



المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia



الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

براءة اختراع

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

كيميرا اويج
KEMIRA OYJ

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

براءة اختراع رقم : SA 12238

عن الاختراع المسمى :

معالجة ماء ناتج بغمز البوليمر

POLYMER FLOODING PRODUCED WATER TREATMENT

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



[45] تاريخ المنح: 1444/07/15 هـ

الموافق: 2023/02/06 م

براءة اختراع

[19] الهيئة السعودية للملكية الفكرية

[11] رقم البراءة: SA 12238 B1

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2018/021162 تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2018/03/06 م [87] رقم النشر الدولي: WO 2018/165168 تاريخ النشر الدولي: 2018/09/13 م [51] التصنيف الدولي (IPC): C02F 001/072, C02F 001/068 C02F 101/030 [56] المراجع: US 6344434, US 7506689 US 7220509, CN 105967306 الفاحص: عبدالله بن سعد الدويس	[21] رقم الطلب: 519410040 [22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1441/01/05 هـ الموافق: 2019/09/04 م [30] بيانات الأسبقية: US 62/467.513 2017/03/06 م US 62/575.733 2017/10/23 م [72] اسم المخترع: بورات اريس، بيلاز ميچويل، هيسامبور ميهرداد، لو يوبينج، مورييس ويليام، بافا لوسيانا [73] مالك البراءة: كيميرا اويج عنوانه: بوركالانكاتو 3 هيلسينكي اف اي-00180، فنلندا جنسيته: فنلندية [74] الوكيل: شركة الهدف لخدمات العلامات المحدودة
--	--

[54] اسم الاختراع: معالجة ماء ناتج بغمز البوليمر

POLYMER FLOODING PRODUCED WATER
TREATMENT

[57] الملخص: تتعلق النماذج الحالية بشكل عام بمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء water soluble polymers، حيث تتضمن هذه المعالجة: إضافة إلى الماء الناتج معقد حديد iron complex واحد على الأقل؛ وتحلل جزء على الأقل من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء. يمكن أن تؤدي هذه المعالجة إلى خفض لزوجة الماء الناتج المذكور و/أو تحلل البوليمرات القابلة للحل بالماء والتي يتم احتواؤها فيها.

عدد عناصر الحماية (6)، عدد الأشكال (11)

معالجة ماء ناتج بغمر البوليمر

POLYMER FLOODING PRODUCED WATER TREATMENT

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الكشف الحالي بمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء water soluble polymers، مثلاً، من عملية استخلاص النفط المحسنة enhanced oil recovery process (EOR)، لتقليل لزوجته و/أو تحلل جزء على الأقل من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء الموجود فيه. 5

استخلاص النفط المحسن عبارة عن تقنية يتم استخدامها لزيادة مقدار البترول غير المكرر unrefined petroleum (مثلاً، النفط الخام) الذي يمكن استخلاصه من خزان النفط oil reservoir (مثلاً، حقل النفط crude oil). على سبيل المثال، باستخدام استخلاص النفط المحسنة، يمكن استخلاص حوالي 40-60% من النفط الأصلي للخزان بشكل مثالي، مقارنة بـ 20-40% فقط باستخدام تقنيات الاستخلاص التقليدية الأساسية والثانوية (مثلاً، بواسطة حقن الماء أو حقن الغاز الطبيعي natural gas). 10

أحد أنواع تقنية استخلاص النفط المحسنة عبارة عن غمر بوليمر، والذي يتضمن بشكل مثالي حقن أحجام كبيرة من محلول بوليمري polymer solution في خزان نفط تحت أرضي subterranean oil reservoir. يمكن أن يقوم المحلول البوليمري بنقل النفط تجاه بئر الإنتاج حيث يمكن استخلاصه. يمكن أن يتضمن الماء الناتج من عملية غمر بوليمر polymer flooding process العديد من المركبات الكيماوية. يمكن أن تتضمن هذه المركبات الكيماوية، شاملة البوليمر المستخدم من أجل غمر البوليمر، أثر مباشر على اللزوجة وخواص لزوجة مرنة للماء الناتج. يمكن أن تؤثر خواص ومحتويات الماء الناتج أيضاً على أثر تفريغ الماء الناتج في البحر، كبوليمرات يمكن استخدامها لغمر البوليمر، مثلاً، بوليمرات أكريلاميد (مشارك) acrylamide (co)polymers مثل بولي أكريلاميد ممتيه جزئياً partially hydrolyzed polyacrylamide (HPAM)، بشكل مثالي يمكن ألا تكون قابل للتحلل البيولوجي وفقاً للوائح الحالية. 15 20

يمكن أن تتضمن التقنيات الحالية لمعالجة الماء الناتج (مثلاً، الماء الناتج من عمليات استخلاص النفط المحسنة) المعالجات الميكانيكية mechanical treatments (مثلاً، ترشيح غشائي membrane filtration)، معالجات كيماوية chemical treatments (مثلاً، عوامل أكسدة oxidizing agents)،

والمعالجات البيولوجية biological treatments (مثلاً، العمليات الميكروبيولوجية microbiological processes). قد يؤدي المزيد من التطوير إلى معالجات الماء الناتج إلى أن يكون مفيداً من أجل كل من المنشآت الساحلية والبحرية >

- 5 توضيح براءة الاختراع الصينية رقم 105967306 عامل تحليل degradation agent لمحلول بوليمر ذواب بالماء water-soluble polymer solution، متضمناً 1-5% بالكتلة مركب حديدوز ferrous، 1-10% بالكتلة حمض الأسكوربيك ascorbic acid، ويكون عامل الاتزان هو الماء. يُظهر عامل التحليل اتزان واستقرار مُطول بالتنسيق بين حمض الأسكوربيك وأيونات الحديدوز ferrous ions يُمكن استخدامه لتكسير الهلام gel breaker لمائع تكسير حقل بترول oilfield fracturing fluid وعامل معالجة ماء water treatment agent لمائع منتج حقل بترول oilfield produced fluid يحتوي على البوليمر. مع ذلك، يتطلب عامل التحليل وفقاً لبراءة الاختراع الصينية رقم 105967306 أكسجين oxygen بالوسط، والذي قد يُمثل مشكلة لمعالجة الماء المنتج اللاهوائي anaerobic produced water المستخلص نموذجياً من مكامن البترول الجوفية.
- 10 توضيح براءة الاختراع الأمريكية رقم 7,220,509 طرق وتركيبات لتنشيط تحلل أغشية الكتروليت بوليمر Polymer Electrolyte Membranes بخلايا وقود fuel cells بإضافة مثبطات إلى خلايا الوقود من حديد بنشاط متوسط للأكسجين الجزيئي molecular oxygen. تمنع هذه المثبطات تكون الراديكالات الحرة free radicals والتي قد تحلل البوليمرات بخلايا الوقود. مع ذلك، تم توحيد تركيبات التنشيط التي تم الكشف عنها في براءة الاختراع الأمريكية رقم 7,220,509 كسلاسل جانبية على بوليمرات خلية وقود fuel cell polymers أو مدمجة بسلسلة بوليمر polymer chain على هيئة بوليمر مشترك copolymer. تقدم هذه التركيبات تحديات تخليقية وتكون غير عملية لمعالجة الماء المنتج من تطبيقات استخلاص النفط المحسنة على النطاق الواسع.
- 20

الوصف العام للاختراع

- يتعلق الكشف الحالي بعملية لعلاج الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء، العملية المذكورة تتضمن: إضافة إلى الماء الناتج معقد حديد واحد على الأقل الذي يتضمن مركب حديد iron complex وعامل تعقيد complexing agent؛ وتحلل جزء على الأقل من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء. في بعض النماذج، يمكن توليد الماء الناتج المذكور أثناء أي جزء من عملية استخلاص النفط أو عملية غمر بوليمر محسنة. في بعض النماذج، يمكن أن
- 25

