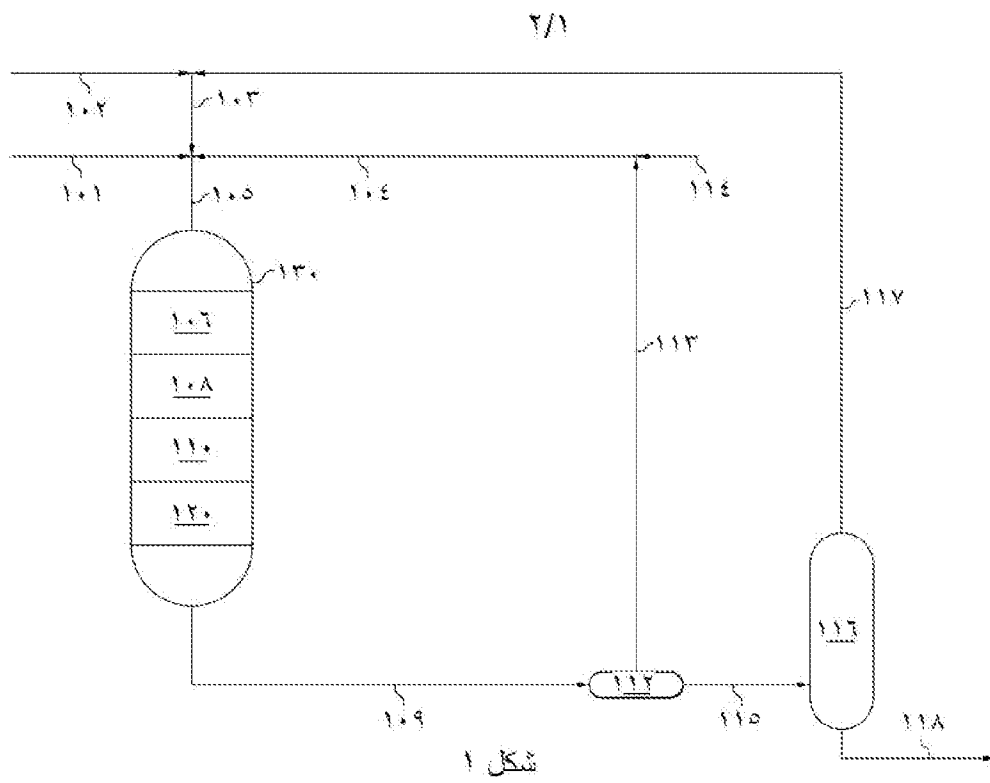
15

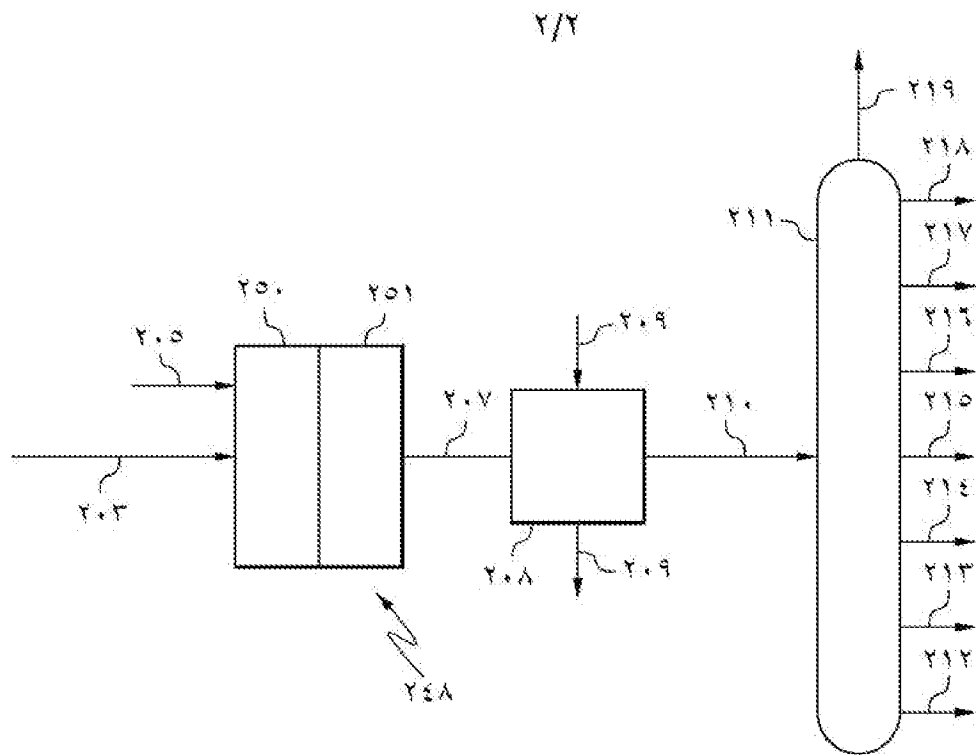
14. الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 10 أو 11، حيث يشتمل المحفز على أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide موليبدنوم Molybdenum وأكسيد oxide أو كبريتيد sulfide النيكل Nickel.

15. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 14، حيث يتضمن المحفز :

من 14 % بالوزن إلى 16 % بالوزن من أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide موليبدنوم Molybdenum؛
من 4 % بالوزن إلى 6 % بالوزن من أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide النيكل Nickel؛
من 10 % بالوزن إلى 60 % بالوزن من الزيوليت ذي المسام المتوسطة mesoporous zeolite؛ و
من 20 % بالوزن إلى 80 % بالوزن من الألومينا alumina.

20





شکل ۲



مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشرط تسديد المقابل المالي السنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن
الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA