الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية 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 لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

شركة الزيت العربية السعودية
Saudi Arabian Oil Company

براءة اختراع رقم : SA 12232

بتاريخ : 1444/07/15 هـ
الموافق : 2023/02/06 م

عن الإختراع المسمى :

مركبات زيوليت، إنتاجها، واستخدامها لتحسين الزيوت الثقيلة

Zeolites, The Production Thereof, and Their Uses for Upgrading Heavy Oils

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

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 12232 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1444/07/15 هـ
الموافق: 2023/02/06 م

[21] رقم الطلب: 519410574
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1441/03/20 هـ
الموافق: 2019/11/17 م
[30] بيانات الأسبقية:
15/790,361 US 2017/10/23 م
62/507,515 US 2017/05/17 م

[72] اسم المخترع: دينج ليانهوى ، منال العيد ، عصام السيد ، كريمودين شيك ، عبدالنور بوران
[73] مالك البراءة: شركة الزيت العربية السعودية
عنوانه: ص.ب 5000 ، 31311 الظهران ، المملكة العربية السعودية
جنسيته: سعودية
[74] الوكيل: تركي عبد الكريم عبد الرزاق العليوي

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2018/030430
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2018/05/01 م
[87] رقم النشر الدولي: WO/2018/212984
تاريخ النشر الدولي: 2018/11/22 م
[51] التصنيف الدولي(IPC⁸):
C01B 039/002, B01J 029/004
B01J 029/076, B01J 029/070

[56] المراجع:
YINGXIA LI ET AL, "Transalkylation of Multi-secbutylbenzenes with Benzene over Hierarchical Beta Zeolite", CHINESE JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING, CN, (20140619), vol. 22, no. 8, doi:10.1016/j.cjche.2014.06.013, ISSN 1004-9541, pages 898 - 902, XP055487921

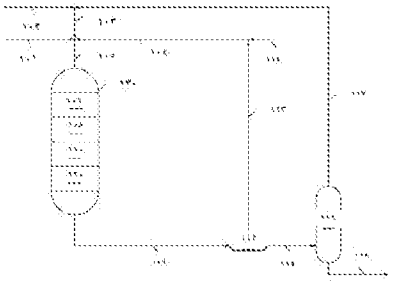
الفاحص: عبدالرحمن محمد الفيفي

[54] اسم الاختراع: مركبات زيوليت، إنتاجها، واستخدامها لتحسين الزيوت الثقيلة

Zeolites, The Production Thereof, and Their Uses for Upgrading Heavy Oils

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، بجسيم زيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، له مسام متوسطة إطار دقيق المسام microporous framework يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة micropores التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بي إيه أيه BEA. ويمكن أن يتضمن جسيم الزيوليت بحجم النانو، الذي له مسام متوسطة أيضا مجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر. يمكن دمج جسيمات الزيوليت في تكسير المحفزات بالهيدروجين hydrocracking catalysts وتُستخدم لتكسير أنواع النفط الثقيلة heavy oils في عملية معالجة مسبقة. الشكل (1)

عدد عناصر الحماية (20)، عدد الأشكال (2)



مركبات زيوليت، إنتاجها، واستخدامها لتحسين الزيوت الثقيلة

Zeolites, The Production Thereof, and Their Uses for Upgrading Heavy Oils

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

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

يتعلق YINGXIA LI ET AL, "Transalkylation of Multi-secbutylbenzenes with Benzene over Hierarchical Beta Zeolite", CHINESE JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING, CN, (20140619), vol. 22, no. 8, doi:10.1016/j.cjche.2014.06.013, ISSN 1004-9541, pages 898 - 902, XP055487921 بزيوليت بيتا الهرمي hierarchical beta zeolite المخلق بطريقة تحويل طوري شبه الصلب quasi-solid phase conversion والتي تتميز بمساحة سطح محددة بنظرية بروناور-إيميت-تيلر Brunauer-Emmett-Teller (BET)، مجهر إلكتروني ماسح scanning electron microscope (SEM)، مجهر إلكتروني نافذ transmission electron microscope (TEM)، حيود أشعة X X-ray diffraction (XRD)، مج مبرمج بدرجة الحرارة للأمونيوم temperatureprogrammed desorption of ammonium (NH3-TPD)، رنين مغناطيسي نووي nuclear magnetic resonance بغزل زاوية سحرية Al magic angle spinning و Si (Al and Si MAS NMR) وقد تمت مقارنة أدائه الحفزي بأداء زيوليت بيتا دقيق المسام microporous beta zeolite التقليدي من أجل ألكلة متبادلة transalkylation لطور سائل لمركبات البنزين متعددة السيبوتيل multisecbutylbenzenes (MSBBs) مع البنزين benzene.

يعتبر الإيثيلين Ethylene، والبروبيلين propylene، والبيوتين butenes، والبيوتاداين butadiene والمركبات العطرية aromatic compounds مثل البنزين benzene، التولوين toluene والزيلين xylene مركبات وسيطة أساسية basic intermediates لجزء كبير من صناعة البتروكيماويات. يتم الحصول عليها بشكل أساسي من خلال التكسير الحراري thermal cracking (يُشار إليه أحيانًا باسم "التحلل الحراري بالبخار steam pyrolysis" أو "التكسير بالبخار steam cracking") للغازات البترولية petroleum gases ونواتج التقطير مثل النافثا naphtha، الكيروسين kerosene أو حتى زيت الغاز gas oil. ويمكن أيضًا إنتاج هذه المركبات الوسيطة من خلال عمليات التكسير الحفزي المميعة

fluidized catalytic cracking (FCC) لمعامل التكرير، حيث يتم تحويل خامات التغذية الثقيلة مثل زيوت الغاز أو المخلفات. على سبيل المثال، يكمن مصدر مهم لإنتاج البروبيلين propylene في بروبيلين من وحدة تكرير من وحدات عمليات التكسير الحفزي المميعة. ومع ذلك، عادةً ما تكون خامات التغذية الناتجة من التقطير مثل زيوت الغاز أو المخلفات محدودة وتنتج عن عدة خطوات معالجة مكلفة وتحتاج طاقة مكثفة داخل وحدة التكرير.

ومع ذلك، ومع ارتفاع الطلب على هذه المركبات الوسيطة الأساسية، يجب مراعاة مصادر الإنتاج الأخرى التي تتجاوز عمليات التكسير الحراري التقليدية التي تستخدم الغازات البترولية petroleum gases ونواتج التقطير distillates كخامات تغذية.

الوصف العام للاختراع

وفقًا لذلك، نظرا للطلب المتزايد من هذه المنتجات البتروكيماوية الوسيطة مثل بيوتين، توجد حاجة لعمليات لإنتاج هذه المركبات الوسيطة من الأنواع الأخرى من خامات التغذية المتوفرة بكميات كبيرة بتكلفة منخفضة نسبياً. يرتبط الكشف الحالي بزيوليت الذي يمكن استخدامه، في بعض النماذج، في عمليات وأنظمة لإنتاج هذه المركبات الوسيطة، والتي يُشار إليها أحيانًا في هذا الكشف باسم "منتجات النظام،" بواسطة التحويل المباشر لزيوت خامات التغذية الزيتية الثقيلة مثل الزيت الخام. يمكن أن يكون التحويل من خام تغذية زيت خام مفيدًا بالمقارنة مع خامات التغذية الأخرى المتوفرة في إنتاج هذه المركبات الوسيطة لأنه يمكن أن يكون أقل تكلفة بشكل عام متاحًا على نطاق أوسع من المواد الأولية الأخرى، أو كلاهما.

طبقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن تكسير أنواع النفط الثقيلة لتشكيل منتجات النظام مثل الألفينات olefins الخفيفة، مثل البيوتين، بواسطة التكسير بالبخار. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي التكسير بالبخار للنفط الثقيل إلى زيادة تشكيل فحم الكوك coking، الأمر الذي يتطلب إيقاف تشغيل عملية التكرير لإزالة فحم الكوك. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤدي الكمية المرتفعة من المواد العطرية aromatics في النفط الثقيل إلى تكسير النفط الثقيل بالبخار لتشكيل منتجات غير مرغوبة ومحتوى أوليفين خفيف light olefin نسبيًا. في بعض الحالات، يمكن أن تكون المواد العطرية المتعددة polyaromatics الموجودة في خام تغذية النفط الثقيل غير قابلة للتحويل بواسطة التكسير بالبخار. ووُجد أن المعالجة المسبقة لخامات التغذية الزيتية الثقيلة لتقليل أو إزالة المواد العطرية وغيرها من الأنواع غير المرغوب فيها، مثل واحد أو أكثر من المعادن، الكبريت sulfur، النيتروجين nitrogen، يمكن أن تعمل على

زيادة إنتاج الألفينات الخفيفة وخفض تشكيل فحم الكوك. يمكن أن تشتمل هذه المعالجة المسبقة، وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، على واحدة أو أكثر من عمليات إزالة المعادن بالهيدروجين hydrodemetallization (HDM)، إزالة النيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation (HDN)، إزالة الكبريت بالهيدروجين hydrodesulfurization (HDS)، والتكسير الهيدروجيني hydrocracking للمركبات العطرية.

لا يمكن أن تعمل محفزات المعالجة الهيدروجينية التقليدية، والتي ترجع جزئياً على الأقل إلى حموضتها acidity الضعيفة نسبياً، بشكل فعّال على تحويل المواد البوليمرية وأنواع متعددة الحلقات مشبعة. يمكن أن تتسم محفزات التكسير بالبخار مع الزيوليت كمكون تكسير رئيسي، مثل تلك المستخدمة في التكسير بالهيدروجين، بحموضة أقوى من محفزات المعالجة الهيدروجينية التقليدية conventional zeolitic catalysts، يمكن أن تكون قادرة على تعزيز تحويل المواد العطرية بشكل كبير. ومع ذلك، يمكن أن تكون فتحة المسام لمحفزات الزيوليت التقليدية، مثل زيوليت Y zeolite وزيوليت بيتا، صغيرة جدًا لتسمح للجزيئات الكبيرة في خام التغذية النفطي الثقيل بالانتشار إلى المواقع النشطة الموجودة داخل الزيوليت. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تقيد أحجام الجسيم الكبيرة نسبياً للمحفزات الزيوليتية التقليدية هذه وصول أنواع النفط الثقيلة إلى المواقع الحفزية النشطة active catalytic sites على المحفز.