- يكون الماء الناتج المذكور هوائي جزئيا على الأقل. في بعض النماذج، يمكن أن يكون الماء الناتج المذكور لاهوائي. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن الماء الناتج المعالج لزوجة أقل من حوالي 2.5 سنتيبواز. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن الماء الناتج المعالج لزوجة أقل بنسبة حوالي 64% على الأقل من لزوجة الماء الناتج غير المعالج. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن الماء الناتج المعالج لزوجة على الأقل حوالي 3 سنتي بواز أقل من لزوجة الماء الناتج غير المعالج. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية إلى خفض ملحوظ في لزوجة الماء الناتج في خلال 10 دقائق أو أقل. في بعض النماذج، يمكن أن يؤدي تحلل جزء على الأقل من واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء إلى خفض بنسبة 50% في الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة بوليمر أكريلاميد (مشارك) acrylamide (co)polymer واحدة على الأقل. في بعض النماذج، يمكن أن تزيد العملية من القابلية للتحلل الحيوي للماء الناتج المذكور و/أو واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية إلى حوالي زيادة بنسبة 20% أو أكثر في التحلل البيولوجي من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء بعد 28 يوم من الحضانة. في بعض النماذج، يمكن أن تتم إعادة تدوير أو استخدام الماء الناتج المعالج في نفس العمليات الصناعية أو غيرها، أو يتم إطلاقه إلى البيئة (مثلا، في البحر). في بعض النماذج، يمكن ألا تؤدي العملية إلى تكوين أي رواسب.
- في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن العملية أيضا علاج الماء الناتج في واحد أو أكثر من: المعالجات الميكانيكية (مثلا، ترشيح غشائي)، معالجات كيميائية (مثلا، عوامل أكسدة)، و/أو المعالجات البيولوجية (مثلا، العمليات الميكروبيولوجية). في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن مركب الحديد المذكور حديد سلفات iron sulfate، حديدوز سلفات هبتا هيدرات ferrous sulfate، أو حديد (II) كلوريد iron (II) chloride. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن عامل التعقيد المذكور حمض سيتريك citric acid، حمض إيثيلين داي أمين تترأ أسيتيك nitrilotriacetic acid، حمض نيتريلو ترائي أسيتيك (EDTA) ethylenediaminetetraacetic acid، صوديوم أسيتات sodium acetate، حمض لاكتيك lactic acid، حمض L-جلوتاميك L-(NTA)، حمض L-أسكوربيك L-ascorbic acid، حمض جليكوليك glycolic acid، صوديوم بولي أكريلات sodium polyacrylate، حمض داي إيثيلين ترائي أمين بنتا أسيتيك diethylene

- 5 (STPP) sodium triphosphate صوديوم تري فوسفات، (DTPA) triamine pentaacetic acid حمض 1-هيدروكسي إيثيلدين-1،1-داي فوسفونيك 1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid (HEDPA)، حمض جاليك gallic acid، حمض كافيك caffeic acid، كيرسيتين quercetin، حمض أوكساليك oxalic acid، أو صوديوم ميتا باي سلفيت (SMBS) sodium metabisulfite. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن معقد الحديد iron complex المذكور الواحد على الأقل: حديد سلفات iron sulfate وحمض سيتريك؛ حديدوز سلفات هبثا هيدرات وحمض سيتريك؛ حديد (II) كلوريد وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك؛ أو حديد (II) كلوريد وحمض نيتريلو تري أسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن تبلغ نسبة الحديد إلى عامل التعقيد من حوالي 1:100 إلى حوالي 1:5. في بعض النماذج، يمكن أن تقوم إضافة معقد الحديد المذكور الواحد على الأقل بتوفير تركيز حديد بمقدار 10000 جزء بالمليون أو أقل في الماء الناتج المعالج. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن الماء الناتج المعالج درجة حموضة تساوي أو أقل من درجة حموضة الماء الناتج غير المعالج. في بعض النماذج، يمكن أن تتم العملية عند درجة حرارة تتفاوت من درجة حرارة الغرفة إلى حوالي 80°م. في بعض النماذج، يمكن أن تتم العملية جزئياً على الأقل في الموقع، عند حقل نفط بري onshore oil field، عند حقل نفط بحري offshore oil field، عند منشأة معالجة، عند بئر صرف، أو عند أي موضع آخر حيث تتم معالجة الماء الناتج. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي الزيادة في جرعة معقد الحديد إلى خفض في لزوجة الماء الناتج. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي الزيادة في جرعة مركب الحديد إلى الزيادة في تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن العملية أيضاً إضافة عامل إخماد quenching agent واحد على الأقل إلى الماء الناتج. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي إضافة عامل الإخماد الواحد على الأقل إلى إبطاء، تقليل، منع، تثبيط و/أو إيقاف تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي إضافة عامل الإخماد الواحد على الأقل إلى تثبيط أو زيادة لزوجة الماء الناتج. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن العملية إضافة عامل إخماد واحد على الأقل إلى الماء الناتج ويمكن أن تتضمن أيضاً إضافة بوليمر قابل للحل بالماء إضافي واحد على الأقل إلى الماء الناتج آنياً مع أو بعد إضافة عامل الإخماد الواحد على الأقل. في بعض النماذج، يمكن أن يتحلل البوليمر القابل للحل بالماء الإضافي بنسبة 50% أو أقل بعد إضافته إلى الماء الناتج المعالج. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن عامل إخماد صوديوم سلفيت sodium sulfite، صوديوم ثيوسلفات

sodium thiosulfate، أمونيوم باي سلفيت ammonium bisulfite، هيدرو كوينون hydroquinone، أو توليفة أو خليط من. في بعض النماذج، يمكن أن تبلغ النسبة المولية لعامل إخماد إلى معقد حديد من حوالي 1:1 إلى حوالي 500:1.

علاوة على ذلك، يتضمن الكشف الحالي بشكل عام تركيبة مناسبة للاستخدام في علاج الماء الناتج،

5 تتضمن: واحد أو أكثر من عوامل إخماد؛ وواحد أو كل من: (أ) واحد أو أكثر من معقدات حديد

iron complexes تتضمن مركب حديد iron compound وعامل تعقيد؛ و(ب) واحد أو أكثر من

بوليمرات قابلة للحل بالماء. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن مركب الحديد المذكور حديد سلفات،

حديدوز سلفات هبتا هيدرات، أو حديد (II) كلوريد. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن عامل

التعقيد المذكور حمض سيتريك، حمض إيثيلين داي أمين تترأ أسيتيك، حمض نيتريلو تري أسيتيك،

10 صوديوم أسيتات، حمض لأكتيك، حمض L-جلوتاميك، حمض L-أسكوربيك، حمض جليكوليك،

صوديوم بولي أكريلات، حمض داي إيثيلين تري أمين بنتا أسيتيك، صوديوم تري فوسفات، حمض

1-هيدروكسي إيثيلدين-1،1-داي فوسفونيك، حمض جاليك، حمض كافيك، كيرسيتين، حمض

أوكساليك، أو صوديوم ميتا باي سلفيت. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن معقد الحديد المذكور

الواحد على الأقل: حديد سلفات وحمض سيتريك؛ حديدوز سلفات هبتا هيدرات وحمض سيتريك؛

15 حديد (II) كلوريد وحمض إيثيلين داي أمين تترأ أسيتيك؛ أو حديد (II) كلوريد وحمض نيتريلو تري

أسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن تبلغ نسبة الحديد إلى عامل التعقيد من حوالي 1:100 إلى

حوالي 1:5. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن عامل الإخماد المذكور صوديوم سلفيت، صوديوم

ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت، هيدرو كوينون، أو توليفة أو خليط من. في بعض النماذج، يمكن

أن تبلغ النسبة المولية لعامل الإخماد المذكور إلى معقد الحديد المذكور من حوالي 1:1 إلى حوالي

20 500:1.

شرح مختصر للرسومات

الشكل 1 يشرح التغير في اللزوجة الناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف

هوائية مع معقد حديد، وفقا للمثال 1.

الشكل 2 يشرح التغير في اللزوجة الناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف

25 هوائية مع معقد حديد، وفقا للمثال 1.

الشكل 3 يشرح التغير في اللزوجة ودرجة حموضة ناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف هوائية مع معقد حديد، وفقا للمثال 2. تمثل الدوائر السوداء في الشكل 3 قيم لزوجة، وتمثل المثلثات السوداء في الشكل 3 قيم درجة الحموضة.

الشكل 4 يشرح التغير في اللزوجة ودرجة حموضة ناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة مع معقد حديد، وفقا للمثال 3. تمثل الدوائر السوداء في الشكل 4 قيم لزوجة، وتمثل المثلثات السوداء في الشكل 4 قيم درجة الحموضة.

الشكل 5 أ يشرح لزوجة العديد من عينات الماء الناتج الزائفة بعد عملية المعالجة المثالية في ظروف لاهوائية مع العديد من معقدات الحديد، وفقا للمثال 4.

الشكل 5 ب يشرح لزوجة العديد من عينات الماء الناتج الزائفة بعد عملية المعالجة المثالية في ظروف لاهوائية مع العديد من معقدات الحديد، وفقا للمثال 4.

الشكل 6 يشرح التغير في اللزوجة الناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية مع معقد حديد، وفقا للمثال 5.

الشكل 7 يشرح التغير في اللزوجة الناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية عند العديد من درجات الحرارة مع معقد حديد، وفقا للمثال 7.

الشكل 8 يشرح نسبة لزوجة تم الحصول عليها عند المعالجة المثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية مع معقد حديد تم علاجها أكثر بالعديد من عوامل الإخماد المثالية، وفقا للمثال 8.

الشكل 9 يشرح قيم اللزوجة ودرجة الحموضة في مقابل الزمن ناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية مع معقد حديد، وفقا للمثال 9. تمثل الدوائر السوداء في الشكل 9 قيم لزوجة، وتمثل المربعات السوداء في الشكل 9 قيم درجة الحموضة.

الشكل 10 يشرح قيم اللزوجة ودرجة الحموضة في مقابل الزمن ناتجة من معالجة مثالية لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية مع معقد حديد التي تم علاجها أكثر بعامل إخماد مثالي، وفقا للمثال 9. تمثل الدوائر السوداء في الشكل 10 قيم لزوجة، وتمثل المربعات السوداء في الشكل 10 قيم درجة الحموضة.

الشكل 11 يشرح قيم اللزوجة ودرجة الحموضة في مقابل الزمن لعينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية بدون معالجة، أي، بدون إضافة معقد حديد أو عامل إخماد، وفقا للمثال 9. تمثل الدوائر السوداء في الشكل 11 قيم اللزوجة، وتمثل المربعات السوداء في الشكل 11 قيم درجة الحموضة.

الوصف التفصيلي:

تتضمن العديد من العمليات الصناعية مثل استخلاص النفط المحسن استخدام ماء، غالبا بكميات وافرة، في توليفة مع واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء، مثلا، بوليمرات إكساب للزوجة أو إكساب قوام viscosifying or thickening polymers. غالبا ما تمثل البوليمرات القابلة للحل بالماء خلال واحد أو أكثر من تيارات المخلفات التي تؤدي إلى تيارات مائية أو "الماء الناتج" التي تتضمن لزوجة غير مطلوبة و/أو نقاء لإعادة الاستخدام أو الإطلاق إلى البيئة.

بالتالي أحد أهداف الاختراع هو توفير طرق جديدة لعلاج هذه المياه الناتجة لخفض لزوجتها و/أو لتحليل جزء على الأقل من البوليمرات القابلة للحل بالماء المتضمنة فيها، مثلا، بحيث يمكن إعادة استخدام الماء في العمليات الصناعية الأخرى و/أو يتم إطلاقها إلى البيئة.

بشكل أكثر تحديدا الهدف من الاختراع هو توفير عمليات وتركيبات لعلاج الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء، تتضمن علاج الماء الناتج مع واحد أو أكثر من معقدات الحديد وتحلل جزء على الأقل من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء.

التعريفات

حسب الاستخدام هنا تشير الصيغ المفردة إلى الصيغ الجمع ما لم يبدي السياق غير ذلك صراحة. 15 تم استخدام كل المصطلحات التقنية والعلمية المستخدمة هنا كما هو مفهوم للخبير في المجال الذي ينتمي إليه هذا مالم يبدي السياق غير ذلك.

حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "استخلاص النفط المحسن" أو "EOR" (المشار إليه أحيانا بـ استخلاص النفط المطور improved oil recovery ("IOR") أو إنتاج النفط المعدني الثلاثي tertiary mineral oil) بشكل عام إلى تقنيات لزيادة مقدار البترول غير المكرر (مثلا، النفط الخام) الذي يمكن استخلاصه من خزان النفط oil reservoir، مثل حقل نفط oil field. تتضمن الأمثلة على 20 تقنيات استخلاص النفط المحسنة، مثلا، حقن الغاز القابل للخلط (مثلا، الغمر بثاني أكسيد الكربون)، الحقن الكيماوي (المشار إليه أحيانا باستخلاص النفط المحسن الكيماوي المحسن chemical enhanced oil recovery ("CEOR")، والذي يتضمن، مثلا، غمر بوليمر polymer flooding، غمر قلوي alkaline flooding، غمر مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant flooding، غمر بوليمر غرواني micellar polymer flooding، عمليات تحكم توافق conformance control 25 operations، بالإضافة إلى توليفات منها مثل غمر بوليمر قلوي alkaline-polymer flooding أو

- غمر بوليمر قلوي-مادة خافضة للتوتر السطحي (alkaline-surfactant-polymer flooding)، حقن ميكروبي microbial injection، واستخلاص حراري thermal recovery (مثلاً، تيار حلقي cyclic steam، غمر بخاري steam flooding، أو غمر ناري fire flooding). في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن عملية استخلاص النفط المحسنة عملية غمر بوليمر ("P")، عملية غمر بوليمر قلوي surfactant-polymer 5 ("AP") alkaline-polymer، عملية غمر مادة خافضة للتوتر السطحي-بوليمر alkaline-surfactant-polymer ("SP")، عملية غمر قلوي-مادة خافضة للتوتر السطحي-بوليمر ("ASP")، عملية تحكم توافق conformance control operation، أو أي توليفة مما سبق.
- حسب الاستخدام هنا، تشير المصطلحات "غمر بوليمر" أو "بوليمر غمر" بشكل عام إلى تقنية استخلاص النفط المحسنة كيميائية محسنة والتي تتضمن بشكل مثالي حقن مائع مائي الذي تم تلزيجه مع واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء خلال حقن ثقب الحفر في خزان النفط لنقل النفط المتبقي بعد الاستخلاص الأولي و/أو الثانوي. كنتيجة عامة من حقن واحد أو أكثر من البوليمرات، يمكن توجيه النفط في اتجاه ثقب حفرة الإنتاج، ويمكن إنتاج النفط خلال ثقب حفرة الإنتاج. تم الكشف عن تفاصيل غمر البوليمر والبوليمرات المناسبة لهذه الغرض، مثلاً، في "Petroleum, Enhanced Oil Recovery, Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, online edition, John Wiley & Sons, 2010"، والتي تم دمجها هنا بالإشارة إليها 10 15 كمرجع كاملة.
- يمكن حقن واحد أو أكثر من المواد الخافضة للتوتر السطحي Surfactants (أو المكونة في الموقع) كجزء من تقنية استخلاص النفط المحسنة. يمكن أن تعمل المواد الخافضة للتوتر السطحي لخفض التوتر السطحي البيني بين النفط والماء، والذي يمكنه خفض الضغط المعابر وتحسين نقل النفط. يمكن حقن المواد الخافضة للتوتر السطحي مع بوليمرات (مثلاً، غمر مادة خافضة للتوتر السطحي-بوليمر)، أو المكونة في الموقع (مثلاً، غمر بوليمر قلوي)، أو توليفة منه (مثلاً، غمر بوليمر قلوي-مادة خافضة للتوتر السطحي). حسب الاستخدام هنا، تتضمن المصطلحات "غمر بوليمر" و"غمر بالبوليمر" كل تقنيات استخلاص النفط المحسنة. 20
- حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "مونومر monomer" بشكل عام إلى مونومرات غير أيونية nonionic monomers، مونومرات أنيونية anionic monomers، مونومرات كاتيونية cationic 25

monomers، مونومرات زويترونية zwitterionic monomers، مونومرات بيتايين betaine monomers، ومونومرات زوج أيون مذذب amphoteric ion pair monomers.

حسب الاستخدام هنا، يتم استخدام المصطلحات "بوليمر"، "بوليمرات polymers"، "بوليمرية"، والمصطلحات المشابهة في معناها العادي كما هو مفهوم بواسطة الخبير في المجال، وبالتالي يمكن

5 استخدامه هنا للإشارة إلى أو وصف جزيء كبير (أو مجموعة من هذه الجزيئات) التي يمكن أن تتضمن وحدات متكررة. يمكن تكوين بوليمرات بالعديد من الطرق، شاملة بواسطة بلمرة مونومرات و/أو بواسطة التعديل الكيماوي لواحد أو أكثر من الوحدات المتكررة لبوليمر المادة الكاشفة. ما لم يتم تحديد غير ذلك، يمكن أن يتضمن بوليمر "بوليمر متجانس" الذي يمكن أن يتضمن أساسا وحدات متكررة متطابقة أساسا والتي يمكن تكوينها ، مثلا، بواسطة البلمرة، مونومر معين. ما لم يتم تحديد 10 غير ذلك، يمكن أن يتضمن البوليمر أيضا "بوليمر مشترك" الذي يمكن أن يتضمن اثنين أو أكثر من الوحدات المتكررة المختلفة التي يمكن تكوينها بواسطة، مثلا، البلمرة المشتركة، لاثنيين أو أكثر من المونومرات المختلفة، و/أو بواسطة التعديل الكيماوي لواحد أو أكثر من الوحدات المتكررة لبوليمر المادة الكاشفة precursor polymer. ما لم يتم تحديد غير ذلك، يمكن أيضا أن يتضمن بوليمر أو بوليمر مشترك أيضا "بوليمر ثلاثي" الذي يمكن أن يتضمن بوليمرات يمكن أن تتضمن ثلاثة أو أكثر 15 الوحدات المتكررة المختلفة. يقصد بالمصطلح "بوليمر" حسب الاستخدام هنا أن يتضمن كل من صور حمض البوليمر بالإضافة إلى العديد من أملاحها. يمكن أن تكون البوليمرات متذبذبة في طبيعتها، ذلك أنها، تحتوي على كل من البدائل الأنيونية والكاتيونية، على الرغم من عدم وجود ضرورة لاستخدام نفس النسب.

حسب الاستخدام هنا يشير المصطلح "مونومر غير أيوني nonionic monomer" بشكل عام إلى مونومر يتضمن شحنة متعادلة. يمكن أن تتضمن المونومرات غير الأيونية المثالية ولكنها غير مقيدة 20 بمونومرات تتضمن تلك المختارة من المجموعة المكونة من أكريلاميد acrylamide ("AMD")،

ميثاكريلاميدو methacrylamido، فينيل vinyl، أليل، إيثيل، وما شابه، ويمكن استخدام كل منها بسلسلة جانبية مختارة من، مثلا، ألكيل، أريل ألكيل، داي ألكيل، إيثوكسيل allyl، و/أو مجموعة 25 كارهة للماء. في أحد النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن مونومر غير أيوني nonionic monomer أكريلاميد. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن المونومرات غير الأيونية nonionic monomers ولكنها غير مقيدة بفينيل أميد vinyl amide تتضمن (مثلا، أكريلاميد، ميثاكريلاميد

- 5 N-methylacrylamide ،N-methacrylamide ،N،N-داي ميثيل أكريلاميد N,N- (dimethylacrylamide)، أكريلويل مورفولين acryloylmorpholine، أكريلات acrylate، ماليك أنهيدريد maleic anhydride، N-فينيل بيروليدون N-vinylpyrrolidone، فينيل أسيتات vinyl acetate، N-فينيل فورماميد N-vinyl formamide ومشتقاتها، مثل هيدروكسي إيثيل (ميثيل أكريلات (I) $\text{CH}_2=\text{CR}-\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ hydroxyethyl (methyl)acrylate و $\text{CH}_2=\text{CR}-$ (II) $\text{CO}-\text{N}(\text{Z}_1)(\text{Z}_2)$ (ميثيل) أكريلاميد (methyl)acrylamide مستبدل عند الطرف N- (II). $\text{R}=\text{H}$ أو Me؛ $\text{Z}_1=5-15\text{C}$ ألكيل alkyl؛ C_3-1 ألكيل مستبدل بواسطة 1-3 فينيل، فينيل أو 6- C_{12} سيكلو ألكيل cycloalkyl (كل منها مستبدل اختياريًا) و $\text{Z}_2=\text{H}$ ؛ أو Z_1 و Z_2 كل منها عبارة عن 3-10 C_{10} ألكيل ؛ (II) عبارة عن N-ترت. هكسيل hexyl، ترت. أوكتيال tert. octyl، ميثيل أونديسيل methylundecyl، سيكلو هكسيل cyclohexyl، بنزيل benzyl، داي فينيل ميثيل diphenylmethyl أو تراي فينيل أكريلاميد triphenyl acrylamide. تتضمن المونومرات غير الأيونية Nonionic monomers داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات dimethylaminoethylacrylate داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات dimethylaminoethyl methacrylate ("DMAEMA")، داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات ("DMAEM")، N-أيزو بروبيل أكريلاميد N-isopropylacrylamide و N-فينيل فورماميد N-vinyl formamide. يمكن دمج مونومرات غير أيونية مثلًا تشكل بوليمر ثلاثي terpolymer من أكريلاميد، N-فينيل فورماميد، وحمض أكريليك acrylic acid.
- 20 حسب الاستخدام هنا، يمكن أن يشير المصطلح "مونومرات أنيونية" إلى إما مونومرات أنيونية والتي تكون أنيونية أساسًا كليًا أو (في معايرة) جزئية، عند درجة حموضة في نطاق حوالي 4.0 إلى حوالي 9.0. يمكن أن تكون "المونومرات الأنيونية" متعادلة عند درجة حموضة منخفضة (من درجة حموضة حوالي 2 إلى حوالي 6)، أو إلى مونومرات أنيونية أنيونية عند درجة حموضة منخفضة.
- 25 تتضمن الأمثلة على المونومرات الأنيونية التي يمكن استخدامها هنا ولكنها غير مقيدة بتلك التي تتضمن مونومرات أكريليك acrylic، ميثاكريليك methacrylic، ماليك maleic وما شابه، كالسيوم داي أكريلات calcium diacrylate، و/أو أي مونومر مستبدل بمجموعة حمض كربوكسيلي carboxylic acid أو ملح منه. في بعض النماذج، يمكن أن تكون هذه المونومرات الأنيونية anionic monomers مستبدل مع مجموعة حمض كربوكسيلي وتتضمن، مثلًا، حمض أكريليك، وحمض ميثاكريليك methacrylic acid. في بعض النماذج، مونومر أنيوني الذي يمكن استخدامه هنا عبارة

- عن مونومر (ميث)أكريلاميد (meth)acrylamide monomer حيث تم تمييه مجموعة الأميد amide إلى مجموعة كربوكسيل carboxyl. يمكن أن يكون هذا المونومر مشتق من أو ملح من مونومر وفقا لأي من النماذج. تتضمن الأمثلة الإضافية على المونومرات الأنيونية ولكنها غير مقيدة بتلك التي تتضمن أحماض سلفونيك أو مجموعة حمض سلفونيك sulfonic acids، أو كلاهما. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن مونومرات أنيونية anionic monomers التي يمكن استخدامها هنا وظيفة سلفونيك التي يمكن أن تتضمن، مثلا، حمض 2-أكريلاميدو-2-ميثيل بروبان سلفونيك 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid (حمض أكريلاميدو ثلاثي بيوتيل سلفونيك acrylamido tertiary butyl sulfonic acid أو "ATBS"). في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن المونومرات الأنيونية أحماض عضوية organic acids. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن المونومرات الأنيونية حمض أكريليك acrylic acid، حمض ميثاكريليك methacrylic acid، حمض ماليك maleic acid، حمض إيتاكونيك itaconic acid، حمض أكريلاميدو 2-ميثيل بروبان سلفونيك acrylamido methylpropane sulfonic acid، حمض فينيل فوسفونيك vinylphosphonic acid، حمض ستيرين سلفونيك styrene sulfonic acid وأملاح منها مثل صوديوم sodium، أمونيوم ammonium وبوتاسيوم potassium. يمكن دمج مونومرات أنيونية مثلا لتكوين بوليمر ثلاثي من أكريلاميد، حمض أكريليك وحمض 2-أكريلاميدو-2-ميثيل بروبان سلفونيك 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid.
- حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "مونومر كاتيوني cationic monomer" بشكل عام إلى مونومر يتضمن شحنة إيجابية. تتضمن الأمثلة على مونومرات كاتيونية cationic monomers ولكنها غير مقيدة بتلك تتضمن أكريلويل أوكسي إيثيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد acryloyloxy ethyl trimethyl ammonium chloride ("AETAC")، ميثاكريلويل أوكسي إيثيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد methacryloyloxyethyltrimethylammonium chloride، ميثاكريلاميدوبروبيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد methacrylamidopropyltrimethylammonium chloride ("MAPTAC")، أكريلاميدوبروبيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد acrylamidopropyltrimethylammonium chloride، ميثاكريلويل أوكسي إيثيل داي ميثيل أمونيوم سلفات methacryloyloxyethyldimethylammonium sulfate، داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات dimethylaminoethyl acrylate، داي ميثيل أمينو بروبيل

ميثاكريلاميد dimethylaminopropylmethacrylamide، Q6، Q6o 4، و/أو داي أليل داي ميثيل أمونيوم كلوريد diallyldimethylammonium chloride ("DADMAC").

