[19] **المملكة العربية السعودية SA**
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة:٩٧٨
[45] تاريخ المنح :١٤٢٧/١٦/١٣هـ
الموافـــق: ٢٠٠٦/٠٧/٠٩م

[12]طلب براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** ماكوتو انوماتـا، اكيـرا هيجاشـي ، يوشيتيرو ماكينو، يوشينوري ماشيكو

[73] **مقدم الطلب :** جيه جي سي كوربوريشن
عنوانه: ٢-١، اوتيماشي ٢- تشوم، شيودا- كو، طوكيو ، اليابان

[74] **الوكيل:** سعود محمد الشواف

[21] **رقم الطلب:** ١٢٢٠١٦٥.

[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤٢٢/٠٣/٢٨ هـ
الموافق : ٢٠٠١/٠٦/٢٠ م

[30] **بيانات الأسبقية:**
٢٠٠٠/٠٦/٢٣م اليابان [JP] ٢٠٠٠١٨٩٥٧٣

[51] **التصنيف الدولي[7] :**
Int. Cl.[7]:C07C 1/04

[56] **المراجع:**

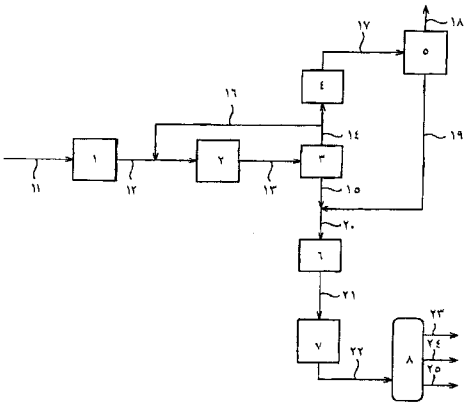
براءة أمريكية	٥١٧٧١١٤	١٩٩٣/٠١/٠٥م
براءة أمريكية	٥٧١٤٦٦٢	١٩٩٨/٠٢/٠٣م

اسم الفاحص : هشام بن سعد العريفي

[54] **اسم الاختراع:**عملية لتحـضير أولفينـات Olefins منخفضة الوزن الجزيئي

١٥ عنصر حماية ، شكل واحد

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع الراهن بعملية process لتحضير أولفينات منخفضة الوزن الجزيئـي lower olefins حيث تتضمن الخطوات المتمثلـة فـي: (أ) فصل مائع مختلط mixed fluid (I) يحتوي علـى ثنـائي مثيـل إيثـر dimethyl ether (DME) وميثانول methanol بنسبة معينة إلى مكوِّن غـازي gas component (II) ومكـون سـائل liquid component (III) تحت ضغط مرتفـع، وفـصل المكون الغازي (II) إلى غـاز متخلـف off-gas وDME، ثم مزج DME هذا مع المكـون الـسائل (III) للحصول على مكون سائل (IV) يحتوي علـى DME وميثانول methanol بنسبة معينـة، و(ب) تخفيف ضغط المكون السائل (IV) ثم إدخالـه إلـى مفاعل reactor لتحضر الأولفينات olefins لتشكيل جزء أولفيني olefin fraction مـنخفض الـوزن الجزيئي (V). وبذلك تحـضر الأولفينـات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من مائع مختلط (I) يحتوي على DME وميثانول methanol بنسبة معينة.



الشكل(١)

عملية لتحضير أولفينات Olefins منخفضة الوزن الجزيئي

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

١. مجال الاختراع

يتعلق الاختراع الراهن بعملية process لإنتاج أولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins (أولفينات خفيفة light olefins) من مزيج mixture يحتوي على ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وميثانول methanol. وعلى وجه التحديد، يتعلق الاختراع بعملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من مزيج يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide وهيدروجين hydrogen ويحتوي كذلك على ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وميثانول methanol بنسبة معينة، مع مردود مرتفع للطاقة.

٢. وصف التقنية السابقة

لقد ازداد الطلب في السنوات الأخيرة على البروبيلين propylene في السوق بشكل أكبر من الإثيلين ethylene، ولذلك أصبح من المرغوب تطوير عملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي بمعدل إنتاج عالٍ للبروبيلين propylene وبتكلفة إنتاج منخفضة.

ويتم إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي مثل الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene على نطاق صناعي عن طريق التكسير الحراري thermal cracking باستخدام الإيثان ethane أو النفثا naphtha كمادة أولية starting material بشكل رئيسي. وفي عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي بواسطة جهاز تكسير الإيثان ethane cracker باستخدام الإيثان ethane كمادة أولية، يكون الإثيلين ethylene المكون الرئيسي للأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي الناتجة ويكون محتواها من البروبيلين propylene منخفض جداً، ولذلك يكون إنتاج البروبيلين propylene عن طريق هذه العملية غير عملياً.

وفي الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي الناتجة بواسطة جهاز تكسير النفثا

naphtha cracker باستخدام النفثا naphtha كمادة أولية، يكون محتواها من البروبيلين propylene أعلى من ذلك للأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي الناتجة بواسطة جهاز تكسير الإيثان ethane، لكنها لا تزال غير متوافقة مع الموازنة بين العرض والطلب demand-supply balance للإثيلين ethylene/البروبيلين propylene في السوق.

كما أن إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي بواسطة جهاز تكسير الإيثان ethane أو جهاز تكسير النفثا naphtha يشكل مشكلة تمثل في التكلفة المرتفعة للطاقة لأنه يتم عادة إجراء التكسير الحراري مرتفع درجة الحرارة high-temperature thermal cracking عند درجة تتراوح من حوالي ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ °م (درجة مئوية).

وعلاوة على ذلك, لا يكون إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي باستخدام مادة أولية من نوع بترولي petroleum type starting material مثل النفثا naphtha مجدٍ اقتصادياً بسبب ارتفاع تكلفة المادة الأولية. وبالإضافة إلى ذلك, تتشكل منتجات ثانوية by-products مثل الميثان methane والهيدروجين hydrogen بمقادير كبيرة, ويحتاج فصل المنتجات الثانوية إلى طاقة كبيرة. ولذلك تكون عملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي مثل الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene من مادة أولية أخرى غير المادة الأولية من النوع البترولي مثل النفثا naphtha مرغوبة.

وتكون العملية التي تستخدم مادة أولية من نوع غير بترولي، على سبيل المثال، عبارة عن عملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من الميثانول methanol. وفي هذه العملية, يتشكل عادة مزيج يحتوي على ميثانول methanol (ميثانول خام crude methanol) من غاز تخليق synthesis gas, ثم يفصل الميثانول عالي النقاوة high-purity methanol من المزيج بالتقطير distillation أو ما شابه ذلك, ويترك الميثانول methanol الناتج ليتفاعل عند درجة حرارة متوسطة intermediate temperature مثل درجة حرارة تتراوح من حوالي ٣٠٠ إلى ٦٠٠ °م لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي. ووفقاً لهذه العملية, يمكن الحصول على أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي بمعدل إنتاج للبروبيلين propylene أعلى من ذلك في العملية التي تستخدم جهاز تكسير الإيثان ethane أو جهاز تكسير النفثا naphtha, ويمكن التحكم بالنسبة بين الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene بشكل مرن.

غير أنه في عملية تقليدية من هذا القبيل لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من الميثانول methanol كما وصف أعلاه، يتم فصل الميثانول methanol الذي له نقاوة أعلى من المزيج ويستخدم, ولذلك تبقى مشكلة ارتفاع تكلفة المعدات والطاقة المرتبطة بفصل الميثانول methanol.

وفي الظروف المذكورة أعلاه، تم اقتراح عملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي حيث يشكـــّـــل الميثانول methanol الخام من غاز تخليق ويُستخدم هذا الميثانول methanol الخام دون تنقيته (انظر براءة الاختراع الأمريكية رقم ٥,٧١٤,٦٦٢). ووفقاً لهذه العملية, يشكـــّـــل من غاز تخليق مزيج يحتوي على الميثانول methanol ومقدار قليل من ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether (يشار إليه أحياناً بـــ "DME" فيما يلي) كمنتج ثانوي، ويستخدم هذا المزيج كمادة أولية في عملية إنتاج الأولفينات olefins لإنتاج أولفينات C_3-C_4 olefins. وفي هذه العملية, يحول كذلك جزء البيوتين butene الناتج إلى إيثر ether له قيمة أوكتانية octane value مرتفعة ويستخدم.

وفي مثل هذه الظروف المذكورة أعلاه، درس المخترعون الحاليون جدّياً عملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي بشكل أكثر فعالية, وكانت النتيجة أنهم وجدوا أنه يمكن إنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي تحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene بنسبة مرغوبة بمردود مرتفع للطاقة بصفة خاصة عن طريق تحويل مائع مختلط mixed fluid يحتوي على DME وميثانول methanol بنسبة وزنية معينة إلى أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي. وبناءً على هذا الاكتشاف، تم تطبيق الاختراع الراهن.

ويتمثل هدف للاختراع الراهن في تزويد عملية لإنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي، يمكن عن طريقها إنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي تحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene من مائع مختلط mixed fluid يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen ويحتوي كذلك على DME والميثانول methanol بمردود مرتفع للطاقة.

الوصف العام للاختراع

تتضمن عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي وفقاً للاختراع:

(أ) خطوة يفصل فيها مائع مختلط (I) يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide وهيدروجين hydrogen ويحتوي كذلك على ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وميثانول methanol بنسبة وزنية weight ratio لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥ إلى مكون غازي gas component (II) ومكون سائل liquid component (III) بواسطة وسيلة لفصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع high-pressure gas-liquid separation means، ثم يفصل المكون الغازي (II) إلى غاز متخلف off-gas وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether، ويترك ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether المفصول ليمتزج مع المكون السائل (III) للحصول على مكون سائل (IV) له نسبة وزنية لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٠/٣٠ إلى ١٠/٩٠، و

(ب) خطوة يخفف فيها الضغط عن المكون السائل (IV)، ثم يتم إدخاله إلى وسيلة لإنتاج الأولفينات olefin production means لإنتاج جزء أولفيني منخفض الوزن الجزيئي lower olefin fraction (V) يحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene.

وفي عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي وفقاً للاختراع, يفضل أن يكون المائع المختلط (I) عبارة عن مائع مختلط ينتج عند إدخال خليط غازي gaseous mixture يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen إلى وسيلة لتخليق مركب يحتوي على الأكسجين oxygen-containing compound synthesis means لإتاحة تفاعل أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen مع بعضهما البعض وبذلك يُخلَّق الميثانول methanol، ويتشكل ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وماء من الميثانول methanol. ويفضل أن يتم إدخال جزء من المكون الغازي (II) إلى وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen بصفته غاز معاد التدوير recycle gas, مع الخليط الغازي الذي يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen. ويفضل أن يكون الخليط الغازي الذي يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen عبارة عن غاز تخليق يتم الحصول عليه من غاز طبيعي natural gas.

وتتضمن كذلك عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي وفقاً للاختراع بشكل مفضل خطوة تجزئة fractionating الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) إلى جزء إثيلين ethylene، جزء بروبيلين propylene وجزء بيوتين butene عن طريق التقطير التجزيئي fractional distillation. ومن المفضل استخدام الغاز المتخلف بصفته وقود تربين غازي gas turbine fuel. وفي الخطوة (ب), يفضل استعادة الطاقة المتولدة عن طريق تخفيف الضغط. ومن المفضل كذلك استخدام الطاقة المتولدة عن طريق تخفيف الضغط والمستعادة كقوة محركة لضاغط compressor.

وفي عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي وفقاً للاختراع, يفضل أن تتراوح النسبة الوزنية لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol في المكون السائل (IV) من ٦٠/٤٠ إلى ٢٠/٨٠، ويفضل أن يتم اختيار الحفاز catalyst المستخدم في مفاعل إنتاج الأولفين olefin production reactor من المجموعة التـــي تتكون من SAPO-34، MFI وزيوليت من نوع MFI type zeolite MFI تم تعريضه لتبادل أيوني فلزي metallic ion exchange أو إحلال substitution. ويفضل كذلك أن يكون الحفاز عبارة عن حفاز زيوليت zeolite من نوع MFI تم تعريضه لتبادل أيوني فلزي مع أيون Ca ion Ca أو أيون Zn.