تم اكتشاف أن طريقتين لحل هذه المشكلة (أي مشكلة زيادة تحويل المركبات العطرية للجزيئات الكبيرة نسبيًا الموجودة في تيار زيت ثقيل) تشتملان على زيادة حجم مسام الزيوليت وخفض أحجام جسيم الزيوليت. وُجد أن زيوليت بحجم النانو nano-size zeolites يمكن أن يسبب بشكل كبير زيادة مساحة السطح الخارجية ويُقصر مسار انتشار الجزيئات، ويمكن أن تجعل إضافة المسام المتوسطة في الزيوليت المواقع النشطة الإضافية متاحة للنشاط التحفيزي. كما هو موصوف في هذا الطلب، يمكن تحقيق حجم مسام متزايد، في نموذج واحد أو أكثر، من خلال دمج المسام المتوسطة في الزيوليت. يمكن تحقيق خفض لحجم الجسيم، وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، من خلال تقنيات تصنيع الزيوليت المحددة الموصوفة في هذا الطلب.

وفقا للنماذج التي تم الكشف عنها في هذا الطلب، يمكن إنتاج الزيوليت Y الذي يشتمل على مسام متوسطة ويُستخدم كمحفز تكسير بالهيدروجين، له حجم جسيم صغير نسبيا (على سبيل المثال، أقل من أو يساوي 100 نانومتر) ويشتمل على مسام متوسطة. كما هو موصوف في هذا الطلب، في

بعض النماذج، مع زيوليت بيتا الموصوف حاليا كمحفز تكسير بالهيدروجين بطبقة سفلية، يمكن تحويل جزء 540 درجة مئوية+ في الخام العربي الخفيف Arab light crude المعالج بالهيدروجين إلى أجزاء خفيفة بنسبة مئوية عالية من محتوى البارافين paraffin.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل جسيم زيوليت بحجم النانو، له مسام متوسطة على إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد beta polymorph A A (BEA). يمكن أن يشتمل جسيم الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة أيضا على مجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر. ويمكن أن يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

وفقا لنموذج آخر، يمكن تخليق جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة بواسطة طريقة يمكن أن تشمل دمج خليط أول مع واحدة أو أكثر من قاعدة أو بروميد ستريمونيوم cetrimonium bromide (CTAB) لتكوين خليط ثانٍ. ويمكن أن يشتمل الخليط الأول على واحد أو أكثر من جسيمات الزيوليت بحجم النانو التي لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر. كما يمكن أن تشتمل الطريقة على تسخين الخليط الثاني إلى درجة حرارة مرتفعة لفترة زمنية معينة للتسخين لتكوين مسام متوسطة في جسيمات الزيوليت بحجم النانو في بعض النماذج، يمكن أن تشتمل الطريقة كذلك على تكوين الخليط الأول بواسطة طريقة تشتمل على دمج على الأقل ملح أمونيوم رباعي quaternary ammonium salt، مادة مصدر سيليكا silica source material، مادة مصدر ألومينا alumina source material، وماء لتكوين خليط مادة مُنتِجة، وتعقيم موصد لخليط المادة المُنتِجة لتكوين جسيمات الزيوليت بحجم النانو من الخليط الأول.

وفقا لنموذج آخر، يمكن أن يشتمل محفز على واحد أو أكثر من جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة، مادة حاملة support material لأكسيد فلزي metal oxide، وواحد أو أكثر من المواد المحفزة المعدنية. يمكن أن يشتمل كل من جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة على إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A. كما يمكن أن تشتمل كل من جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة أيضا على مجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر. بينما يمكن أن يكون لكل من

جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

وفقا لنموذج آخر، يمكن تحسين كفاءة النفط الثقيل بواسطة عملية تشتمل على اختزال محتوى العطريات في النفط الثقيل بواسطة ملامسة النفط الثقيل مع محفز تكسير بالهيدروجين يشتمل على واحد أو أكثر من جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة. ويمكن أن يشتمل كل جسيم زيوليت بحجم النانو، له مسام متوسطة على إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A. كما يمكن أن تشتمل كل من جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة أيضا على مجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر. بينما يمكن أن يكون لكل من جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

وفقا لنموذج آخر، يمكن أن يشتمل نظام معالجة بالهيدروجين على واحد أو أكثر من محفز نزع معدنة بالهيدروجين، أو محفز انتقالي transition catalyst، أو محفز نزع نيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst، ويمكن أن يشتمل كذلك على محفز تكسير بالهيدروجين موضوع بعد الواحد أو الأكثر من محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، المحفز الانتقالي، أو محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين. ويمكن أن يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة، حيث يمكن أن يشتمل كل جسيم زيوليت بحجم النانو، له مسام متوسطة على إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A. يمكن أن يشتمل كل جسيم زيوليت بحجم النانو، له مسام متوسطة أيضا على مجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر. بينما يمكن أن يكون لكل من جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة أحجام جسيم تبلغ أقل من أو تساوي 100 نانومتر.

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:

الشكل 1 عبارة عن مخطط عام لنظام معالجة مسبقة كيميائية يتضمن مفاعل معالجة مسبقة pretreatment reactor يشتمل على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، محفز انتقالي، محفز نزع الكبريت بالهيدروجين/ نزع النيتروجين بالهيدروجين، ومحفز تكسير بالهيدروجين، وفقا لواحد أو أكثر من النماذج الموصوفة في هذا الكشف؛ و

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

لغرض التفسيرات والأوصاف التخطيطية المبسطة للأشكال 1 و2، لا يتم تضمين الصمامات العديدة، وأجهزة استشعار sensors درجة الحرارة، وأجهزة التحكم الإلكترونية electronic controllers وما شابه ذلك والتي يمكن استخدامها ومعروفة جيدا لذوي 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 التقليدية، مثل معامل التكرير، على سبيل المثال، مثل الإمدادات بالهواء، قواديس المحفز catalyst hoppers، ومناولة غاز المدخنة. 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 مكافئ 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

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.

الوصف التفصيلي:

يتم بصفة عامة في هذا الكشف وصف نماذج مركبات الزيوليت، مثل مركبات زيوليت من نوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A مثل زيوليت بيتا يمكن تضمينها في محفزات المعالجة بالهيدروجين hydrotreating catalysts. في بعض النماذج، يمكن استخدام محفزات المعالجة بالهيدروجين لتكسير المواد العطرية في أنواع النفط الثقيلة في عملية معالجة مسبقة قبل التكسير بالبخار أو عملية بعد المعالجة الأخرى. يتعلق الكشف الحالي أيضا بطرق لإنتاج مركبات الزيوليت ذات المسام المتوسطة هذه وكذلك خواص وبنية مركبات زيوليت المنتجة. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن تشتمل تركيبة زيوليت على حجم جسيم صغير نسبيا ويمكن أن تتضمن مسامية متوسطة. ويمكن الإشارة إلى مواد الزيوليت هذه طوال هذا الكشف باسم "مركبات زيوليت بحجم النانو ذات مسام متوسطة." على النحو المستخدم طوال هذا الكشف، تشير "مركبات زيوليت" إلى مواد غير عضوية inorganic materials تحتوي على مسام دقيقة ذات تجاويف منتظمة داخل البلورات intra-crystalline cavities وقنوات ذات بعد جزيئي. ويمكن أن تؤدي البنية دقيقة 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، على سبيل المثال، سيليكات الألومنيوم aluminosilicates، سيليكات التيتانيوم titanosilicates، أو سيليكات نقية pure silicates. في واحد أو أكثر من 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 زيوليت zeolitic structure لها قطر يبلغ أقل من أو يساوي 2 نانومتر وأكبر من أو يساوي 0.1 نانومتر، وتشير المسام المتوسطة إلى مسام في بنية زيوليت لها قطر يبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل

من أو يساوي 50 نانومتر. كما يمكن تمييز مركبات الزيوليت الموصوف حاليا، وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، كزيوليت بيتا Beta (بمعنى، لها نوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A من سيليكات الألومنيوم).

كما استخدم في هذا الكشف، يشير المصطلح "مفاعل" إلى وعاء يمكن أن تحدث فيه تفاعلات كيميائية 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 tubular reactor 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 مثل مفاعلات الطبقة الثابتة ومفاعلات الطبقة المميعة. يمكن وضع واحدة أو أكثر من "مناطق التفاعل reaction zones" في مفاعل. كما استخدم في هذا الكشف، تشير "منطقة التفاعل" إلى منطقة يحدث فيها تفاعل معين في مفاعل. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي مفاعل الطبقة المعبأة المزود بعدة طبقات محفز على مناطق تفاعل متعددة، حيث يتم تحديد كل منطقة تفاعل بواسطة مساحة كل طبقة محفز.

كما استخدم في هذا الكشف، تشير "وحدة فصل separation unit" إلى أي وسيلة فصل تفصل جزئيًا على الأقل واحدة أو أكثر من المواد الكيميائية التي يتم خلطها في تيار عملية عن 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، 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، وسائل تمدد expansion devices، والأغشية، ووسائل استخلاص مذيب solvent extraction devices، وما شابه ذلك. ينبغي إدراك أن عمليات الفصل 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 " جزئيًا 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 عمومًا نقطة غليان boiling point أقل من تيار الجزء الثقيل.

يجب إدراك أن المصطلح "ناتج تدفق التفاعل reaction effluent" يشير عمومًا 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 carbon –كربون إلى أكثر من جزيء واحد عن طريق كسر واحدة أو أكثر من روابط الكربون –كربون، أو يتم تحويله من مركب يتضمن شق حلقي، مثل مركب عطري، إلى مركب لا يتضمن شق حلقي، أو يكون مشبعًا أكثر من قبل التفاعل.

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 و2. يمكن أن يشتمل الخلط أو الإقران أيضاً الخلط بواسطة إدخال كل من التدفقات مباشرةً في مفاعل مشابه، جهاز فصل أو مكون نظام آخر.

ينبغي إدراك أن التفاعلات التي يتم إجراءها 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 مُحَفِز إزالة المعادن بالهيدروجين على إزالة جزء من واحد أو أكثر من المعادن من تيار العملية، يمكن أن يعمل مُحَفِز إزالة النيتروجين بالهيدروجين على إزالة جزء من النيتروجين الموجود في تيار عملية، و يمكن أن يعمل مُحَفِز 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 dearomatization (HDA) على تقليل كمية الشقوق

العطرية في تيار العملية عن طريق تكسير 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 الإشار إليه بأنه له وظيفة معينة. على سبيل المثال، يمكن أن يوفر المحفز المحدد في هذا الكشف كمحفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين بالإضافة إلى ذلك وظيفة التكسير بالهيدروجين، وظيفة إزالة المركبات العطرية، وظيفة 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).

وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن وصف الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة باعتباره له مسام متوسطة بواسطة أن يكون له متوسط حجم مسام يتراوح من 2 نانومتر إلى 50 نانومتر. على سبيل المقارنة، تحتوي مركبات الزيوليت التقليدية التي يمكن استخدامها في تكسير المحفزات بالهيدروجين على مركبات زيوليت تكون دقيقة المسام، أي لها متوسط حجم مسام يبلغ أقل من 2 نانومتر، ولكن يمكن ألا تتضمن مسام متوسطة. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون للزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة بيتا الذي تم الكشف عنه حاليا متوسط حجم مسام يتراوح من 2 نانومتر إلى 25 نانومتر، من 4 نانومتر إلى 20 نانومتر، من 5 نانومتر إلى 15، من 5 نانومتر إلى 10 نانومتر، أو من 10 نانومتر إلى 15 نانومتر. يجب إدراك أن حجم مسام، على النحو المستخدم طوال هذا الكشف، يتعلق بمتوسط حجم المسام ما لم يتم تحديد خلاف ذلك. يمكن تحديد متوسط حجم المسام من تحليل الامتزاز الفيزيائي للنيتروجين nitrogen physisorption analysis. بالإضافة إلى ذلك، يمكن التأكيد على متوسط حجم المسام بواسطة تمييز مجهر الكتروني نافذ.

في نماذج إضافية، يمكن أن يكون لمركبات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة الموصوفة في هذا الطلب حجم جسيم يتراوح من 0.5 إلى 1.0 جرام/مل. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لنماذج الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة بيتا 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، من 0.5 إلى 0.9 جرام/مل، من 0.6 جرام/مل إلى 1.0 جرام/مل، من 0.7 جرام/مل إلى 1.0 جرام/مل، من 0.8 جرام/مل إلى 1.0

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

في نماذج إضافية، يمكن أن يكون لمركبات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة الموصوفة في هذا الطلب مساحة سطح تتراوح من 500 م^2/جرام إلى 700 م^2/جرام. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لنماذج الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة بيتا مساحة سطح تتراوح من 500 م^2/جرام إلى 550 م^2/جرام، من 500 م^2/جرام إلى 600 م^2/جرام، من 500 م^2/جرام إلى 650 م^2/جرام، من 550 م^2/جرام إلى 700 م^2/جرام، من 600 م^2/جرام إلى 700 م^2/جرام، أو من 650 م^2/جرام إلى 700 م^2/جرام.

بدون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن الحجم المسامي الكبير نسبيًا (أي، المسامية المتوسطة) للزيوليت متوسط المسام بحجم النانو الموصوف حالياً وحفازات التكسير الهيدروجيني التي تشتمل على مركبات زيوليت متوسط المسام بحجم النانو 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، زيوت دورة خفيفة، على سبيل المثال، من مفاعل تكسير حفزي مائع، أو زيوت غاز وحدة تكويك coking unit، على سبيل المثال، وحدة تكويك coker. تكون الأحجام الجزيئية في هذه الزيوت صغيرة نسبيًا مقارنةً بتلك الخاصة بأنواع النفط الثقيلة مثل الخام ومخلفات الغلاف الجوي، والتي يمكن أن تكون عبارة عن خام تغذية للطرق والأنظمة الموصوفة حاليا. يمكن ألا يكون النفط الثقيل بشكل عام قادراً على الانتشار داخل الزيوليت التقليدي ويتم تحويله على المواقع النشطة الموجودة داخل الزيوليت. لذلك، يمكن أن يكون الزيوليت الذي يتسم بأحجام مسامية أكبر (أي، على سبيل المثال، الزيوليت متوسط المسام) للجزيئات الأكبر من النفط الثقيل بالتغلب على حد الانتشار، ويجعل من الممكن تفاعل الجزيئات الأكبر من النفط الثقيل وتحويلها.

بالإضافة إلى تضمين مسام متوسطة، يمكن أن يكون للزيوليت الموصوف حاليا حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر (أي، بحجم النانو). كما هو موصوف في هذا الطلب، تشير المصطلحات "زيوليت" أو جسيمات "بحجم النانو" إلى تلك التي لها أحجام جسيمات أقل من أو تساوي 100 نانو متر. يمكن أن يتكون بيتا زيوليت متوسط المسام بالحجم النانوي، الموصوف في هذا الطلب، في

صورة جزيئات يمكن أن تكون بشكل عام كروية الشكل أو دائرية الشكل غير منتظمة (أي غير كروية). في النماذج، تتسم الجسيمات "بحجم جسيمي" يتم قياسه بأنه أكبر مسافة بين نقطتين موضوعتين على جزيء زيوليت فردي. على سبيل المثال، يكون الحجم الجسيمي لجسيم كروي مساوياً لقطره. في الأشكال الأخرى، يتم قياس حجم الجسيم كمسافة بين أكثر نقطتين بعيدتين من نفس الجسيم، حيث يمكن أن تقع هذه النقاط على الأسطح الخارجية للجسيم. يمكن أن يكون للجسيمات حجم جسيم يتراوح من 10 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 20 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 30 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 40 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 50 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 60 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 70 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 80 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 90 نانومتر إلى 100 نانومتر، من 10 نانومتر إلى 80 نانومتر، من 10 نانومتر إلى 70 نانومتر، من 10 نانومتر إلى 60 نانومتر، من 10 نانومتر إلى 50 نانومتر، من 10 نانومتر إلى 40 نانومتر، من 10 نانومتر إلى 30 نانومتر، أو من 10 نانومتر إلى 20 نانومتر. بدون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن حجم الجسيم الصغير نسبيا يسمح بسهولة الوصول إلى الجزيئات في النفط الثقيل لتنشيط المواقع على الزيوليت. على سبيل المثال، يمكن أن تنتج مساحة السطح الخارجي الزائدة حجم الجسيم الصغير، الذي يمكن أن يزيد من النشاط الحفزي.

يجب إدراك أن المحفزات التي تحتوي على جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة يمكن أن تتضمن أيضا مركبات زيوليت لا تكون بحجم النانو (أي، أكبر من 100 نانومتر)، ولا تحتوي على مسام متوسطة، أو كلاهما. بالتالي، يجب إدراك أن "جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة" تشير إلى مركبات الزيوليت التي لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر وتحتوي على مسام متوسطة، ولا تتضمن مركبات زيوليت أخرى ليس لها هذه السمات. على سبيل المثال، عند ذكر أن جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر، فإن ذلك يشير فقط إلى مركبات الزيوليت بحجم النانو مع أحجام جسيم تبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر، ولا تصف مركبات الزيوليت الأخرى التي يمكن أن توجد بحجم جسيم يبلغ أكبر من 100 نانومتر.

يمكن إنتاج مواد الزيوليت الموصوف حاليا بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة بواسطة عملية تشتمل على عدة خطوات تصنيع يمكن أن تتضمن واحد أو أكثر من تكوين أو بخلاف ذلك توفير زيوليت بحجم النانو بيتا في خليط غرواني، معالجة جسيمات الزيوليت بحجم النانو بقاعدة، مثل محلول مائي

قاعدي يشتمل على، على سبيل المثال، هيدروكسيد صوديوم sodium hydroxide (NaOH) أو أمونيا، و/أو معالجة جسيمات الزيوليت بحجم النانو ببروميد ستريمونيوم لتكوين مسام متوسطة، ولاحقا فصل جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة بيتا بواسطة عمليات مثل الغسل، التجفيف، التحميص، وما إلى ذلك.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن تبدأ عملية تخليق لتكوين الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة بخطوة توفير جسيمات بلورية crystalline particles من زيوليت بحجم النانو. يمكن أن تكون بلورات الزيوليت بحجم النانو في خليط غرواني. يمكن أن تتضمن خطوة توفير خليط غرواني يشتمل على جسيمات الزيوليت بحجم النانو عمليات مثل، لكن لا تقتصر على، تصنيع جسيمات الزيوليت بحجم النانو في خليط غرواني أو الحصول مباشرة على هذا الخليط الغرواني الذي يشتمل على جسيمات الزيوليت بحجم النانو. يجب إدراك أنه يمكن أن تتوفر العديد من الطرق لتصنيع خليط غرواني يحتوي على جسيمات الزيوليت بحجم النانو، وأنه يتم تناول الطرق التي لا يتم وصفها بوضوح لتصنيع خليط غرواني يحتوي على جسيمات الزيوليت بحجم النانو في هذا الكشف. على النحو المستخدم في هذا الكشف، يشير "خليط غرواني" إلى خليط من اثنتين من المواد على الأقل حيث ينقسم الخليط فرعيًا بحيث يكون للجزيئات أو الجسيمات متعددة الجزيئات polymolecular particles المشتتة في الوسط بُعد واحد على الأقل بين 1 نانومتر و1 ميكرون (ميكرومتر) تقريبًا. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج لتوفير الخليط الغرواني الذي يشتمل على جسيمات الزيوليت بحجم النانو، يمكن إنتاج الخليط الغرواني الذي يشتمل على جسيمات الزيوليت بحجم النانو بواسطة خلط على الأقل ملح أمونيوم رباعي، مادة مصدر سيليكا، مادة مصدر ألومينا، وماء، وتعقيم موصد autoclaving للخليط الذي يحتوي على الأقل على ملح الأمونيوم الرباعي، مادة مصدر سيليكا، مادة مصدر ألومينا، وماء لتكوين بلورات زيوليت بحجم النانو في خليط غرواني. في نموذج واحد، يمكن أن يكون ملح الأمونيوم الرباعي عبارة عن تترا ايثيل هيدروكسيد الأمونيوم tetraethylammonium hydroxide (TEAOH). وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون للخليط الذي يحتوي على الأقل على ملح أمونيوم رباعي، مادة مصدر سيليكا، مادة مصدر ألومينا، وماء نسبة مولارية molar ratio لهذه المكونات تبلغ 1 مول من مادة مصدر ألومينا، من 15 مول إلى 40 مول من ملح أمونيوم رباعي (مثل من 15 مول إلى 30 مول، أو من 30 مول إلى 40 مول)، من 20 مول إلى 500 مول من مادة مصدر سيليكا (مثل من 20 مول إلى 250 مول، أو من 250 مول إلى 500

مول)، ومن 500 مول إلى 1000 مول من الماء (مثل من 500 مول إلى 750 مول، أو من 750 مول إلى 100 مول). وفقا لنموذج واحد، يمكن تعقيم الخليط الذي يحتوي على الأقل على ملح الأمونيوم الرباعي، مادة مصدر سيليكا، مادة مصدر ألومينا، وماء، كما هو موصوف مسبقا في هذا الكشف، لمدة 1 إلى 7 أيام عند، على سبيل المثال، 40 دورة في الدقيقة (دورة في الدقيقة) إلى 80 دورة في الدقيقة (مثل 60 دورة في الدقيقة) عند 100 درجة مئوية (درجة مئوية) إلى 150 درجة مئوية (مثل من 130 درجة مئوية إلى 150 درجة مئوية، أو 140 درجة مئوية) لتكوين بلورات الزيوليت بحجم النانو. قبل التعقيم الموصد، يمكن تعتيق الخليط الذي يحتوي على الأقل على ملح أمونيوم رباعي، مادة مصدر سيليكا، مادة مصدر ألومينا، وماء، مثلا بواسطة التقليب لمدة 4 ساعات عند درجة حرارة الغرفة. يجب إدراك أن خطوات التعقيم الموصد والتعتيق الموصوفة يمكن تعديلها بعض الشيء بناء على المكونات الدقيقة من الخليط التي تم تعقيمها والبنية البلورية للزيوليت المرغوب التي يتم تكوينها.

في واحد أو أكثر من النماذج، يتم دمج الخليط الذي يحتوي على بلورات الزيوليت بحجم النانو مع واحدة أو أكثر من قاعدة، مثل محلول مائي قاعدي (على سبيل المثال، يحتوي على هيدروكسيد صوديوم أو أمونيا) وبروميد ستريمونيوم، مكونا خليط ثانٍ. على سبيل المثال، يمكن إضافة المحلول المائي القاعدي (على سبيل المثال، هيدروكسيد صوديوم أو أمونيا في الماء) إلى الخليط الذي يحتوي على بلورات الزيوليت بحجم النانو، وبعد ذلك يمكن إضافة بروميد ستريمونيوم لاحقا. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يتراوح تركيز المحلول المائي القاعدي من 0.05 مولار إلى 2 مولار من القاعدة، ويمكن 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 بلورات الزيوليت بحجم النانو. 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. كما يمكن فصل بلورات الزيوليت بحجم النانو بعد ذلك من المكونات الأخرى من الخليط الثاني لإنتاج جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة بيتا نقية أو نقية بدرجة قريبة مناسبة للاستخدام في تصنيع محفز. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن تشتمل عملية الفصل على تقنية فصل مواد صلبة/سوائل (على سبيل المثال، الطرد المركزي، الترشيح، 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.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج الموصوفة في هذا الطلب، يمكن إضافة بروميد ستريمونيوم، القاعدة، أو كلاهما، مباشرة إلى الخليط الأول. بالتالي، يمكن ألا تقوم العملية التي تم الكشف عنها حاليا بفصل، غسل، تجفيف، وتحميص جسيمات الزيوليت المنتجة كما هو ضروري في بعض طرق تكوين الزيوليت التقليدية. يمكن أن يقلل هذا الجانب تكاليف التخليق. في نماذج إضافية، يمكن ألا تستخدم العملية التي تم الكشف عنها حاليا مواد ضبط الرقم الهيدروجيني مثل حمض أسيتيك acetic acid في خطوة إنتاج المسام المتوسطة، كما هو ضروري أحيانًا في تصنيع المسام المتوسطة بالتقنيات التقليدية.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن تضمين الزيوليت ذو المسام المتوسطة بحجم النانو بيتا 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 ذو المسام المتوسطة بحجم النانو بيتا في هذا الطلب باسم "محفز تكسير بالهيدروجين hydrocracking catalyst." مع ذلك، يجب إدراك أن، بينما يتم وصف محفزات 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 لإنتاج منتج بتروكيميائي آخر.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على جسيمات الزيوليت ذو المسام المتوسطة بحجم النانو الموصوف حاليا، واحد أو أكثر من المواد الحاملة للأكسيد الفلزي metal oxide، 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 (على سبيل المثال، الألومينا)، من 18 %بالوزن إلى 32 %بالوزن من مادة المحفز الفلزيي، ومن 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من جسيمات الزيوليت ذو المسام المتوسطة بحجم النانو.

يمكن أن تشتمل مادة المحفز الفلزيي على واحد أو أكثر من الفلزات من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) 5، 5،

6، 8، 9، أو 10 من الجدول الدوري. على سبيل المثال، يمكن أن يشتمل 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 يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على الموليبدينيوم 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 البحتة والتطبيقية 8، 9، أو 10. في نموذج واحد، يمكن أن يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على محفز فلزي التنجستين والنيكل. في نموذج آخر، يمكن أن يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على الموليبدينيوم والنيكل محفز فلز. على سبيل المثال، في في نموذج واحد، يمكن أن يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على من 20 %بالوزن إلى 26 %بالوزن من كبريتيد sulfide أو أكسيد التنجستين، من 4 %بالوزن إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل، من 10 %بالوزن إلى 70 %بالوزن من مادة حاملة لأكسيد الفلز مثل الألومينا، ومن 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من زيوليت له مسام متوسطة بحجم النانو بيتا. في نموذج آخر، يمكن أن يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين على من 14 %بالوزن إلى 16 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم، 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 له مسام متوسطة بيتا.

يمكن تصنيع محفزات التكسير بالهيدروجين الموصوفة بواسطة توفير جسيمات الزيوليت بحجم النانو ذات المسام المتوسطة وتشبع جسيمات الزيوليت بحجم النانو ذات المسام المتوسطة بواحد أو أكثر من الفلزات الحفزية أو بواسطة تراكم زيوليت له مسام متوسطة مع المكونات الأخرى. في أحد النماذج، يمكن خلط الزيوليت ذو المسام المتوسطة، والألومينا النشطة (على سبيل المثال، بيوميت الألومينا boehmite alumina)، ومادة الربط (على سبيل المثال، الألومينا المعالجة بحمض الببتيد acid peptized alumina). كما يمكن إضافة كمية مناسبة من الماء لتكوين عجينة يتم بثقها باستخدام وسيلة بثق extruder. يمكن تجفيف ناتج البثق عند 80 درجة مئوية إلى 120 درجة مئوية لمدة 4 ساعات إلى 10 ساعات، وتحميصه بعد ذلك عند 500 درجة مئوية إلى 600 درجة مئوية لمدة 4 ساعات إلى 6 ساعات. إلى هذه الألومينا يمكن إضافة المادة الحاملة التي تتضمن الزيوليت بحجم

النانو ذو المسام المتوسطة بعد ذلك إلى مادة المحفز الفلزي مثل أكسيد أو مركبات كبريتيد من الموليبدينيوم، النيكل، التنجستين، أو النيكل. على سبيل المثال، في أحد 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 saturated impregnation. 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 capillary impregnation أو التشريب الجاف dry impregnation. في نماذج التشريب بالترطيب الأولي، تتم ملامسة المادة المنتجة للمحفز الفلزي التي تحتوي على المحلول مع المادة الحاملة، 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، 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، التنجستين، الموليبدينيوم، الكوبالت، وبعد التشريب، توجد على المادة الحاملة للمحفز كمركبات تشتمل على النيكل، التنجستين، الموليبدينيوم، الكوبالت، 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، التنجستين، الموليبدينيوم، أو الكوبالت. على سبيل المثال، يمكن غمس المادة الحاملة للمحفز بواسطة خليط من هكساهيدرات نيترات النيكل nickel nitrate hexahydrate (بمعنى، $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) وميتاتنجستات الأمونيوم ammonium metatungstate (بمعنى، $(NH_4)_6H_2W_{12}O_{40}$) إذا كان محفز التنجستين–النيكل مرغوبا. بينما يجب إدراك أن نطاق الكشف

الحالي لا يجب تقييده بواسطة المحفز المادة المنتجة للفلز المنتقاه، حيث يمكن أن تتضمن المواد المنتجة للمحفز الفلزي الأخرى المناسبة هكساهيدرات نيترات الكوبالت ($Co(NO_3)_2•6H2O$)، هبتامولبيدات الأمونيا ammonia heptamolybdate ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}•4H_2O$)، أو موليبدات الأمونيوم ammonium molybdate ($(NH_4)_2MoO_4$)). بعد تشريب، يمكن أن توجد المحفزات الفلزية المشبعة في صورة أكسيد الفلز، مثل أكسيد تنجستين (VI) Tungsten(VI) oxide (WO_3)، تراي أكسيد الموليبدنوم Molybdenum trioxide (MoO_3)، أكسيد النيكل (II) Nickel(II) oxide (NiO)، وأكسيد الكوبالت (II) Cobalt(II) oxide (CoO)، وتتم الإشارة إليها في هذا الكشف باسم "مواد المحفز الفلزي." بينما يمكن أن تتضمن مواد المحفز الفلزي هذه أكاسيد الفلز، يجب إدراك أن مواد المحفز الفلزي تتميز عن المادة الحاملة للأكسيد الفلزي للمحفز والتي، في بعض النماذج، تكون عبارة عن الألومينا.

كما هو موصوف في هذا الطلب، يمكن استخدام الزيوليت بيتا بحجم النانو ذو المسام المتوسطة كمحفز تكسير بالهيدروجين في المعالجة بتحسين كفاءة أنواع النفط الثقيلة، مثل الزيت الخام. كما يمكن أن تمثل عمليات تحسين الكفاءة هذه خطوة المعالجة الأولية قبل عملية المعالجة البترولية الكيميائية الأخرى مثل عمليات التكرير التي تستخدم، على سبيل المثال، واحدة أو أكثر من التكسير بالبخار، التكسير بالهيدروجين، التكسير الحراري، أو التكسير الحفزي بمائع. 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 (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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين")، ومحفز تكسير بالهيدروجين. ويمكن وضع محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، والمحفز الانتقالي، ومحفز إزالة 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 مسبقة تخطيطيا يتضمن واحد أو أكثر من نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، نطاق تفاعل انتقالي 108، نطاق تفاعل إزالة 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 مسبقة 105. في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن تسخين تيار دخول محفز معالجة مسبقة 105 إلى درجة حرارة العملية التي تتراوح من 350 درجة سيلزيوس (درجة مئوية) إلى 450 درجة مئوية. كما يمكن إدخال تيار دخول محفز معالجة مسبقة 105 وتمريره من خلال سلسلة من نطاقات التفاعل، بما في ذلك نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، نطاق التفاعل الانتقالي 108، نطاق التفاعل إزالة 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 تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين 110 على محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين، ويشتمل نطاق تفاعل تكسير بالهيدروجين 120 على محفز التكسير بالهيدروجين الذي يشمل الزيوليت بحجم النانو 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، رمال القطران، البيتومين وزيوت الغاز الخوائي 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 الامريكي 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 1 – المواد الخام لتصدير الزيت العربي الثقيل

التحليل	الوحدات	القيمة
ثقل معهد البترول الامريكي	الدرجة	27

الكثافة	سنتيمتر مكعب لكل جرام (جم/ سم^3)	0.8904
محتوى الكبريت	النسبية المئوية للوزن (%بالوزن)	2.83
النيكل	أجزاء لكل مليون بالوزن (جزء في المليون بالوزن)	16.4
الفاناديوم Vanadium	جزء في المليون بالوزن	56.4
محتوى كلوريد صوديوم sodium chloride (NaCl)	جزء في المليون بالوزن	5>
كربون كنرادسون Conradson Carbon	%بالوزن	8.2
المواد المتبقية (سي سي آر CCR)		
مركبات أسفلتية C_5 Asphaltenes	%بالوزن	7.8
مركبات أسفلتية C_7	%بالوزن	4.2

بالإشارة كذلك إلى الشكل 1، يتم تصوير نظام معالجة مسبقة الذي يكون مثال على نظام يمكن فيه استخدام مركبات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة الموصوفة في هذا الطلب. وفقا للنموذج من الشكل 1، يمكن إدخال تيار إدخال محفز المعالجة الأولية 105 إلى مفاعل المعالجة الأولية 130. وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل مفاعل المعالجة الأولية 130 على نطاقات مفاعلات متعددة موضوعة على التوالي (على سبيل المثال، نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106، نطاق التفاعل الانتقالي 108، نطاق تفاعل إزالة 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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين يشتمل على محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين في نطاق تفاعل إزالة 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 ملامسته بواسطة محفز نزع المعدنة بالهيدروجين. يمكن أن يُزيل التلامس بواسطة محفز نزع المعدنة بالهيدروجين مع تيار دخول محفز معالجة مسبقة 105 جزء على الأقل من الفلزات الموجودة في تيار دخول محفز معالجة مسبقة 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 مسبقة 105. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين على على الأقل 70 %بالوزن أقل، على الأقل 80 %بالوزن أقل، أو حتى على الأقل 90 %بالوزن أقل من الفلز كتيار دخول محفز معالجة مسبقة 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 (3،000 كيلوباسكال) إلى 200 بار (20،000 كيلوباسكال)، مثل من 90 بار (9،000 كيلوباسكال) إلى 110 بار (11،000 كيلوباسكال). يشتمل نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، يمكن أن يملأ 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 الموليبدينيوم. كما يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين كذلك على مادة حاملة، يمكن وضع الفلز على المادة الحاملة. في أحد النماذج، يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على محفز فلز الموليبدينيوم على مادة حاملة للألومينا (يُشار إليه في بعض الأحيان باسم "محفز الموليبدينيوم/أكسيد ألومنيوم aluminum oxide (Al_2O_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 أحد النماذج، يمكن أن يتضمن محفز نزع المعدنة بالهيدروجين كبريتيد فلزي على مادة حاملة، حيث يتم اختيار الفلز من المجموعة التي تتكون من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 5، 6، و8–10 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 أحد النماذج، يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على مادة حاملة للجاما–الألومينا، بمساحة سطح تتراوح من 100 م^2/جرام إلى 160 م^2/جرام (مثل، من 100 م^2/جرام إلى 130 م^2/جرام، أو من 130 م^2/جرام إلى 160 م^2/جرام). ويمكن وصف محفز نزع المعدنة بالهيدروجين بشكل أفضل على أن له حجم مسام كبير نسبيا، مثل على الأقل 0.8 سم^3/جرام (على سبيل المثال، على الأقل 0.9 سم^3/جرام، أو حتى على الأقل 1.0 سم^3/جرام. كما يمكن أن يكون حجم المسام لمحفز نزع المعدنة بالهيدروجين له مسام كبيرة بشكل سائد (بمعنى، له حجم مسام أكبر من 50 نانومتر). ويمكن أن يوفر هذا قدرة كبيرة لامتصاص الفلزات على سطح محفز نزع المعدنة بالهيدروجين واختياريا عوامل الإشابة. في أحد النماذج، يمكن اختيار عامل إشابة من المجموعة التي تتكون من بورون boron، سيليكون silicon، هالوجينات halogens، فوسفوروز phosphorus، وتوليفات من ذلك.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفز نزع المعدنة بالهيدروجين على مايتراوح من 0.5 %بالوزن إلى 12 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم (مثل من 2 %بالوزن إلى 10 %بالوزن أو من 3 %بالوزن إلى 7 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم)، ومن 88 %بالوزن إلى 99.5 %بالوزن من الألومينا (مثل من 90 %بالوزن إلى 98 %بالوزن أو من 93 %بالوزن إلى 97 %بالوزن من الألومينا).

دون التقيد 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 porphyrin مع الهيدروجين ثم يتم اختزاله أيضاً إلى الكبريتيد المقابل باستخدام كبريتيد الهيدروجين hydrogen sulfide (H_2S). يتم ترسيب الكبريتيد الفلزي 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. عمومًا، يتم استخدام الهيدروجين لاستخلاص الكبريت الذي يتم تحويله إلى كبريتيد الهيدروجين في هذه العملية. يظل جزء الهيدروكربون المتبقي الخالي من الكبريت في تيار الهيدروكربونات السائل.

يمكن تمرير ناتج تدفق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين من نطاق تفاعل نزع المعدنة بالهيدروجين 106 إلى نطاق التفاعل الانتقالي 108 حيث تتم ملامسته 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 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.

وفقا للنماذج، يكون لنطاق التفاعل الانتقالي 108 درجة حرارة طبقة متوسطة الوزن تتراوح من 370 درجة مئوية إلى 440 درجة مئوية. ويمكن أن يشتمل نطاق التفاعل الانتقالي 108 على المحفز الانتقالي، يمكن أن يملأ المحفز الانتقالي مجمل نطاق التفاعل الانتقالي 108.

في أحد 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.

في أحد 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 الموليبدينيوم 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 موليبدينيوم والنيكل على مادة حاملة للتيتانيا (يُشار إليه في بعض الأحيان باسم "محفز موليبدينيوم -النيكل/ أكسيد ألومنيوم"). ويمكن أن يحتوي المحفز الانتقالي أيضا على عامل إشابة منتقى من المجموعة التي تتكون من بورون، فوسفوروز، هالوجينات، سيليكون، وتوليفات من ذلك. ويكون للمحفز الانتقالي مساحة سطح تتراوح 140 م^2/جرام إلى 200 م^2/جرام (مثل من 140 م^2/جرام إلى 170 م^2/جرام أو من 170 م^2/جرام إلى 200 م^2/جرام). ويكون للمحفز الانتقالي حجم مسام وسط يتراوح من 0.5 سم^3/جرام إلى 0.7 سم^3/جرام (مثل 0.6 سم^3/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.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل المحفز الانتقالي على من 10 %بالوزن إلى 18 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم (مثل من 11 %بالوزن إلى 17 %بالوزن أو من 12 %بالوزن إلى 16 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم)، 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).

يمكن أن يمر ناتج تدفق التفاعل الانتقالي من نطاق التفاعل الانتقالي 108 إلى نطاق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين 110 حيث تتم ملامسته بواسطة محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين. كما يمكن أن يُزيل التلامس بواسطة محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين مع ناتج تدفق التفاعل الانتقالي جزء على الأقل من النيتروجين الموجود في تيار ناتج تدفق التفاعل الانتقالي. وبعد التلامس مع محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين، يمكن تحويل ناتج تدفق التفاعل الانتقالي إلى ناتج تدفق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين. ويمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين محتوى الفلز مختزل ومحتوى نيتروجين مقارنةً بناتج تدفق التفاعل الانتقالي. على سبيل المثال، ويمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل إزالة 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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين اختزال

محتوى الكبريت يبلغ على الأقل 80 %بالوزن، على الأقل 90 %بالوزن، أو حتى على الأقل 95 %بالوزن نسبة إلى ناتج تدفق التفاعل الانتقالي. في نموذج آخر، ويمكن أن يكون لناتج تدفق تفاعل إزالة 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.

وفقا للنماذج، يمكن أن يكون لنطاق التفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين 110 درجة حرارة طبقة متوسطة الوزن تتراوح من من 370 درجة مئوية إلى 440 درجة مئوية. ويمكن أن يشتمل نطاق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين 110 على محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين، ويمكن أن يملأ محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين مجمل نطاق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين 110.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يتضمن محفز إزالة 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، و8—10 من الجدول الدوري، وتوليفات من ذلك. ويمكن أن تتضمن المادة الحاملة جاما–ألومينا، ألومينا متوسطة المسام، سيليكا، أو كلاهما، في صورة نواتج بثق، أجسام كروية، اسطوانات وكريات.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يحتوي محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين على مادة حاملة أساسها جاما ألومينا لها مساحة سطح تتراوح 180 م^2/جرام إلى 240 م^2/جرام (مثل من 180 م^2/جرام إلى 210 م^2/جرام، أو من 210 م^2/جرام إلى 240 م^2/جرام). ويمكن أن تسمح مساحة السطح الكبيرة نسبيا هذه لمحفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين لحجم مسام أصغر (على سبيل المثال، أقل من 1.0 سم^3/جرام، أقل من 0.95 سم^3/جرام، أو حتى أقل من 0.9 سم^3/جرام). في أحد النماذج، يحتوي محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين على فلز واحد على الأقل من مجموعة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 6، مثل الموليبدينيوم وفلز واحد على الأقل من مجموعات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية 8—10، مثل النيكل. ويمكن أن يتضمن محفز إزالة 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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين. في واحد أو أكثر من النماذج، يكون لمحفز إزالة 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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين على النيكل والموليبدينيوم، ويكون له نسبة مولية من النيكل إلى الموليبدينيوم (النيكل/(النيكل+الموليبدينيوم)) 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 (الكوبالت+النيكل)/ الموليبدينيوم 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 حاليًا، يمكن إنتاج محفز إزالة 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 على الأقل 400 درجة مئوية، على الأقل 500 درجة مئوية، مثل 550 درجة مئوية). يمكن تشريب نواتج البثق المحمصة بمحلول مائي يحتوي على مواد منتجة للمحفز ، مثل مواد منتجة تتضمن الموليبدينيوم، النيكل، أو توليفات من ذلك. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي المحلول المائي على هبتان موليبدات الأمونيوم ammonium heptanmolybdate، نيترات النيكل nickel nitrate، وحمض فوسفوريك phosphoric acid لتكوين محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين يشتمل على مركبات تشتمل على الموليبدينيوم، النيكل، والفوسفور.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يشتمل محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين على من 10 %بالوزن إلى 18 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم (مثل من 13 %بالوزن إلى 17 %بالوزن أو من 14 %بالوزن إلى 16 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم)، من 2 %بالوزن إلى 8 %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 التفاعل ذات الصلة. كلاهما يمكن أن 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 aromatic rings. 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 عمليات النقل.

لا يزال مع الإشارة إلى الشكل 1، يمكن تمرير ناتج تدفق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين من نطاق التفاعل إزالة 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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين إلى تقليل المحتوى العطري الموجود في ناتج تدفق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين. وبعد التلامس مع محفز التكسير بالهيدروجين، يتم تحويل ناتج تدفق تفاعل إزالة النيتروجين بالهيدروجين إلى تيار ناتج تدفق تفاعل محفز معالجة مسبقة 109. يمكن أن يكون لتيار ناتج تدفق تفاعل محفز المعالجة الأولية 109 محتوى مواد عطرية منخفض مقارنةً بناتج تدفق تفاعل إزالة 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 إزالة النيتروجين بالهيدروجين.

وفقا لواحد أو أكثر من النماذج الموصوفة، يمكن أن تبلغ النسبة الحجمية لمحفز نزع المعدنة بالهيدروجين : محفز انتقالي : محفز إزالة النيتروجين بالهيدروجين : محفز تكسير بالهيدروجين 5–20 : 5–30 : 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 أحد 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 أحد النماذج، يمكن ومض تيار منتج سائل وسيط 115 من العملية في وعاء ومض 116 لفصل تيار جزء الهيدروجين الخفيف 117 و تيار منتج سائل نهائي للمعالجة الأولية 118؛ مع ذلك، يجب إدراك أن خطوة الومض هذه اختيارية. في أحد النماذج، يعمل تيار جزء الهيدروجين الخفيف 117 كدورة ويتم خلطه مع تيار مادة مخففة من هيدروكربون خفيف 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 لتثبيط 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 كنرادسون، أو محتوى نيتروجين، مختزل بصورة جوهرية أو توليفات من ذلك، وكذلك معهد البترول الامريكي زائد ونافثا زائدة ونواتج تقطير فراغي ومتوسط 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 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 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 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 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 لاحقا 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 بالبخار. ويمكن تمرير تيار الوقود ذو الكفاءة المحسنة 203 إلى وحدة وسيلة تكسير بالبخار 248. حيث يمكن أن تتضمن وحدة وسيلة التكسير بالبخار 248 نطاق حمل 250 ونطاق تحلل بالحرارة 251. يمكن تمرير تيار الوقود الجزئي 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 pyrolysis zone 251 حيث يتم تكسيره بالبخار. ويمكن أن يخرج تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيره بالبخار 207 من وحدة وسيلة التكسير بالبخار 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 تكسيره بالبخار 207 لتكوين تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيره بالبخار البارد 210. يمكن أن يتضمن تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيره بالبخار 207 وتيار ناتج تدفق تم تكسيره بالبخار بارد 210 خليط من مواد أساسها هيدروكربون تم تكسيره 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 تكسيره بالبخار 207 وتيار ناتج التدفق الذي تم تكسيره بالبخار البارد 210 واحد أو أكثر من زيت وقود،

جازولين gasoline، بيوتينات butenes مختلطة، بيوتاديين butadiene، بروبين propene، ايثيلين ethylene، ميثان methane، وهيدروجين hydrogen، والذي يمكن خلطه كذلك مع بالماء من تكسير التيار.

وفقا 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 بزمن إقامة يتراوح من 0.05 ثانية إلى 2 ثانية. بينما يمكن أن تتراوح نسبة كتلة البخار 205 إلى تيار وقود ذو كفاءة محسنة 203 من 0.3: 1 إلى 2: 1.

يمكن فصل تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيره بالبخار البارد 210 بواسطة وحدة فصل 211 إلى تيارات منتج النظام. على سبيل المثال، يمكن أن تكون وحدة الفصل 211 عبارة عن عمود تقطير يفصل محتويات تيار ناتج التدفق الذي تم تكسيره بالبخار البارد 210 إلى واحدة أو أكثر من تيار زيت وقود 212، تيار جازولين 213، تيار بيوتينات مختلطة 214، تيار بيوتاديين 215، تيار بروبين 216، تيار ايثيلين 217، تيار ميثان 218، وتيار هيدروجين 219. على النحو المستخدم في هذا الكشف، يمكن الإشارة إلى تيارات منتج النظام (مثل تيار زيت الوقود 212، وتيار الجازولين 213، وتيار بيوتينات المختلطة 214، وتيار البيوتاديين 215، وتيار البروبين 216، وتيار الايثيلين 217، وتيار الميثان 218) باسم منتجات النظام، تستخدم في بعض الأحيان كتيارات تغذية في المعالجة الكيميائية الاحقة.

وفقاً لواحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يكون على الأقل 5% بالوزن، 10% بالوزن، أو حتى 15% بالوزن من تيار الوقود الذي تم تحسين كفائته 203 له نقطة غليان تبلغ 540 م أو أكثر. في الأنظمة التقليدية، مثل تلك التي لا تشتمل على محفز تكسير بالهيدروجين يشتمل على الزيوليت بيتا متوسط المسام بحجم النانو الموصوف حاليًا، 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 بيتا متوسط المسام بحجم النانو الموصوف حاليًا، يمكن تقليل هذا الجزء 540 م وأكثر بالنسبة الوزنية في تيار الوقود الذي تم تحسين كفائته 203. وحيث يتم تقليل الجزء 540 م وأكثر، يكون التكسير بالبخار أكثر فعالية. بدون التقيد بالنظرية، يُعتقد أن حجم الجسيم الصغير نسبيًا ووجود المسام المتوسطة في الزيوليت بيتا الموصوف حاليًا 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 نسبيًا (على سبيل المثال المواد المتبقية التي درجة حرارتها 540 درجة مئوية فأكثر) يمكنها الوصول إلى المواقع النشطة، وبالتالي يمكن تحويلها إلى أجزاء خفيفة، والتي يتم تحويلها بسهولة أكبر بواسطة التكسير بالبخار، وبالتالي إنتاج المزيد من الألفينات الخفيفة.

الأمثلة

سيتم توضيح نماذج مختلفة للطرق الخاصة بإنتاج الزيوليت بيتا متوسط المسام بحجم النانو 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 بيتا متوسط المسام بحجم النانو الذي تم الكشف عنه حاليًا

لتشكيل زيوليت بيتا بحجم النانو، تم استخدام السيليكا المدخنة fumed silica (AEROSIL® 200، المتوفرة من Evonic Industries) ومسحوق ألومنيوم aluminum powder، وهيدروكسيد تترا إيثيل أمونيوم (35% بالوزن من محلول مائي، متاح من Aldrich) كمصدر للسيليكا، مصدر ألمنيوم، عامل قالب template agent، على الترتيب. اتسمت المواد الهلامية المنتجة بنسبة أكسيد تركيبية مولارية تبلغ 15-40من تترا ايثيل هيدروكسيد الأمونيوم: 20-500 من أكسيد سيليكون silicon oxide (SiO_2): أكسيد ألومنيوم: 500-1000 من الماء. تمت إذابة الألومنيوم المعدني في جزء من محلول مائي يحتوي على تترا ايثيل هيدروكسيد الأمونيوم لتشكيل محلول صافي، ثم إضافته إلى ملاط متكون بواسطة السيليكا المدخنة والجزء الآخر من المحلول المائي المحتوي على تترا ايثيل هيدروكسيد الأمونيوم. تم تقليب هلام مائع ألومينوسيليكات المتكون في دورق عند درجة الحرارة المحيطة لمدة 4 ساعات، ثم نقله إلى أوتوكلاف autoclave من الصلب المقاوم للصدأ stainless steel المبطن بإيثيلين تترا فلورو polytetrafluoro ethylene (PTFE). تم التبلر عند 100 درجة مئوية إلى 150 درجة مئوية لمدة 1-7 ساعات، إما تحت الحالة الثابتة في فرن أو تحت الحالة الدورانية عند 60 دورة في الدقيقة في فرن دوار.

تمت معالجة الزيوليت بحجم النانو بيتا المنتج بعد ذلك بمحلول مائي قاعدي (هيدروكسيد صوديوم أو أمونيا) بواسطة دمج الزيوليت بحجم النانو بيتا مع 0.05-2 مولار هيدروكسيد صوديوم أو أمونيا محلول مائي في ظل التقليب عند درجة حرارة الغرفة لمدة 4 إلى 24 ساعة. بعد ذلك، تمت إضافة

بروميد ستريمونيوم إلى الخليط، حيث بلغت نسبة وزن بروميد ستريمونيوم إلى زيوليت من 0.1 إلى 1.5، وتم تقليب الخليط عند درجة حرارة الغرفة لمدة 4 إلى 24 ساعة. وتم تعقيم هذا الخليط بعد ذلك عند 100 درجة مئوية إلى 150 درجة مئوية لمدة 1 إلى 5 أيام، مع تكوين مسام متوسطة في الزيوليت بحجم النانو بيتا. بعد ذلك، تم فصل الخليط وغسله بماء نقي ثلاث مرات، وتجفيفه بعد ذلك عند 100 درجة مئوية طوال الليل، يلي ذلك التحميص عند 500 درجة مئوية إلى 600 درجة مئوية لمدة 3–6 ساعات.

المثال 2 – تمييز الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة بيتا بحجم النانو الذي تم الكشف عنه حاليا

تم تخليق تأثير الظروف التخليقية على الخصائص الرئيسية لبيتا زيوليت بحجم النانو وبيتا زيوليت متوسط المسام بحجم نانو كما تم وصفه في المثال 1، ودراسته في المختبر. تتميز الخصائص الرئيسية للزيوليت بحجم النانو وبيتا زيوليت متوسط المسام بحجم النانو ببي إيه تي BET، انحراف الأشعة السينية x-ray differaction، مجهر الكتروني نافذ، الرنين المغناطيسي النووي nuclear magnetic resonance (NMR)، إلخ، وتم تلخيص النتائج في الجداول 2 أ، 2 ب و 3 على الترتيب.

الجدول 2أ

رقم العينة	1	2	3	4
ظروف التخليق	ثابتة	الدوران عند 60 دورة في الدقيقة	ثابتة	الدوران عند 60 دورة في الدقيقة
التركيبة الهلامية البادئة				
النسبة المولارية molar ratio لأكسيد سيليكون / أكسيد ألومنيوم	41.6	50	50	50
النسبة المولارية لتترا ايثيل هيدروكسيد الأمونيوم/ السيليكون silicon (Si)	0.2	6 .0	0.2	0.4
النسبة المولارية للماء /أكسيد ألومنيوم	800	1000	700	1000
ظروف التخليق				
درجة حرارة، درجة مئوية	140	140	140	140
الزمن، أيام	6	6	8	8

الخواص الأساسية للمنتج				
انحراف الأشعة السينية	بيتا	بيتا	بيتا	بيتا
متوسط حجم جسيم بواسطة مجهر الكتروني نافذ، نانومتر	450	35	550	120

الجدول 2ب

رقم العينة	5	6	7	8
ظروف التخليق	الدوران عند 60 دورة في الدقيقة	الدوران عند 60 دورة في الدقيقة	الدوران عند 60 دورة في الدقيقة	الدوران عند 60 دورة في الدقيقة
التركيبة الهلامية البادئة				
النسبة المولارية لأكسيد سيليكون /أكسيد ألومنيوم	41.6	50	50	50
النسبة المولارية لتترا ايثيل هيدروكسيد الأمونيوم / السيليكون	0.4	6 .0	0.6	0.6
النسبة المولارية للماء /أكسيد ألومنيوم	750	750	500	500
ظروف التخليق				
درجة حرارة، درجة مئوية	140	140	140	140
الزمن، أيام	5	3	4	3
الخواص الأساسية للمنتج				
انحراف الأشعة السينية	بيتا	بيتا	بيتا	بيتا
متوسط حجم جسيم بواسطة مجهر الكتروني نافذ، نانومتر	45	38	32	40