يمكن أن تتضمن المونومرات الكاتيونية المذكورة ولكنها غير مقيدة بتلك التي تتضمن داي ألكيل أمينو ألكيل أكريلات dialkylaminoalkyl acrylates وميثاكريلات methacrylates وأملاح رباعية وحمضية منها، شاملة، ولكنها غير مقيدة بـ، ملح داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات ميثيل كلوريد رباعي

5 dimethylaminoethyl acrylate methyl chloride quaternary salt ("MCQ.DMAEA")، ملح داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات ميثيل سلفات رباعي dimethylaminoethyl acrylate methyl sulfate quaternary salt ("MCQ.DMAEM")، ملح داي ميثي أمينو إيثيل أكريلات بنزيل كلوريد رباعي dimethylaminoethyl acrylate benzyl chloride quaternary salt ("BCQ.DMAEA")، ملح

10 حمض داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات سلفريك dimethylaminoethyl acrylate sulfuric acid salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات هيدرو كلوريك dimethylaminoethyl acrylate hydrochloric acid salt، داي إيثيل أمينو إيثيل أكريلات diethylaminoethyl acrylate، ملح ميثيل

كلوريد رباعي methyl chloride quaternary salt، داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات ملح ميثيل كلوريد رباعي dimethylaminoethyl methacrylate methyl chloride quaternary salt، ملح داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات ميثيل سلفات رباعي dimethylaminoethyl methacrylate methyl sulfate quaternary salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات سلفريك dimethylaminoethyl methacrylate sulfuric acid salt، ملح

15 ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات ميثيل سلفات رباعي dimethylaminoethyl methacrylate methyl sulfate quaternary salt، ملح داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات بنزيل كلوريد رباعي dimethylaminoethyl methacrylate benzyl chloride quaternary salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات سلفريك dimethylaminoethyl methacrylate sulfuric acid salt، ملح

حمض داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات هيدرو كلوريك dimethylaminoethyl methacrylate hydrochloric acid salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات هيدرو كلوريك dimethylaminoethyl methacrylate hydrochloric acid salt، داي ألكيل أمينو ألكيل أكريلاميد dialkylaminoalkylacrylamides أو ميثاكريلاميد methacrylamides وأملاح رباعية وحمضية منها

مثل اكريلاميدوبروبيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد acrylamidopropyltrimethylammonium chloride، ملح داي ميثيل أمينو بروبييل أكريلاميد ميثيل سلفات رباعي dimethylaminopropyl acrylamide methyl sulfate quaternary salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو بروبييل أكريلاميد dimethylaminopropyl acrylamide sulfuric acid salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو

20 25 سلفريك dimethylaminopropyl acrylamide sulfuric acid salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو بروبييل أكريلاميد dimethylaminopropyl acrylamide methyl sulfate quaternary salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو بروبييل أكريلاميد dimethylaminopropyl acrylamide sulfuric acid salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو

- بروبيل أكريلاميد هيدرو كلوريك dimethylaminopropyl acrylamide hydrochloric acid salt،
ميثاكريلاميدوبروبيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد methacrylamidopropyltrimethylammonium
chloride، ملح داي ميثيل أمينو بروبيل ميثاكريلاميد ميثيل سلفات رباعي dimethylaminopropyl
methacrylamide methyl sulfate quaternary salt، ملح حمض داي ميثيل أمينو بروبيل
ميثاكريلاميد سلفريك dimethylaminopropyl methacrylamide sulfuric acid salt، ملح حمض 5
داي ميثيل أمينو بروبيل ميثاكريلاميد هيدرو كلوريك dimethylaminopropyl methacrylamide
hydrochloric acid salt، داي إيثيل أمينو إيثيل أكريلات diethylaminoethylacrylate، داي إيثيل
أمينو إيثيل ميثاكريلات diethylaminoethylmethacrylate ومركبات داي أليل داي ألكيل أمونيوم
هاليد diallyldialkylammonium halides مثل داي أليل داي إيثيل أمونيوم كلوريد
diallyldiethylammonium chloride وداي أليل داي ميثيل أمونيوم كلوريد diallyldimethyl 10
ammonium chloride. يمكن أن تكون مجموعات ألكيل بشكل عام ولكنها غير مقيدة بتلك التي
تتضمن مجموعات C_1-8 ألكيل. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن المونومرات الكاتيونية أملاح
أمونيوم رباعية quaternary ammonium أو أملاح حمضية من فينيل أميد vinyl amide، فينيل
حمض كربوكسيلي vinyl carboxylic acid، ميثاكريلات methacrylate ومشتقاتها. يمكن أن تتضمن
المونومرات الكاتيونية المثالية ولكنها غير مقيدة بمونومرات تتضمن تلك المختارة من المجموعة 15
المكونة من ملح داي ميثيل أمينو إيثيل أكريلات ميثيل كلوريد رباعي dimethylaminoethylacrylate
methyl chloride quaternary salt، داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات ملح ميثيل كلوريد رباعي
dimethylaminoethylmethacrylate methyl chloride quaternary salt، وداي أليل داي ميثيل
أمونيوم كلوريد diallyldimethyl ammonium chloride. يمكن دمج مونومرات كاتيونية، مثلاً لتكوين
بوليمر ثلاثي من داي ميثيل أمينو إيثيل ميثاكريلات ملح ميثيل كلوريد رباعي 20
dimethylaminoethylmethacrylate methyl chloride quaternary salt، وداي أليل داي ميثيل
أمونيوم كلوريد وأكريلاميد.

- يشير المصطلح "بوليمر قابل للحل بالماء water-soluble polymer" بشكل عام إلى أي بوليمر يمكنه
الذوبان و/أو التشتت في الماء. يمكن أن تقوم البوليمرات المذكورة بتعديل الخواص الفيزيائية للنظام
المائي الخاضع لتكوين جل، إكساب قوام، إكساب اللزوجة viscosification، أو الاستحلاب/التثبيت 25
emulsification/stabilization. يمكن أن تقوم البوليمرات المذكورة بتنفيذ تشكيلة من الوظائف، شاملة

ولكنها غير مقيدة بالاستخدام مثل عوامل التثبيث والتعليق dispersing and suspending agents، مواد التثبيث stabilizers، مواد إكساب القوام thickeners، مواد إكساب اللزوجة viscosifiers، مواد تكوين الجل gellants، مواد الندف flocculants ومواد التخثير coagulants، مواد تكوين الغشاء film-formers، مواد الترطيب humectants، مواد ربط binders، ومواد مزقة lubricants.

5 في سياق غمر البوليمر، يمكن أن يتضمن بوليمر قابل للحل بالماء مثالي، ولكنه غير مقيد بشاملة، واحد أو أكثر من بولي أكريلاميد polyacrylamide عالي الوزن الجزيئي و/أو بوليمرات مشتركة copolymers من أكريلاميد ومونومرات أخرى، مثلاً، حمض فينيل سلفونيك vinylsulfonic acid أو حمض أكريليك. يمكن أن يكون البولي أكريلاميد عبارة عن بولي أكريلاميد متميه جزئياً، حيث تم تميه بعض وحدات أكريلاميد إلى حمض أكريليك. يمكن استخدام بوليمرات طبيعية المنشأ، مثلاً زانثان xanthan أو بولي جليكوسيل جلوكان polyglycosylglucan، كما هو موضح، مثلاً، بواسطة براءة الاختراع الأمريكية رقم 6,391,596 ب1 أو براءة الاختراع الكندية 832 277، والتي تم دمجها بالإشارة إليها كمراجع.