وفي عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي وفقاً للاختراع، من المفضل تجديد الحفاز بشكل دوري أو متواصل واستخدامه في وسيلة إنتاج الأولفين olefin. ويفضل أن تكون عملية فصل المكون الغازي (II) إلى غاز متخلف وثنائـــي مثيل إيثر dimethyl ether في الخطوة (أ) عبارة عن أية عملية تختار من عمليات فصل الغاز عن السائل بالتبريد عند درجة حرارة تتراوح من -٦٠°م إلى -٢٠°م، الفصل باستخدام غشاء غير عضوي inorganic membrane والفصل باستخدام غشاء عضوي organic membrane.

<u>شرح مختصر للرسوم</u>

الشكل ١ : يمثل رسماً تخطيطياً يبين خطوات العملية وفقاً للمثال ١, حيث يمثل أحد تجسيدات الاختراع الراهن.

وفي الشكل ١, تستخدم الأرقام التالية لتمييز العناصر المقترنة المذكورة أدناه.

١: وسيلة لإنتاج غاز التخليق.

٢: وسيلة لتخليق مركب يحتوي على الأكسجين oxygen.

٣: وسيلة لفصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع.

٤: مكثف condenser.

٥: جهاز لفصل الغاز عن السائل gas-liquid separator.

٦: ممدد expander.

٧: وسيلة لإنتاج الأولفين olefin.

٨: وسيلة التقطير التجزيئي.

١١-٢٥: خطوط.

الوصف التفصيلي للتجسيدات المفضلة

سيوصف الاختراع الراهن بالتفصيل فيما يلي.

في البداية, توصف الخطوة (أ). وفي هذه الخطوة, يفصل مائع مختلط (I) يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide وهيدروجين hydrogen ويحتوي كذلك على ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وميثانول methanol بنسبة وزنية لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥ إلى مكون غازي (II) ومكون سائل (III) بواسطة وسيلة فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع، ثم يفصل المكون الغازي (II) إلى غاز متخلف وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether, ويترك ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether المفصول ليمتزج مع المكون السائل (III) للحصول على مكون سائل (IV) له نسبة وزنية لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٠/٣٠ إلى ١٠/٩٠.

ويحتوي المائع المختلط (I) المستخدم في الخطوة (أ) وفقاً للاختراع على أول أكسيد الكربون carbon monoxide، الهيدروجين hydrogen، الميثانول methanol وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وتتراوح النسبة الوزنية لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol من ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥.

ويكون المائع المختلط (I), على سبيل المثال، عبارة عن مائع مختلط ينتج عند إدخال خليط غازي يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide وهيدروجين hydrogen إلى

وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen لإتاحة تفاعل أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen مع بعضهما البعض وبذلك يـُخلـَّـق الميثانول methanol, ويتشكل ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وماء من الميثانول methanol. ويحتوي المائع المختلط الناتج من مثل هذا التفاعل على أول أكسيد الكربون carbon monoxide وهيدروجين hydrogen غير متفاعليْن ويحتوي كذلك على ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وميثانول methanol تشكلا من التفاعل.

ومن أمثلة المخاليط الغازية التي تحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen غازات تخليق يحصل عليها من غاز طبيعي، فحم coal، جزء بترولي، بلاستيك معاد التدوير recycled plastic ومواد عضوية أخرى. ومن بينها, يفضل استخدام غاز تخليق يحصل عليه من غاز طبيعي. ولا يحتوي غاز التخليق عادة على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen فقط بل يحتوي كذلك على ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide.

ويمكن اختيار أية طريقة معروفة حتى الوقت الحاضر لإنتاج غاز التخليق. فعلى سبيل المثال, ثمة طريقة يمكن ذكرها يجرى فيها تلامس مادة أولية مثل غاز طبيعي مع بخار الماء water vapour أو غاز مختلط من بخار ماء وأكسجين oxygen عند درجة حرارة مرتفعة، مثل طريقة التهذيب بالبخار steam reforming method، طريقة تستخدم وحدة لإنتاج غاز تخليق synthesis gas production unit من النوع ذاتي الحرارة autothermal type.

وتكون النسبة الحجمية volume ratio لأول أكسيد الكربون carbon monoxide إلى الهيدروجين hydrogen (H_2/CO) في الخليط الغازي مثل غاز التخليق, الذي يمكن استخدامه بشكل مفضل كمادة أولية لإنتاج المائع المختلط (I)، كما يلي. عندما يكون الخليط الغازي عبارة عن غاز تخليق حـُصِل عليه من غاز طبيعي، تتراوح النسبة الحجمية لـ H_2/CO من حوالي ١,٥ إلى ٣، وعندما يكون الخليط الغازي عبارة عن غاز تخليق حصل عليه من الفحم, تتراوح النسبة الحجمية لـ H_2/CO من حوالي ٠,٥ إلى ١,٥.

ويوصف أحد تجسيدات الاختراع الراهن أدناه بالرجوع إلى الشكل ١.

يتم إدخال مادة أولية مثل غاز طبيعي إلى وسيلة إنتاج غاز التخليق (١) من خلال الخط (١١) وتترك لتتفاعل للحصول على خليط غازي (غاز تخليق) يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen. ولا يحتوي الخليط الغازي الناتج بهذه الكيفية عادة على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen فقط بل يحتوي كذلك على ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide. ثم يتم إدخال الخليط الغازي إلى وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) من خلال الخط (١٢) مع الغاز معاد التدوير الذي سيوصف لاحقاً الناتج من خلال الخط (١٦) لإتاحة تفاعل أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen الموجودين في الخليط الغازي والغاز معاد التدوير مع بعضها البعض, وبذلك يـُحصل على مائع مختلط (I).