الجدول 3

رقم العينة	9	10	11	12	13

رقم عينة الزيوليت بحجم النانو البادئة	1	5	2	4	7
التركيبة الهلامية البادئة للزيوليت بحجم النانو المتوسط					
النسبة الوزنية لـ سي دي أيه SDA/زيوليت	1	1	1	1	1
النسبة الوزنية للماء /زيوليت	30	30	30	30	30
النسبة الوزنية لهيدروكسيد صوديوم /زيوليت	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1
هيدروكسيد صوديوم، التركيز (مولار)	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1
ظروف المعالجة في الفرن الموصد					
درجة حرارة، درجة مئوية	120	120	120	120	120
الزمن، يوم	7	7	7	7	7
الخواص الأساسية للمنتج النهائي					
أحجام الجسيم بواسطة مجهر الكتروني نافذ، نانومتر	470	70	43	100	25
انحراف الأشعة السينية	زيوليت	زيوليت	زيوليت	زيوليت	زيوليت
مساحة سطح ($م^2$/جرام)	430	510	500	580	510
حجم المسام (جرام/مل)	0.4	0.92	0.53	0.9	0.95
حجم مسام (نانومتر)	3.7	7.2	4.2	6.2	7.5

يجدر ملاحظة أن واحد أو أكثر من عناصر الحماية التالية يستخدم المصطلح "حيث" كعبارة تحويلية. ولأغراض تعريف التكنولوجيا الحالية، يجدر ملاحظة أنه يتم إدخال هذا المصطلح في عناصر الحماية كعبارة تحويلية لها معنى مفتوح تستخدم لذكر تسلسل من خاصائص البنية ويجدر فهمها بنفس طريقة فهم المصطلح العام المذكور في الديباجة "الذي يشتمل على".

يجب إدراك أن أي قيمتين كميتين تم تعيينهما إلى خاصية يمكن أن تشكلان نطاقًا 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 المواصفة التعديلات والتغيرات في النماذج المختلفة الموصوفة شريطة أن تقع هذه التعديلات والتغييرات في نطاق عناصر الحماية الملحقة وما يكافئها.

يمكن أن يتضمن موضوع البحث الموصوف حاليا واحد أو أكثر من الجوانب، التي لا يجب اعتبارها تقتصر على توجيهات الكشف الحالي. يمكن أن يتضمن جانب أول جسيم زيوليت بحجم النانو، له مسام متوسطة يشتمل على: إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A؛ ومجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛ حيث يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

يمكن أن يتضمن جانب ثانٍ طريقة لتخليق جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة، تشتمل الطريقة على: دمج خليط أول مع واحدة أو أكثر من قاعدة أو بروميد ستريمونيوم لتكوين خليط ثانٍ، حيث يشتمل الخليط الأول على واحد أو أكثر من جسيمات الزيوليت بحجم النانو التي لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر؛ وتسخين الخليط الثاني إلى درجة حرارة مرتفعة لفترة زمنية معينة للتسخين لتكوين مسام متوسطة في جسيمات الزيوليت بحجم النانو.

يمكن أن يتضمن جانب ثالث محفز يشتمل على: واحد أو أكثر من جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة يشتمل كل منها على: إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A؛ ومجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛ حيث جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر؛ مادة حاملة لأكسيد فلزي؛ وواحد أو أكثر من المواد المحفزة المعدنية.

يمكن أن يتضمن جانب رابع عملية لتحسين كفاءة النفط الثقيل، تشتمل العملية على: اختزال محتوى العطريات في النفط الثقيل بواسطة ملامسة النفط الثقيل مع محفز تكسير بالهيدروجين يشتمل على

واحد أو أكثر من جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة يشتمل كل منها على: إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A؛ ومجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛ حيث جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

يمكن أن يتضمن جانب خامس نظام معالجة بالهيدروجين يشتمل على: واحد أو أكثر من محفز نزع معدنة بالهيدروجين، أو محفز انتقالي، أو محفز نزع نيتروجين بالهيدروجين؛ ومحفز تكسير بالهيدروجين موضوع بعد الواحد أو الأكثر من محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، المحفز الانتقالي، أو محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين، محفز التكسير بالهيدروجين يشتمل على جسيمات زيوليت بحجم النانو، ذات مسام متوسطة، حيث كل يشتمل جسيم زيوليت بحجم النانو، له مسام متوسطة على: إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A؛ ومجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛ حيث جسيمات الزيوليت بحجم النانو، ذات المسام المتوسطة لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة حجم جسيم يتراوح من 0.5 إلى 1.0 مل/ جرام.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة مساحة سطح تتراوح من 500 م^2/جرام إلى 700 م^2/جرام.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو، ذو المسام المتوسطة متوسط حجم مسام يتراوح من 5 نانومتر إلى 15 نانومتر.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، تشتمل كذلك على تكوين الخليط الأول بواسطة طريقة تشتمل على: دمج على الأقل ملح أمونيوم رباعي، مادة مصدر سيليكا، مادة مصدر ألومينا، وماء لتكوين خليط مادة مُنتِجة؛ وتعقيم موصد لخليط المادة المُنتِجة لتكوين جسيمات الزيوليت بحجم النانو من الخليط الأول.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث الخليط الأول في خليط غرواني.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، تشتمل كذلك على فصل جسيمات الزيوليت بحجم النانو من المكونات الأخرى من الخليط الثاني.

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

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.

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

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يتم دمج بروميد الستريمونيوم مع الخليط الأول بعد دمج القاعدة مع الخليط الأول.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل جسيمات الزيوليت بحجم النانو على مسام متوسطة على: إطار دقيق المسام يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A؛ ومجموعة من المسام المتوسطة التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر.

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

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل واحدة أو أكثر من مواد المحفز الفلزي على أكسيد أو كبريتيد التنجستين، الموليبدينيوم، النيكل، أو الكوبالت.

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

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحفز على أكسيد أو كبريتيد الموليبدينيوم 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 التنجستين؛ من 4 %بالوزن إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل؛ من 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من الزيوليت ذو 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 الموليبدينيوم؛ من 4 %بالوزن إلى 6 %بالوزن من أكسيد أو كبريتيد النيكل؛ من 10 %بالوزن إلى 60 %بالوزن من جسيمات الزيوليت بحجم النانو ذو المسام المتوسطة؛ ومن 20 %بالوزن إلى 80 %بالوزن من الألومينا.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، تشتمل كذلك على إزالة جزء على الأقل من واحد أو أكثر من الفلزات، النيتروجين، أو الكبريت من النفط الثقيل بواسطة ملامسة النفط الثقيل مع واحد أو أكثر من محفزات المعالجة بالهيدروجين الإضافية.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل الواحد أو الأكثر من محفزات المعالجة بالهيدروجين الإضافية على واحد أو أكثر من محفز نزع معدنة بالهيدروجين يشتمل على الموليبدينيوم، محفز انتقالي يشتمل على الموليبدينيوم والنيكل، أو محفز نزع نيتروجين بالهيدروجين يشتمل على الموليبدينيوم والنيكل.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل النفط الثقيل على زيت خام.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون النفط الثقيل ثقل معهد البترول الامريكي يبلغ على الأقل 25 درجة.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل نظام المعالجة بالهيدروجين على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، المحفز الانتقالي، ومحفز نزع النيتروجين بالهيدروجين.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون محفز نزع المعدنة بالهيدروجين، المحفز الانتقالي، محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين في مفاعل بطبقة محشوة.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يكون محفز التكسير بالهيدروجين في المفاعل بالطبقة المعبأة.

يتضمن جانب آخر أي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل محفز التكسير بالهيدروجين كذلك على مادة حاملة لأكسيد فلزي وواحد أو أكثر من المواد المحفزة المعدنية.

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 لاتساع 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. جسيم زيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، له مسام متوسطة mesoporous يشتمل على:

إطار دقيق المسام microporous framework يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد beta polymorph A (BEA) A؛ و

مجموعة من المسام المتوسطة micropores التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛

حيث يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

2. جسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذو المسام المتوسطة mesoporous وفقا لعنصر الحماية 1، حيث يكون لجسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم من 0.5 إلى 1.0 جرام/مل، أو مساحة سطح من 500 م^2/جرام إلى 700 م^2/جرام، أو متوسط حجم مسام من 5 نانومتر إلى 15 نانومتر، أو توليفات من ذلك.

3. جسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذو المسام المتوسطة mesoporous وفقا لعنصر الحماية 1، حيث يكون لجسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم أقل من 75 نانومتر.

4. طريقة لتخليق جسيمات زيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات مسام متوسطة mesoporous، تشتمل الطريقة على:

دمج خليط أول مع واحدة أو أكثر من قاعدة أو بروميد ستريمونيوم cetrimonium bromide لتكوين خليط ثانٍ، حيث يشتمل الخليط الأول على واحد أو أكثر من جسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized التي لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر؛ و

تسخين الخليط الثاني إلى درجة حرارة مرتفعة لفترة زمنية معينة للتسخين لتكوين مسام متوسطة mesopores في جسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized.

5. الطريقة وفقا لعنصر الحماية 4، تشتمل كذلك على تكوين الخليط الأول بواسطة طريقة تشتمل على:

دمج على الأقل ملح أمونيوم رباعي quaternary ammonium salt، مادة مصدر سيليكا silica source material، مادة مصدر ألومينا alumina source material، وماء لتكوين خليط مادة مُنتِجة؛ و

تعقيم موصد autoclaving لخليط المادة المُنتِجة لتكوين جسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized من الخليط الأول.

6. الطريقة وفقا لعناصر الحماية 4 أو 5، حيث الخليط الأول في خليط غرواني colloidal mixture.

7. الطريقة وفقا لعنصر الحماية 4، حيث تشتمل جسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized على مسام متوسطة mesopores تشتمل على:

إطار دقيق المسام microporous framework يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة micropores التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A A beta polymorph (BEA)؛ و

مجموعة من المسام المتوسطة mesopores التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر.

8. جسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذو المسام المتوسطة mesoporous وفقا لعنصر الحماية 4، حيث يكون لجسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم أقل من 75 نانومتر.

9. محفز catalyst يشتمل على:

واحد أو أكثر من جسيمات زيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات مسام متوسطة mesoporous يشتمل كل منها على:

إطار دقيق المسام microporous framework يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة micropores التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد beta polymorph A A (BEA)؛ و

مجموعة من المسام المتوسطة mesopores التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛

حيث يكون لجسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر؛

مادة حاملة support material لأكسيد فلزي metal oxide؛ و

واحد أو أكثر من المواد المحفزة المعدنية metal catalyst materials.