10 في النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن بوليمر قابل للحل بالماء واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشارك) acrylamide (co)polymers. في النماذج المثالية، يمكن أن يكون واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشارك) عبارة عن بوليمر مفيد لتطبيقات استخلاص النفط المحسن. في نموذج معين، البوليمر القابل للحل بالماء عبارة عن بولي أكريلاميد عالي الوزن الجزيئي أو منتجات متميهة جزئياً منها.

20 وفقاً للنماذج المثالية، يمكن اختيار واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشارك) من البوليمرات القابلة للحل بالماء أكريلاميد (مشارك). في العديد من النماذج، يمكن أن تتضمن بوليمرات أكريلاميد (مشارك) على الأقل 30% بالوزن، أو على الأقل 50% بالوزن وحدات أكريلاميد نسبة إلى المقدار الكلي من كل الوحدات المونومرية في البوليمر (مشارك).

اختيارياً، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشارك) أكريلاميد ومونومر إضافي واحد على الأقل. في النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن بوليمر أكريلاميد (مشارك) أقل من حوالي 50%، أو أقل من حوالي 40%، أو أقل من حوالي 30%، أو أقل من حوالي 20% بالوزن من مونومر إضافي واحد على الأقل. في النماذج المثالية، يمكن أن يكون المونومر الإضافي قابل للحل في الماء، مونومر غير مشبع بإيثيلين monoethylenically unsaturated monomers، تحديداً غير

مشبع بمونو إيثيلين. يمكن أن تكون المونومرات الإضافية القابلة للحل في الماء المثالية قابلة للخلط بالماء بأي نسبة، ولكنها مناسبة بشكل مثالي بحيث تذوب مونومرات في الطور المائي للبلزمة مع أكريلاميد. بشكل عام، يمكن أن تبلغ ذوبانية هذه المونومرات الإضافية في الماء عند درجة حرارة الغرفة على الأقل 50 جرام/لتر، بشكل مفضل على الأقل 150 جرام/لتر وبشكل أفضل على الأقل 250 جرام/لتر. 5

يمكن أن تتضمن المونومرات المثالية القابلة للحل في الماء واحد أو أكثر من المجموعات الآلفة للماء. يمكن أن تكون المجموعات الآلفة للماء عبارة عن مجموعات وظيفية والتي يمكن أن تتضمن ذرات مختارة من المجموعة -O، -N، -S، أو -P. تتضمن الأمثلة غير المقيدة على هذه المجموعات الوظيفية مجموعات كربونيل $C=O$ ، مجموعات إيثر -O-، تحديدا مجموعات بولي إيثيلين أوكسيد polyethylene oxide $-(CH_2-CH_2-O)_n-$ ، حيث n بشكل مفضل عبارة عن عدد من 1 إلى 200، مجموعات هيدروكسي hydroxy $-OH$ ، مجموعات إستر ester $-O(O)C-$ ، مجموعات أمينو amino ثنائية أو ثلاثية، مجموعات أمونيوم ammonium، مجموعات أميد $-C(O)-NH-$ أو مجموعات حمض مثل مجموعات كربوكسيل carboxyl $-COOH$ ، مجموعات حمض سلفونيك sulfonic acid $-SO_3H$ ، فوسفونيك phosphonic مجموعات حمض $-PO_3H_2$ أو حمض مجموعات فوسفوريك phosphoric acid groups $-OP(OH)_3$. 10

تتضمن مجموعات حمض مونومرات غير مشبعة بمونو إيثيلين مونومرات تتضمن المجموعات -COOH، مثل حمض أكريليك أو حمض ميثاكريليك methacrylic acid، حمض كروتونيك crotonic acid، حمض إيتاكونيك itaconic acid، حمض ماليك maleic acid أو حمض فيوماريك fumaric acid، مونومرات تتضمن مجموعات حمض سلفونيك sulfonic acid، مثل حمض فينيل سلفونيك vinylsulfonic acid، حمض أليل سلفونيك allylsulfonic acid، حمض 2-أكريلاميدو-2-ميثيل بروبان سلفونيك 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid، حمض 2-ميثاكريلاميدو-2-ميثيل بروبان سلفونيك 2-methacrylamido-2-methylpropanesulfonic acid، حمض 2-أكريلاميدو بيوتان سلفونيك acrylamidobutanesulfonic acid، حمض 3-أكريلاميدو-3-ميثيل بيوتان سلفونيك 3-acrylamido-3-methylbutanesulfonic acid أو حمض 2-أكريلاميدو-2،4،4-تراي ميثيل بنتان سلفونيك 2-acrylamido-2،4،4-trimethylpentanesulfonic acid، أو مونومرات تتضمن مجموعات حمض فوسفونيك phosphonic acid، مثل حمض فينيل فوسفونيك، حمض أليل 25

فوسفونيك allylphosphonic acid، أحماض N-(ميث)أكريلاميدو ألكيل فوسفونيك N-methacrylamidoalkylphosphonic acids أو أحماض (ميث)أكريلويل أوكسي ألكيل فوسفونيك (meth)acryloyloxyalkylphosphonic acids. يمكن استخدام المونومرات المذكورة كملاح.

يمكن الحصول على مجموعات COOH- في بولي بوليمرات أكريلاميد (مشارك) فقط بواسطة البلمرة المشتركة أكريلاميد ومونومرات تتضمن مجموعات COOH- ولكن أيضا بواسطة تمييه مشتقات مجموعات COOH- بعد البلمرة. مثلا، يمكن تمييه مجموعات أميد NH₂-CO- من أكريلاميد وبالتالي تعطي مجموعات COOH-.

أيضا تم ذكر مونومرات عبارة عن مشتقات أكريلاميد، مثل، مثلا، N-ألكيل أكريلاميد N-alkyl acrylamides و N-ألكيل أكريلاميد رباعية N-alkyl quaternary acrylamides، حيث يمكن أن تكون مجموعة ألكيل عبارة عن C₂₈-C₂؛ N-ميثيل (ميث)أكريلاميد N-methyl(meth)acrylamide،

N،N'-داي ميثيل (ميث)أكريلاميد N,N'-dimethyl(meth)acrylamide، و N-ميثيلول أكريلاميد N-methylol acrylamide، مشتقات N-فينيل N-vinyl مثل N-فينيل فورماميد N-vinylformamide، N-فينيل أسيتاميد N-vinylacetamide، N-فينيل بيروليديون N-vinylpyrrolidone أو N-فينيل كابرولاكتام N-vinylcaprolactam؛ ومركبات فينيل إستر vinyl esters، مثل فينيل فورمات vinyl formate أو فينيل أسيتات vinyl acetate. يمكن تمييه مشتقات N-فينيل بعد البلمرة إلى وحدات فينيل أمين vinylamine units، مركبات فينيل إستر vinyl esters إلى وحدات كحول فينيل vinyl alcohol units.

يمكن أن تتضمن المونومرات المثالية الأخرى مونومرات تتضمن مجموعات هيدروكسي و/أو إيثر، مثلا، هيدروكسي إيثيل (ميث)أكريلات hydroxyethyl(meth)acrylate، هيدروكسي بروبيل (ميث)أكريلات hydroxypropyl(meth)acrylate، كحول أليل allyl alcohol، هيدروكسي فينيل إيثيل إيثر hydroxyvinyl ethyl ether، هيدروكسيل فينيل بروبيل إيثر hydroxyl vinyl propyl ether، هيدروكسي فينيل بيوتيل إيثر hydroxyvinyl butyl ether أو بولي إيثيلين أوكسيد (ميث)أكريلات polyethyleneoxide(meth)acrylates.