وفي وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢)، يتشكل الميثانول methanol وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether (DME) من أول أكسيد الكربون carbon monoxide، الهيدروجين hydrogen وأحياناً ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide، من خلال التفاعل التالي بشكل رئيسي.

$$CO+2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

$$(CO_2+3H_2 \longrightarrow CH_3OH+H_2O)$$

$$2CH_3OH \longrightarrow CH_3OCH_3+H_2O$$

$$CO+H_2O \longrightarrow CO_2+H_2$$

ومن أمثلة الحفازات التي يمكن استخدامها في وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) حفازات لتخليق الميثانول methanol، مثل حفاز CuO-ZnO، حفاز $ZnO-Cr_2O_3$ وحفاز $CuO-ZnO-Cr_2O_3$؛ حفازات حمضية acid catalysts, مثل غاما-ألومينا γ-alumina، سليكا ألومينا silica alumina، حمض الفوسفوريك phosphoric acid والزيوليت zeolite؛ حفازات ثنائية المجموعة الوظيفية bifunctional catalysts؛ ومخاليط من هذه الحفازات.

ومن المرغوب أن يقع الضغط القياسي في وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) عادةً في المدى من ٣٠ إلى ١٥٠ كغم/سم^2. ويمكن أن يضغط الخليط

الغازي مثل غاز التخليق بشكل مناسب بواسطة ضاغط compressor (غير مبين) مزود على الخط (١٢) ومن ثم إدخاله إلى وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢). وتختلف ظروف التفاعل في وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) اعتماداً على النسبة بين أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen الموجودين في الخليط الغازي، نوع الحفاز، نوع المفاعل، زمن التفاعل reaction time، إلخ، لكن ظروف التفاعل التي يمكن اختيارها بشكل مناسب هي تلك التي تصبح فيها النسبة الوزنية للميثانول methanol الناتج إلى DME الناتج هي المرغوبة.

وعندما يكون الخليط الغازي عبارة عن غاز تخليق حصل عليه من غاز طبيعي، فإنه يمكن على نحو مفضل استخدام وسيلة لتخليق مركب يحتوي على الأكسجين oxygen لإجراء تفاعل في طور غازي gas phase reaction أو تفاعل في طور سائل liquid phase reaction، وباستخدام حفاز مختلط يتألف من حفاز لتخليق الميثانول methanol synthesis catalyst وحفاز حمضي، يجرى تفاعل تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen في ظروف تتمثل في درجة حرارة تتراوح من حوالي ٢١٠ إلى ٣٠٠°م وضغط قياسي يتراوح من حوالي ٣٠ إلى ١٥٠ كغم/سم^{٢}، ووفقاً لذلك يمكن الحصول على مائع مختلط (I) له نسبة وزنية لـ DME/الميثانول methanol تتراوح من حوالي ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥.

وعندما يكون الخليط الغازي عبارة عن غاز تخليق حصل عليه من الفحم، فإنه يمكن على نحو مفضل استخدام وسيلة لتخليق مركب يحتوي على الأكسجين oxygen لإجراء تفاعل في طور سائل، وباستخدام حفاز مختلط يتألف من حفاز لتخليق الميثانول methanol وحفاز حمضي، يجرى تفاعل تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen في ظروف تتمثل في درجة حرارة تتراوح من حوالي ٢٦٠ إلى ٣٠٠°م وضغط قياسي يتراوح من حوالي ٣٠ إلى ٩٠ كغم/سم^{٢}، ويفضل من حوالي ٣٠ إلى ٦٠ كغم/سم^{٢}، ووفقاً لذلك يمكن الحصول على مائع مختلط (I) له نسبة وزنية لـ DME/الميثانول methanol تتراوح من حوالي ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥.

ويُحصل على المائع المختلط (I) من خلال الخط (١٣) من وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢). ويحتوي المائع المختلط (I) على الميثانول

methanol، DME والماء المتشكليــْن من التفاعل أعلاه ويحتوي أيضاً على مركبات أول أكسيد الكربون carbon monoxide، الهيدروجين hydrogen وثاني أكسيد الكربون carbon dioxide غير المتفاعلة. وفي الاختراع الراهن، من المرغوب أن تقع النسبة الوزنية (DME/الميثانول methanol) لـــ DME إلى الميثانول methanol الموجوديْن في المائع المختلط (I) في المدى من ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥، ويفضل من ٦٥/٣٥ إلى ١٠/٩٠. وعندما تكون نسبة DME/الميثانول methanol أقل من ٧٥/٢٥، قد لا يكون الاتزان الدينامي الحراري thermodynemic equilibrium في تفاعل نزع الماء dehydration reaction من الميثانول methanol سائداً. وعندما تزيد نسبة DME/الميثانول methanol عن ٥/٩٥، يصبح الحمل على الحفاز كبيراً جداً وتزداد التفاعلات الجانبية side reactions، بحيث يمكن أن تقصر من عمر الحفاز.

ويكون تفاعل تشكيل مائع مختلط (I) يحتوي على DME وميثانول methanol بنسبة معينة من الخليط الغازي مثل غاز تخليق مستحسن بشكلٍ أكبر لتشكيل منتجات من حيث الاتزان الدينامي الحراري مقارنة بتفاعل تشكيل الميثانول methanol فقط بصفته منتج مستهدف وسيط intermediate target product. ولهذا السبب، يمكن إجراء تفاعل تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen لتشكيل DME والميثانول methanol في العملية وفقاً للاختراع بشكل فعال في ظروف أكثر اعتدالاً مثل ظروف ضغط أقل من تلك لتفاعل التخليق لتشكيل الميثانول methanol فقط بصفته منتج مستهدف وسيط. ولذلك, في الاختراع الراهن، يمكن أن تصمم وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) بحيث تكون من النوع منخفض الضغط، ويمكن أن تزداد نسبة التحول بتمريرة واحدة single-pass conversion ratio. ونتيجة لذلك، يمكن أن تنخفض تكلفة الطاقة وتكلفة المعدات بشكل أكبر مقارنة بالعملية التي يجرى فيها تفاعل التخليق لتشكيل الميثانول methanol فقط بصفته منتج مستهدف وسيط.

وفي الاختراع الراهن، يفصل المائع المختلط (I) إلى مكون غازي (II) ومكون سائل (III) بواسطة وسيلة فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع، ثم يفصل المكون الغازي (II) إلى غاز متخلف وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether، ويترك ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether المفصول ليمتزج مع المكون السائل (III) للحصول على مكون سائل (IV) له نسبة وزنية لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٠/٣٠ إلى ١٠/٩٠.