10. المحفز catalyst وفقا لعنصر الحماية 9، حيث تشتمل المادة الحاملة support material للأكسيد الفلزي metal oxide على الألومينا alumina.

11. المحفز catalyst وفقا لعنصر الحماية 9، حيث تشتمل واحدة أو أكثر من المواد المحفزة المعدنية metal catalyst materials على أكسيد oxide أو كبريتيد sulfide التنجستين tungsten (W)، الموليبدينيوم molybdenum (Mo)، النيكل nickel (Ni)، أو الكوبالت cobalt (Co).

12. المحفز catalyst وفقا لعنصر الحماية 9، حيث يكون لجسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم أقل من 75 نانومتر.

13. عملية لتحسين النفط الثقيل heavy oil، تشتمل العملية على:

اختزال محتوى العطريات aromatics في النفط الثقيل heavy oil بواسطة ملامسة النفط الثقيل heavy oil مع محفز تكسير بالهيدروجين hydrocracking catalyst يشتمل على واحد أو أكثر من

جسيمات زيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات مسام متوسطة mesoporous يشتمل كل منها على:

إطار دقيق المسام microporous framework يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة micropores التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد beta polymorph A A (BEA)؛ و

مجموعة من المسام المتوسطة mesopores التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛

حيث جسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات المسام المتوسطة mesoporous لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

14. العملية وفقا لعنصر الحماية 13، تشتمل كذلك على إزالة جزء على الأقل من واحد أو أكثر من الفلزات metals، النيتروجين nitrogen، أو الكبريت sulfur من النفط الثقيل heavy oil بواسطة ملامسة النفط الثقيل heavy oil مع واحد أو أكثر من محفزات المعالجة بالهيدروجين hydrotreating catalysts الإضافية.

15. العملية وفقا لعنصر الحماية 13، حيث يشتمل الواحد أو الأكثر من محفزات المعالجة بالهيدروجين hydrotreating catalysts الإضافية على واحد أو أكثر من محفز نزع معدنة بالهيدروجين hydrodemetalization catalyst يشتمل على الموليبدينيوم molybdenum، محفز انتقالي transition catalyst يشتمل على الموليبدينيوم molybdenum والنيكل nickel، أو محفز نزع نيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst يشتمل على الموليبدينيوم molybdenum والنيكل nickel.

16. العملية وفقا لعنصر الحماية 13، حيث يكون لجسيم الزيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم أقل من 75 نانومتر.

17. نظام معالجة بالهيدروجين hydroprocessing system يشتمل على:

واحد أو أكثر من محفز نزع معدنة بالهيدروجين hydrodemetalization catalyst، أو محفز انتقالي transition catalyst، أو محفز نزع نيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst؛ و محفز تكسير بالهيدروجين hydrocracking catalyst موضوع بعد الواحد أو الأكثر من محفز نزع المعدنة بالهيدروجين hydrodemetalization catalyst، المحفز الانتقالي transition catalyst، أو محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst، محفز التكسير بالهيدروجين hydrocracking catalyst يشتمل على جسيمات زيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات مسام متوسطة mesoporous، حيث كل يشتمل جسيم زيوليت zeolite particle بحجم النانو nano-sized، له مسام متوسطة mesoporous على:

إطار دقيق المسام microporous framework يشتمل على مجموعة من المسام الدقيقة micropores التي لها أقطار تبلغ أقل من أو تساوي 2 نانومتر ونوع إطار بيتا ذي الشكل المتعدد A A beta polymorph (BEA)؛ و

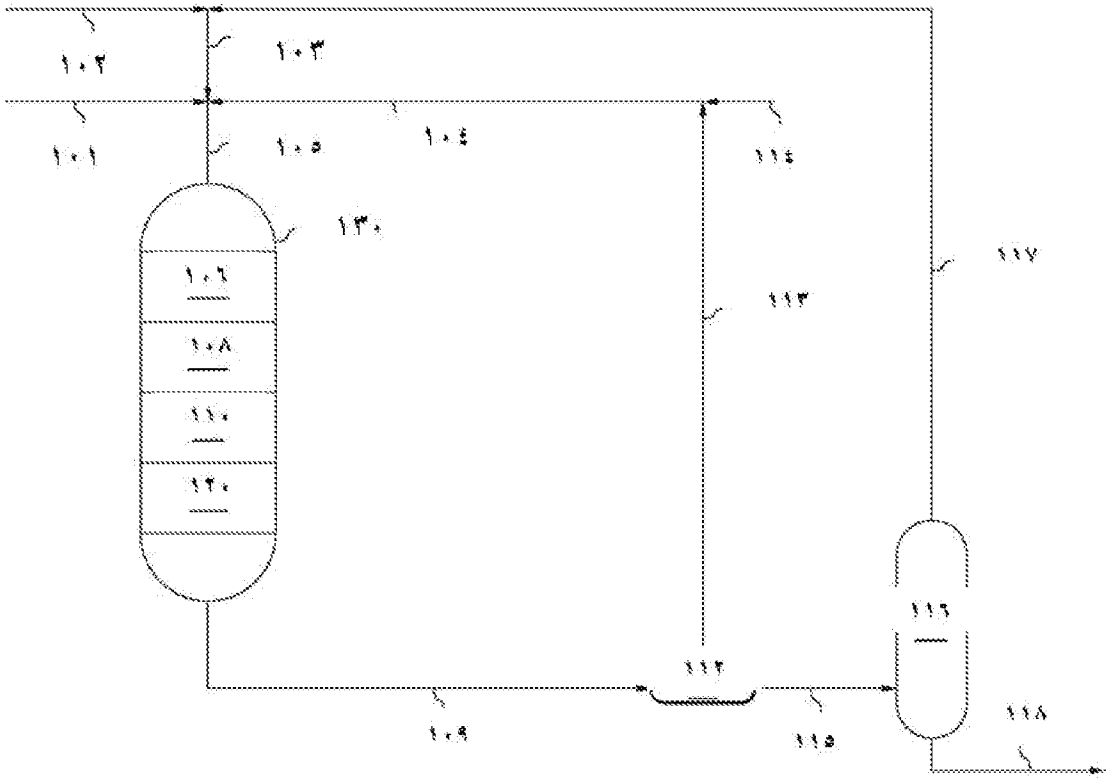
مجموعة من المسام المتوسطة mesopores التي لها أقطار تبلغ أكبر من 2 نانومتر وأقل من أو تساوي 50 نانومتر؛

حيث جسيمات الزيوليت zeolite particles بحجم النانو nano-sized، ذات المسام المتوسطة mesoporous لها حجم جسيم يبلغ أقل من أو يساوي 100 نانومتر.

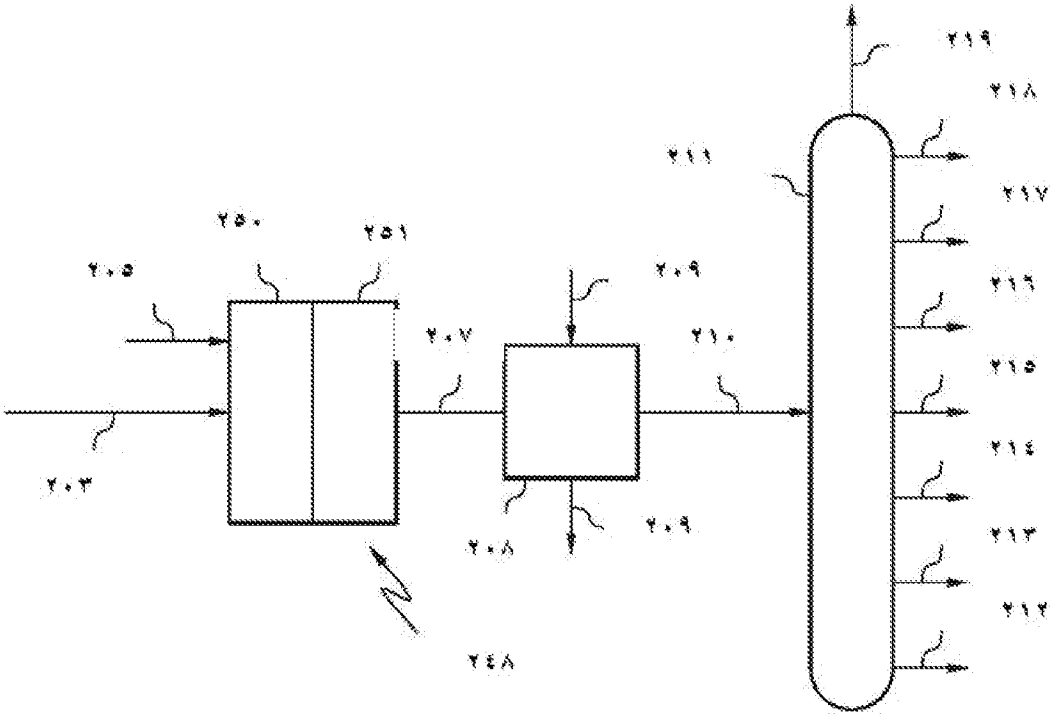
18. نظام المعالجة بالهيدروجين hydroprocessing system وفقا لعنصر الحماية 17، حيث يشتمل نظام المعالجة بالهيدروجين hydroprocessing system على محفز نزع المعدنة بالهيدروجين hydrodemetalization catalyst، المحفز الانتقالي transition catalyst، ومحفز نزع النيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst.

19. نظام المعالجة بالهيدروجين hydroprocessing system وفقا لعنصر الحماية 17، حيث يكون محفز نزع المعدنة بالهيدروجين hydrodemetalization catalyst، المحفز الانتقالي transition catalyst، محفز نزع النيتروجين بالهيدروجين hydrodenitrogenation catalyst في مفاعل بطبقة محشوة packed bed reactor.

20. نظام المعالجة بالهيدروجين hydroprocessing system وفقا لعنصر الحماية 17، حيث يكون لجسيم الزيوليت بحجم النانو nano-sized، ذي المسام المتوسطة mesoporous حجم جسيم أقل من 75 نانومتر.


١٠٢
١٠٣
١٠١
١٠٥
١٠٤
١١٤
١٣٠
١٠٦
١٠٨
١١٠
١٢٠
١١٧
١١٣
١١٦
١١٢
١١٨
١٠٩
١١٥

الشكل ١


٢١٩
٢١٨
٢١١
٢١٧
٢٥٠
٢٥١
٢٠٥
٢٠٩
٢١٦
٢٠٧
٢١٠
٢١٥
٢٠٣
٢١٤
٢٠٨
٢٠٩
٢١٣
٢١٢
٢٤٨

الشكل ٢

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها 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