يمكن أن تتضمن المونومرات المثالية الأخرى مونومرات تتضمن مجموعات أمونيوم ammonium أي، مونومرات تتضمن مجموعات كاتيونية. تتضمن الأمثلة على المونومرات المذكورة أملاح من 3-تري ميثيل أمونيوم بروبيل أكريلاميدات 3-trimethylammonium propylacrylamides أو 2-

تراي ميثيل أمونيوم إيثيل (ميث)أكريلات 2-trimethylammonium ethyl(meth)acrylates، مثلا مركبات كلوريد chlorides المناظرة، مثل 3-تراي ميثيل أمونيوم بروبيل أكريلاميد كلوريد 3-(DIMAPAQUAT) trimethylammonium propylacrylamide chloride، و2-تراي ميثيل أمونيوم إيثيل ميثاكريلات كلوريد 2-trimethylammonium ethyl methacrylate chloride (QUAT-MADAME). 5

يمكن أن تتضمن المونومرات المثالية الأخرى مونومرات يمكنها التسبب في الربط الكاره للماء للبوليمر (المشترك). يمكن أن تتضمن هذه المونومرات، بالإضافة إلى مجموعة إيثيلية ethylenic وجزء ألف للماء، جزء كاره للماء. تم الكشف عن هذه المونومرات، مثلا، في براءة الاختراع الدولية رقم 1069477/2012 أ1، والتي تم دمجها هنا بالإشارة إليها كليا.

10 في النماذج المثالية المعينة، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك) اختياريًا مونومرات ربط تساهمي crosslinking monomers، أي، مونومرات تتضمن أكثر من مجموعة واحدة قابلة للبلورة. في النماذج المعينة، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك) اختياريًا مونومرات ربط تساهمي بمقدار أقل من حوالي 0.5 %، أو حوالي 0.1 %، بالوزن، بناء على مقدار كل مونومرات.

15 في أحد النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك) مونومر غير مشبع بمونو إيثيلين واحد على الأقل يتضمن مجموعات حمض، مثلا مونومرات تتضمن مجموعة واحدة على الأقل مختارة من COOH- ، $\text{SO}_3\text{H-}$ أو $\text{PO}_3\text{H}_2\text{-}$. يمكن أن تتضمن الأمثلة على هذه المونومرات، ولكنها غير مقيدة بـ، حمض أكريليك، حمض ميثاكريليك، حمض فينيل سلفونيك، حمض أليل سلفونيك أو حمض 2-أكريلاميدو 2-ميثيل بروبان سلفونيك، تحديدا بشكل مفضل حمض أكريليك و/أو حمض 2-أكريلاميدو 2-ميثيل بروبان سلفونيك، وحمض أكريليك أو أملاح منها. في أحد النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك)، أو كل من واحد أو أكثر من أكريلاميد بوليمرات (مشتركة)، حمض 2-أكريلاميدو 2-ميثيل بروبان سلفونيك أو أملاح منها. يمكن أن يبلغ مقدار هذه المونومرات تتضمن مجموعات حمض من حوالي 0.1 % إلى حوالي 70 %، حوالي 1 % إلى حوالي 50 %، أو حوالي 10 % إلى حوالي 50 % بالوزن بناء على مقدار كل مونومرات. 25

في أحد النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك) من حوالي 50% إلى حوالي 90% بالوزن من وحدات أكريلاميد ومن حوالي 10% إلى حوالي 50% بالوزن من وحدات حمض أكريليك و/أو أملاح منظره منها. في أحد النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك) من حوالي 60% إلى 80% بالوزن من وحدات أكريلاميد ومن 20% إلى 40% بالوزن من وحدات حمض أكريليك. 5

في النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك) متوسط وزن جزيئي weight average molecular weight (M_w) بمقدار أكبر من حوالي 5000000 دالتون، أو أكبر من حوالي 10000000 دالتون، أو أكبر من حوالي 15000000 دالتون، أو أكبر من حوالي 20000000 دالتون، أو أكبر من حوالي 25000000 دالتون.

10 حسب الاستخدام هنا، تشير المصطلحات "بولي أكريلاميد polyacrylamide" أو "PAM" بشكل عام إلى بوليمرات وبوليمرات مشتركة تتضمن شقوق أكريلاميد، وتتضمن المصطلحات أي بوليمرات أو بوليمرات مشتركة تتضمن شقوق أكريلاميد، مثلاً، واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك). علاوة على ذلك، يمكن أن يتضمن بولي أكريلاميدات polyacrylamides (PAMs) أي من البوليمرات أو بوليمرات مشتركة محددة هنا. بشكل إضافي، بولي أكريلاميدات الموضح هنا، مثلاً، يمكن توفير واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك)، في واحد من العديد من الصور، شاملة، مثلاً، صورة جافة (مسحوق) (مثلاً، دي بي ايه إم DPAM)، مستحلب ماء في زيت water-in-oil emulsion (مستحلب عكسي inverse emulsion)، معلق suspension، مشتت dispersion، أو متميه جزئياً (مثلاً، بولي أكريلاميد متميه جزئياً، حيث تم تميه بعض وحدات أكريلاميد إلى حمض أكريليك). في النماذج المثالية، يمكن استخدام بولي أكريلاميدات، مثلاً، واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك)، لغمر البوليمر. في النماذج المثالية، يمكن استخدام بولي أكريلاميدات، مثلاً، واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك)، في أي تقنية استخلاص النفط المحسنة. 20

حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "الماء الناتج" بشكل عام إلى أي موائع مائية تم إنتاجها أثناء أي نوع من العملية الصناعية، مثلاً، عملية استخلاص أو استخراج نفط أو غاز، أو أي جزء منها، مثل ولكنها غير مقيدة بـ أي عملية محسنة لاستخلاص النفط أو أي جزء منها حيث يتضمن الماء الناتج واحد أو أكثر من بوليمرات، مثلاً، واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء. بشكل مثالي يمكن الحصول على الماء الناتج أثناء عملية صناعية شاملة استخدام ماء، بشكل عام كميات 25

وافرة من الماء، واستخدام واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء، مثلاً، بوليمرات إكساب الزوجية أو إكساب قوام، حيث يمكن أن يكون المنتج النهائي لهذه العملية الصناعية عبارة عن مادة مائية أو "الماء الناتج" والتي يمكن أن تكون ذات لزوجة غير مطلوبة و/أو نقاء بسبب وجود مقدار غير مطلوب من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة.

5 وفقاً للنماذج المثالية، يمكن تكوين الماء الناتج أثناء أي جزء من عملية مرتبطة بغمر البوليمر ويمكن أن تتضمن أي مكونات و/أو المركبات الكيماوية المرتبطة بأي جزء من غمر البوليمر المذكور. يمكن الإشارة إلى ما سبق بـ "الماء الناتج المغمور بالبوليمر" أو "غمر الماء الناتج بالبوليمر"، وسيتم فهم مصطلح الماء الناتج على أنه يتضمن أي نوع من الماء الناتج المغمور بالبوليمر أو غمر الماء الناتج بالبوليمر. يمكن أن يكون الماء الناتج عبارة عن ماء ناتج لاهوائي أو يمكن أن يكون عبارة عن ماء ناتج هوائي.

10 حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "حديد" بشكل عام إلى أي صورة من حديد، مثلاً، حالة تناظرية من الحديد، حديد من أي حالة أكسيد oxidation state، أي صورة من مركب حديد، مثل، مثلاً، حديد (III) كلوريد iron (III) chloride، حديد (II) كلوريد iron (II) chloride (المعروف أيضاً بكلوريد حديدوز ferrous chloride)، حديد (III) كلوريد هكسا هيدرات iron (III) chloride hexahyrate، وحديد سلفات iron sulfate. وفقاً للنماذج المثالية، يمكن تعقيد الحديد، أو خلبه أو ربطه بأي صورة من أي عنصر آخر، جزيء، أو مركب، لتوفير معقد حديد كما هو موضح هنا.

20 حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "حديد سلفات" بشكل عام إلى أي صورة من حديد سلفات، شاملة ولكنها غير مقيدة بحديد (II) سلفات iron (II) sulfate وحديد (III) سلفات iron (III) sulfate. حسب الاستخدام هنا، تشير المصطلحات "معقد حديد" أو "معقدات حديد iron complexes" بشكل عام إلى توليفة من، أو خليط يتضمن، حديد وعامل تعقيد. في النماذج المثالية، يمكن استخدام معقد الحديد كجزء من عملية أو طريقة حيث تحلل البوليمر المطلوب. علاوة على ذلك، يمكن أن يتحلل معقد الحديد المذكور البوليمر المذكور خلال تفاعل أكسدة oxidation reaction.