ومن المرغوب أن يتم إدخال المائع المختلط (I) إلى وسيلة فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع (٣) من خلال الخط (١٣) وأن يعرَّض إلى عملية لفصل الغاز عن السائل عند ضغط مرتفع مثل ضغط قياسي يتراوح عادةً من حوالي ٣٠ إلى ١٥٠ كغم/سم^{٢}. ومن المرغوب كذلك تبريد المائع المختلط (I) إلى درجة حرارة تتراوح عادة من حوالي ٢٠ إلى ٥٠°م، ويفضل من حوالي ٣٥ إلى ٤٠°م، ومن ثم يـُدخل إلى وسيلة فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع (٣). ومن المرغوب أن يكون الضغط في عملية فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع مساوياً لضغط التفاعل في وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢)، لأن الطاقة التي يحتاجها الضاغط قليلة ومجدية اقتصادياً. وفي وسيلة فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع (٣)، يفصل المائع المختلط (I) إلى المكون الغازي (II) والمكون السائل (III)، ويـُحصل على المكون الغازي (II) والمكون السائل (III) من خلال الخطين (١٤) و(١٥)، على التوالي.

وبشكل عام، يحتوي المكون الغازي (II) الذي حـُصل عليه من خلال الخط (١٤) بشكل رئيسي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen غير المتفاعليْن الذين كانا موجودين أصلاً في المائع المختلط (I)، جزء من DME وثاني أكسيد الكربون carbon dioxide. ويفضل إعادة جزء من المكون الغازي (II) إلى الخط (١٢) من خلال الخط (١٦) وإدخاله مرة أخرى إلى وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) كغاز معاد التدوير. ويبرد الجزء المتبقي من المكـــون الغازي (II) إلى درجة حرارة تتراوح عادة من -٦٠°م إلى -٢٠°م، ويفضل مـــن -٤٠°م إلى -٣٠°م، بواسطة المكثف (٤) ومن ثم يـُعـــرَّض إلى عملية لفصل الغاز عن السائل باستخدام جهاز فصل الغاز عن السائل (٥) لفصله إلى غاز متخلف وDME الذين يـُحصل عليهما من خلال الخطين (١٨) و(١٩)، على التوالي.

ويـُترك DME الذي حصل عليه من خلال الخط (١٩) ليمتزج مع المكون السائل (III)، الذي يحتوي على الميثانول methanol، DME والماء، والذي يـُحصل عليه من خلال الخط (١٥)، للحصول على مكون سائل (IV) موجود في الخط (٢٠) له نسبة وزنية لثنائي

مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٠/٣٠ إلى ١٠/٩٠. وأخيراً يستخدم المكون السائل (IV) كمادة أولية لإنتاج أولفين olefin منخفض الوزن الجزيئي.

وعادةً مايحتوي الغاز المتخلف الذي يـُحصل عليه من خلال الخط (١٨) على مركبات أول أكسيد الكربون carbon monoxide، الهيدروجين hydrogen وثاني أكسيد الكربون carbon dioxide. غير المتفاعلة ويمكن استخدام الغاز المتخلف بشكل مناسب كغاز وقود fuel gas، ويفضل استخدامه كوقود تربين غازي بصفة خاصة.

ولفصل الجزء المتبقي من المكون الغازي (II) إلى غاز متخلف وDME، تستخدم عملية لفصل الغاز عن السائل بالتبريد عند درجة حرارة تتراوح من -٦٠°م إلى -٢٠°م كما وصف أعلاه. وبالإضافة إلى ذلك، من المفضل أيضاً فصله بواسطة جهاز فصل باستخدام غشاء غير عضوي أو عضوي ذي نفاذية انتقائية أو غير منفذ لـ DME الموجود في المكون (II).

وبعد ذلك، ستوصف الخطوة (ب). وفي هذه الخطوة، يخفف ضغط المكون السائل (IV) الذي يحتوي على DME والميثانول methanol بنسبة معينة، ثم يُدخل المكون السائل (IV) إلى وسيلة إنتاج الأولفين olefin لإنتاج جزء أولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) يحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene.

ويُسخـَّن المكون السائل (IV) الذي يحتوي على الميثانول methanol، DME والماء، الموجود في الخط (٢٠)، إلى درجة حرارة تتراوح عادة من ٣٥٠ إلى ٣٩٠°م ويـُدخل إلى الممدد (٦) حيث يخفف الضغط القياسي إلى قيمة تتراوح عادةً من حوالي ٣ إلى ٨ كغم/سم^{٢}. وفي الممدد (٦)، من المرغوب استعادة الطاقة المتولدة من عملية تخفيف الضغط، ومن المرغوب استخدام الطاقة الناتجة من عملية تخفيف الضغط المستعادة بهذه الكيفية كقوة محركة للضاغط.

ويسخـَّن بشكل إضافي المكون (IV) الذي عرِّض إلى عملية تخفيف الضغط إلى درجة حرارة تتراوح عادة من ٣٠٠ إلى ٧٠٠°م، ويفضل من ٣٥٠ إلى ٦٠٠°م، في الخط (٢١) ثم يدخل إلى وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧).

وفي وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧)، يتم إنتاج جزء أولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) يحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene من المكون (IV) الذي يحتوي على الميثانول methanol وDME. ويحتوي الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) عادةً على أولفينات olefins يتراوح عدد ذرات الكربون carbon فيها من ٢ إلى ٤ ذرات وماء.

وفي وسيلة إنتاج الأولفين olefins (٧)، يتم إنتاج الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) من المكون (IV) الذي يحتوي على الميثانول methanol وDME، من خلال التفاعل التالي بشكل رئيسي.

$$2CH_3OH \longrightarrow CH_3OCH_3+H_2O$$

$$nCH_3OCH_3 \longrightarrow m(CH_2=CH_2+H_2O) \longrightarrow 2/3\ (n-m)\ (CH_2=CHCH_3+2H_2O)$$

$$2CH_2=CHCH_3+CH_3OCH_3 \longrightarrow 2C_4H_8+2H_2O$$

وكحفاز قابل للاستخدام في وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧)، يمكن استخدام حفاز تقليدي في عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من الميثانول methanol بشكل مناسب. فعلى سبيل المثال، يمكن على نحو مفضل استخدام حفازات مثل SAPO-34، MFI وزيوليت zeolite من نوع MFI تم تعريضه إلى تبادل أيوني فلزي أو إحلال. ومن بينها، يمكن على نحو مفضل استخدام حفاز زيوليت zeolite من نوع MFI تم تعريضه إلى تبادل أيوني فلزي باستخدام أيون Ca أو أيون Zn بصفته الزيوليت zeolite من النوع MFI الذي عـُرِّض إلى تبادل أيوني فلزي أو إحلال.

ومن المرغوب أن يتم تجديد الحفاز المستخدم في وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧) دورياً أو بشكل مستمر واستخدامه. وقد تكون وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧) من أي نوع من الأنواع المختلفة مثلاً من النوع الحلقي cyclic type، من النوع ذي الطبقة المميعة fluidized bed type ومن النوع ذي الطبقة المتحركة moving bed type.

ويمكن اختيار ظروف التفاعل لإنتاج الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) من المكون (IV) في وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧) بشكل مناسب بحيث تصبح النسبة بين المكونات الأولفينية olefin components في الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض

الوزن الجزيئي (V) الناتج مرغوبة. إلا أنه, من المرغوب أن يقع الضغط القياسي عادةً في المدى من حوالي ٠,٥ إلى ٨ كغم/سم^{٢}، ويفضل من حوالي ١ إلى ٦ كغم/سم^{٢}، ومن المرغوب أن تقع درجة حرارة التفاعل عادةً في المدى من حوالي ٣٠٠ إلى ٧٠٠°م، ويفضل من حوالي ٣٥٠ إلى ٦٠٠°م.

وعندما تُنتج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من الميثانول methanol، يقابل DME منتج وسيط في تفاعل إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من الميثانول methanol، كما أشير بالصيغ الكيميائية السابق ذكرها. ولذلك، يكون معدل تفاعل إنتاج الجزء الأولفيني olefin منخفض الوزن الجزيئي (V) من المكون (IV) الذي يحتوي على DME والميثانول methanol بنسبة معينة أعلى ويكون التفاعل ذي فائدة أكبر مقارنة بذلك لإنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي بتشكيل الميثانول methanol فقط بصفته مادة أولية. وفي تفاعل تحول الميثانول methanol إلى أولفينات olefins، تكون أيضاً كمية الحرارة الناتجة من تفاعل الإضافة بنزع الماء dehydration addition reaction الطارد للحرارة exothermic للميثانول methanol أكبر، ولذلك من الضروري إزالة حرارة التفاعل. إلا أنه, يعتبر تفاعل التحول إلى أولفينات olefins باستخدام DME كمادة أولية مفيداً لأن كمية الحرارة الناتجة من تفاعل نزع الماء الطارد للحرارة تكون قليلة وقد تقل إزالة الحرارة. ولذلك في الاختراع الراهن، يمكن المحافظة على مقدار الحفاز اللازم لعملية إنتاج الأولفين olefin منخفضاً, ويمكن أيضاً أن تنخفض تكلفة المعدات المرتبطة بوسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧).

ويحتوي عادةً الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) الذي يُحصل عليه من خلال الخط (٢٢) من وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧) كما وصف أعلاه على جزء إثيلين ethylene، جزء بروبيلين propylene وجزء بيوتين butene. ويمكن أن تكون النسبة الوزنية (الإثيلين ethylene /البروبيلين propylene) للإثيلين ethylene إلى البروبيلين propylene نسبة مرغوبة ولكن تضبط عادةً بحيث تقع في المدى من ٠,٧ إلى ١,٦.

ويمكن استخدام الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) كما هو، لكن يفضل إدخاله إلى وسيلة الفصل (٨) وتجزئته إلى جزء إثيلين ethylene، جزء بروبيلين propylene وجزء بيوتين butene بالتقطير التجزيئي.

ووفقاً لعملية الاختراع، يستخدم مائع مختلط (I) يحتوي على DME وميثانول methanol بنسبة معينة كمادة أولية، ويـُحصل على مكون سائل (IV) يحتوي على DME وميثانول methanol بنسبة معينة عن طريق فصل وتنقية المائع المختلط (I) جزئياً، ثم تـُنتج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي باستخدام المكون السائل (IV). ولذلك في هذه العملية، يمكن أن يجرى كل من تفاعل تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen وتفاعل إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي في ظروف أكثر اعتدالاً مقارنة بظروف عملية إنتاج الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي من الميثانول methanol، ولذلك يمكن تقليل تكلفة الطاقة والمعدات بدرجة كبيرة. ووفقاً للاختراع الراهن أيضاً، يمكن إنتاج أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي تحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene بنسبة مرغوبة بشكل فعال.

الأمثـلـة

يوصف الاختراع الراهن بشكل إضافي بالرجوع إلى الأمثلة التالية بالاعتماد على بيانات المحاكاة simulation data وبالاعتماد جزئياً على البيانات التجريبية، ومما ينبغي تفسيره أن الاختراع لا يحدد بهذه الأمثلة بأية طريقة.

المثال ١

كما هو مبين في مخطط سير العملية في الشكل ١، أدخل غاز طبيعي إلى وسيلة إنتاج غاز التخليق (١) من خلال الخط (١١). ومن ثم، ضغط غاز التخليق الذي حـُصل عليه من خلال الخط (١٢) والغاز معاد التدوير الذي حصل عليه من خلال الخط (١٦) معاً وأدخلا إلى وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين oxygen (٢) للحصول على مائع مختلط (I) يحتوي على الميثانول methanol وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether من خلال الخط (١٣). ويبين تركيب المائع المختلط (I) في الجدول ١.

ثم أدخل المائع المختلط (I) إلى وسيلة فصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع (٣) وفـُصل إلى مكون غازي (II) ومكون سائل (III) في ظروف تمثلت في درجة حرارة بلغت ٣٥°م وضغط قياسي بلغ ١١٠ كغم/سم٢.

وبــرِّد المكون الغازي (II) إلى -٤٠°م بواسطة المكثف (٤) ومن ثم عــرِّض إلى عملية لفصل الغاز عن السائل باستخدام جهاز فصل الغاز عن السائل (٥) للحصول على غاز متخلف من خلال الخط (١٨) ومكون سائل من خلال الخط (١٩). وترك المكون السائل ليمتزج مع المكون السائل (III) للحصول على مكون سائل (IV) موجود في الخط (٢٠). وتبيــنَّ تراكيب المكون السائل (III)، الغاز المتخلف والمكون السائل (IV) في الجدول ١.

ثم سُــخــِّن المكون السائل (IV) إلى ٣٨٠°م ليتبخر، ثم أدخل إلى الممدد (٦) عند ضغط قياســي بلغ ١٠٩ كغم/سـم^{٢}. ثــم خفف الضغــط القياســي للمكون الســائل (IV) إلى ٦ كغم/سم^{٢}, واستعيدت طاقة الضغط المتولدة من عملية تخفيف الضغط. وبلغ مقدار الطاقة المستعادة من عملية تخفيف الضغط ٣٢٠٠٠ كيلو واط (kw) kilowatt.

وأدخل المكون (IV)، الذي خفف ضغطه القياسي إلى ٦ كغم/سم^{٢}، إلى وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧) وحــوِّل إلى جزء أولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V). واستخدمت الطاقة المستعادة من عملية تخفيف الضغط كقوة محركة للضاغط لاستعادة الأولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي والتي حصل عليها عن طريق وسيلة إنتاج الأولفين olefin (٧). وأدخل الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي (V) الناتج إلى وسيلة تقطير تجزيئي (٨) للحصول على أجزاء الإثيلين ethylene، البروبيلين propylene والبيوتين butene.

الجدول ١

التركيب	المائع المختلط (I) (طن/ساعة)	المكون السائل (III) (طن/ساعة)	الغاز المتخلف (طن/ساعة)	المكون السائل (IV) (طن/ساعة)
H_2	٣٢٠		١٠	
CO	٥٣٠		٢٠	
CO_2	٥٢٠	٢	٥	١٢
H_2O	٨٢	٨٠		٨٠
DME	٨٩٠	١٩٥	٢	٢١٤
MeOH	١٢٠	١٠٥		١٠٥

المثال ٢

استخدم سائل مختلط يتكون من ميثانول methanol، DME وماء بنسبة وزنية بلغت ٨/٢٠/١٠ (ميثانول DME/methanol/ماء) كمادة أولية. وأدخل السائل المختلط إلى مفاعل أنبوبي tubular reactor (قطره الداخلي inner diameter: ١٠ ملم، وطوله length: ٦٠٠ ملم) محشو بـــ ١٠ غم من منتج مقولب بالبثق extrusion molded product من SAPO-34 بصفته حفاز، وحُـــوِّل إلى أولفينات olefins منخفضة الوزن الجزيئي. وأجري التفاعل في المفاعل الأنبوبي في ظروف تمثلت في درجة حرارة بلغت ٥٠٠°م, ضغط قياسي بلغ ١,٥ كغم/سم^{٢} وسرعة حيزية للغاز في الساعة gas hourly space velocity (GHSV) بلغت ٣٠٠٠ ساعة$^{-١}$. وبلغت نسبة تحول الميثانول methanol وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether في السائل المختلط المدخل إلى المفاعل الأنبوبي ٩٩,٦٪ بالوزن. ويبين تركيب الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي الذي حصل عليه من المفاعل الأنبوبي في الجدول ٢.

وقد كان للسائل المختلط المستخدم كمادة أولية في المثال ٢ نفس تركيب المكون السائل (IV) تقريباً الذي حصل عليه في المثال ١. ولذلك, أشير في المثال ٢ إلى أن المكون السائل (IV) الذي حصل عليه فـــي المـــثال ١ قـــد حـــوِّل على نحو مفضـــل إلى جزء أولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي.

المثال ٣

حـــصِل على جزء أولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي بنفس الطريقة المستخدمة في المثال ٢، باستثناء استخدام سائل مختلط يتكون من ميثانول methanol، DME وماء بنسبة وزنية بلغت ٤/١٠/١٠ (ميثانول DME/methanol/ماء) كمادة أولية. وبلغت نسبة تحول الميثانول methanol وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether ٩٧,٢٪ بالوزن, ويبين تركيب الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي الناتج في الجدول ٢.

المثال ٤

حصل على جزء أولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي بنفس الطريقة المستخدمة في المثال ٢, باستثناء استخدام سائل مختلط يتكون من ميثانول methanol، DME وماء بنسبة وزنية بلغت ٤/١٠/٢٠ (ميثانول DME/methanol/ماء) كمادة أولية. وبلغت نسبة

تحول الميثانول methanol وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether ٩٥,٨% بالوزن. ويبين تركيب الجزء الأولفيني olefin fraction منخفض الوزن الجزيئي الناتج في الجدول ٢.

الجدول ٢

	المثال ٢	المثال٣	المثال ٤
المكونات المدخلة إلى وسيلة إنتاج الأولفين MeOH/DME/H_2O (بالوزن)	٨/٢٠/١٠	٤/١٠/١٠	٤/١٠/٢٠
نسبة تحول MeOH و DME (٪ بالوزن)	٩٩,٦	٩٧,٢	٩٥,٨
تركيب الجزء الأولفيني (٪ بالوزن)			
H_2–C_1	١,٥	١,٦	١,٣
C_2	٠,٧	٠,٩	١,١
$=C_2$	٣٣,١	٣٤,٤	٣٥,٩
C_3	٢،٢	٢,٩	٢,٧
$=C_3$	٤٧	٤٦,٥	٤٥,٥
C_4	٦	٥,٣	٥,٠
$=C_4$	٨,٧	٨,٠	٨,١
$+C_5$	٠,٦	٠,٤	٠,٤
المجموع الكلي	١٠٠	١٠٠	١٠٠

عناصر الحماية

١ ١- عملية process لإنتاج أولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins, تتضمن الخطوات
٢ المتمثلة في:
٣ (أ) فصل مائع مختلط mixed fluid (I) يحصل عليه عند إدخال خليط غازي
٤ gaseous mixture يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide
٥ والهيدروجين hydrogen إلى وسيلة لتخليق مركب يحتوي على الأكسجين
٦ oxygen-containing compound synthesis means لمفاعلة أول أكسيد الكربون
٧ carbon monoxide والهيدروجين hydrogen مع بعضهما البعض وتخليق الميثانول
٨ methanol, وتشكيل ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether وماء من الميثانول methanol,
٩ ويفصل المائع المختلط mixed fluid (I) المذكورة الذي يحتوي على أول أكسيد
١٠ الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen وثنائي مثيل إيثر
١١ dimethyl ether والميثانول methanol بنسبة وزنية weight ratio لثنائي
١٢ مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من ٧٥/٢٥ إلى ٥/٩٥
١٣ إلى مكون غازي gas component (II) ومكون سائل liquid component (III)
١٤ بواسطة وسيلة لفصل الغاز عن السائل بالضغط المرتفع
١٥ high-pressure gas-liquid separation means، حيث يتم إدخال جزء من المكون
١٦ الغازي gas component (II) إلى وسيلة تخليق المركب الذي يحتوي على الأكسجين
١٧ oxygen-containing compound synthesis means بصفته غاز معاد التدوير
١٨ recycle gas, مع الخليط الغازي gaseous mixture الذي يحتوي على أول أكسيد
١٩ الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen ثم يفصل المكون الغازي
٢٠ gas component (II) إلى غاز متخلف off-gas وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether،
٢١ ويترك ثنائي مثيل إيثر dimethyl ether المفصول ليمتزج مع المكون السائل
٢٢ liquid component (III) للحصول على مكون سائل liquid component (IV) له نسبة
٢٣ وزنية weight ratio لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol تتراوح من

٧٠/٣٠ إلى ١٠/٩٠، و

(ب) تخفيف ضغط pressure المكون السائل liquid component (IV)، ومن ثم إدخاله إلى وسيلة لإنتاج الأولفين olefin production means لتشكيل جزء أولفيني منخفض الوزن الجزيئي lower olefin fraction (V) يحتوي على الإثيلين ethylene والبروبيلين propylene.

٢- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث يكون الخليط الغازي gaseous mixture الذي يحتوي على أول أكسيد الكربون carbon monoxide والهيدروجين hydrogen عبارة عن غاز تخليق synthesis gas يحصل عليه من غاز طبيعي natural gas.

٣- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث تتضمن بشكل إضافي خطوة تجزئة fractionating الجزء الأولفيني منخفض الوزن الجزيئي lower olefin fraction (V) إلى جزء إثيلين ethylene fraction، جزء بروبيلين propylene fraction وجزء بيوتين butene fraction بواسطة التقطير التجزيئي fractional distillation.

٤- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث يستخدم الغاز المتخلف off-gas بصفته وقود تربين غازي gas turbine fuel.

٥- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث تستعاد الطاقة المتولدة energy generated من عملية تخفيف ضغط المكون السائل liquid component (IV) في الخطوة (ب).

٦- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ٥, حيث تستخدم الطاقة المتولدة energy generated من عملية تخفيف الضغط كقوة محركة power للضاغط compressor.

٧- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث تقع النسبة الوزنية weight ratio لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol في المكون السائل liquid component (IV) في المدى من ٦٠/٤٠ إلى ٢٠/٨٠.

٨- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث يستخدم حفاز catalyst يتم اختياره من المجموعة التي تتكون من SAPO-34، MFI وزيوليت من النوع MFI type zeolit MFI تم تعريضه لتبادل أيوني فلزي metallic ion exchange أو إحلال substitution في وسيلة إنتاج الأولفين olefin production means.

٩- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ٨, حيث يستخدم حفاز الزيوليت من النوع MFI type zeolit MFI الذي تم تعريضه لتبادل أيوني فلزي metallic ion exchange باستخدام أيون Ca ion Ca أو أيون Zn ion Zn في وسيلة إنتاج الأولفين olefin production means.

١٠- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث يجدد الحفاز catalyst بشكل دوري أو متواصل ويستخدم في وسيلة إنتاج الأولفين olefin production means.

١١- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في

عنصر الحماية ١, حيث تكون عملية فصل المكون الغازي gas component (II) إلى غاز متخلف off-gas وثنائي مثيل إيثر dimethyl ether في الخطوة (أ) عبارة عن أية عملية تختار من عمليات فصل الغاز عن السائل gas- liquid separation بالتبريد cooling عند درجة حرارة تتراوح من -٦٠°م إلى -٢٠°م، الفصل باستخدام غشاء غير عضوي inorganic membrane والفصل باستخدام غشاء عضوي organic membrane.

١٢- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث تتضمن بشكل إضافي خطوة تجزئة fractionating الجزء الأولفيني منخفض الوزن الجزيئي lower olefin fraction (V) إلى جزء إثيلين ethylene fraction، جزء بروبيلين propylene fraction وجزء بيوتين butene fraction بواسطة التقطير التجزيئي fractional distillation.

١٣- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ٢, حيث تتضمن بشكل إضافي خطوة تجزئة fractionating الجزء الأولفيني منخفض الوزن الجزيئي lower olefin fraction (V) إلى جزء إثيلين ethylene fraction، جزء بروبيلين propylene fraction وجزء بيوتين butene fraction بواسطة التقطير التجزيئي fractional distillation.

١٤- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ١, حيث تقع النسبة الوزنية weight ratio لثنائي مثيل إيثر dimethyl ether/الميثانول methanol في المكون السائل liquid component (IV) في المدى من ٦٠/٤٠ إلى ٢٠/٨٠.

١٥- العملية process لإنتاج الأولفينات منخفضة الوزن الجزيئي lower olefins كما ذكرت في عنصر الحماية ٢, حيث تقع النسبة الوزنية weight ratio لثنائي مثيل إيثر

dimethyl ether/الميثانول methanol في المكون السائل liquid component (IV) في المدى من ٦٠/٤٠ إلى ٢٠/٨٠.

الشكل ١