25 حسب الاستخدام هنا، يشير المصطلح "عامل تعقيد complexing agent" بشكل عام إلى أي مركب يمكن تعقيد أو خلبه مع حديد لتكوين معقد حديد كما هو موضح هنا. تتضمن عوامل التعقيد المذكورة، ولكنها غير مقيدة بـ، حمض سيتريك، حمض إيثيلين داي أمين تترأ أسيتيك، حمض نيتريلو تري أسيتيك، صوديوم أسيتات، حمض لاکتيك، حمض L-جلوتاميك، حمض L-أسكوربيك، حمض

جليكوليك، صوديوم بولي أكريلات، حمض داي إيثيلين تري أمين بنتا أسيتيك، صوديوم تري فوسفات، حمض 1-هيدروكسي إيثيلدين -1،1- داي فوسفونيك، حمض جاليك، حمض كافيك، كيرسيتين، صوديوم ميتا باي سلفيت، أو توليفة أو خليط من.

حسب الاستخدام هنا، يمكن أن يشير المصطلح "مادة تخثر" بشكل عام إلى أي عامل يمكنه بشكل مثالي اضطراب المعلقات الغروانية colloidal suspensions. يمكن أن تتضمن مواد التخثر

Coagulants مواد التخثر القائمة على أساس حديد، مثل كلوريد حديدوز ferrous chloride، مثلاً، KEMIRA® PIX-411 المباع بواسطة Kemira، و/أو حديد كلوريد iron chloride. تتضمن الأمثلة الأخرى على مواد التخثر القائمة على أساس حديد، ولكنها غير مقيدة بحديد سلفات وبولي حديدك سلفات polyferric sulphate. يمكن أن تتضمن مواد التخثر الإضافية ولكنها غير مقيدة ب مواد

التخثر غير العضوية inorganic coagulants مثل ألومنيوم سلفات aluminium sulfate ("ALS") وسلفات معادن metal sulfates أخرى وجبس gypsum، مواد التخثر العضوية organic coagulants مثل مركبات بولي أمين وبولي داي أليل داي ميثيل أمونيوم كلوريدات diallyldimethylammonium chlorides (DADMACs)، وغيرها من مواد التخثر العضوية وغير العضوية المعروفة في المجال.

علاوة على ذلك، يمكن أن تتضمن مادة التخثر مركب بولي (داي أليل داي ميثيل أمونيوم كلوريد) ("polyDADMAC")؛ مركب إيبى-بولي أمين epi-polyamine compound؛ بوليمر الذي يمكن أن

يتضمن واحد أو أكثر من مجموعات أمونيوم رباعية، مثل أكريلويل أوكسي إيثيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد acryloyloxyethyltrimethylammonium chloride، ميثاكريلويل أوكسي إيثيل تري ميثيل

أمونيوم كلوريد methacryloyloxyethyltrimethylammonium chloride، ميثاكريلاميدو بروبيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد methacrylamidopropyltrimethylammonium chloride، اكريلاميدو

بروبيل تري ميثيل أمونيوم كلوريد acrylamidopropyltrimethylammonium chloride؛ أو خليط منه. يمكن أن تقوم مادة التخثر غير العضوية inorganic coagulant، مثلاً، بخفض أو معادلة أو

تحويل التناثرات الكهربائية electrical repulsions بين الجسيمات. يمكن أن تتضمن مواد التخثر غير العضوية ولكنها غير مقيدة بالأملاح غير العضوية inorganic salts مثل ألومنيوم كلوريد aluminum chloride، ألومنيوم سلفات aluminum sulfate، ألومنيوم كلورو هيدرات aluminum chlorohydrate،

بولي ألومنيوم كلوريد polyaluminum chloride، بولي ألومنيوم سيليكات polyaluminum silica sulfate، حديدك كلوريد ferric chloride، كلوريد حديدوز ferrous chloride، حديدك سلفات

ferric sulfate، حديدك كلوريد سلفات ferric chloride sulfate، بولي حديدك سلفات polyferric sulfate، حديدوز سلفات ferrous sulfate، الجير lime، كالسيوم كلوريد calcium chloride، كالسيوم سلفات calcium sulfate، مغنسيوم كلوريد magnesium chloride، صوديوم ألومينات sodium aluminate، العديد من أملاح الحديد iron أو الألومنيوم المتاحة تجارياً، أو توليفات منها. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن مادة التآثر توليفة أو خليط من واحد أو أكثر من مواد التآثر العضوية مع واحد أو أكثر من مواد التآثر غير العضوية. في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن مادة التآثر توليفة أو خليط من أي من مواد التآثر المذكورة أعلاه.

5

حسب الاستخدام هنا، تشير المصطلحات "وسيلة إخماد quencher"، "عامل إخماد quenching agent"، وما شابه، بشكل عام إلى أي مادة أو تقنية أو طريقة، أو عملية، أو تركيبة، و/أو مركب يمكن استخدام لخفض أو إبطاء أو منع أو تثبيط و/أو إيقاف أي تفاعل، أي، يقوم عامل الإخماد "بإخماد" التفاعل. مثلاً، يمكن استخدام عامل إخماد لخفض، إبطاء، منع، تثبيط و/أو إيقاف تفاعل تحلل البوليمر، مثل تحلل بوليمر الذي يمكن أن يتم خلال استخدام العمليات والطرق، مثل تلك التي تتضمن معقدات الحديد، الموضح هنا. يمكن أن يقوم عامل الإخماد المذكور بإبطاء، خفض، منع، تثبيط و/أو إيقاف تفاعل أكسدة، مثل تفاعل أكسدة حيث يمكن أن يتحلل البوليمر، حيث يمكن أن يكون البوليمر المذكور موجود في الماء الناتج. في النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن عامل إخماد صوديوم سلفيت sodium sulfite، صوديوم ثيوسلفات sodium thiosulfate، أمونيوم باي سلفيت ammonium bisulfite، و/أو هيدرو كوينون hydroquinone. في بعض النماذج، يمكن استخدام أكثر من عامل إخماد واحد طالما أن استخدام أكثر من عامل إخماد واحد يؤدي إلى الأثر أو النتيجة المطلوبة.

10

15

20

العمليات، الاستخدامات، والتركيبات

تم هنا الكشف عن عمليات معالجة الماء الناتج، مثلاً، الماء الناتج ناتجة من أي جزء من عملية استخلاص النفط المحسنة، مثل غمر بوليمر، تتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء بواسطة إضافة إلى الماء الناتج معقد حديد واحد على الأقل الذي يتضمن مركب حديد وعامل تعقيد؛ وتحلل جزء على الأقل من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء الموجود فيه. يمكن

25

إعادة تدوير الماء المعالج الناتج وإعادة استخدامه في واحد أو أكثر من عمليات أخرى أو يتم إطلاقه إلى البيئة.

أيضا تم هنا الكشف عن واحد أو أكثر من معقدات الحديد المناسبة للاستخدام في العمليات المثالية لمعالجة الماء الناتج، تتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء ناتجة من جزء على الأقل من عملية استخلاص النفط المحسنة. بشكل إضافي، يتعلق الكشف الحالي بمعالجة الماء الناتج مع معقد حديد كما هو موضح هنا، حيث تتم إضافة عامل الإخماد أكثر إلى الماء الناتج المعالج المذكور. يمكن أن يقوم عامل الإخماد المذكور بخفض، إبطاء، منع، تثبيط، و/أو إيقاف تفاعل تحلل البوليمر الذي يمكن أن يتم كنتيجة لمعالجة الماء الناتج المذكور مع معقد الحديد المذكور.

10 يمكن توليد الماء الناتج المستخدم في الطرق المكشوف عنها أثناء أي جزء من عملية استخلاص النفط أو عملية غمر بوليمر محسنة ويمكن أن يكون هذا الماء الناتج هوائي أو لاهوائي، مثلا، هوائي جزئيا. يمكن أن تقوم المياه الناتجة المعالجة باستخدام الطرق المكشوف عنها بإعطاء المياه الناتجة المعالجة التي لها قيم لزوجة مختلفة، مثلا، بشكل معتمد على لزوجة الماء الناتج قبل المعالجة، وقت المعالجة ومقدار والبوليمرات المعينة الموجودة فيه. مثلا يمكن أن يتضمن الماء الناتج المعالج الذي تم الحصول عليه باستخدام الطرق المكشوف عنها لزوجة أقل من حوالي 2.5 سنتيبواز. بشكل بديل 15 يمكن أن يتضمن الماء الناتج المعالج باستخدام الطرق المكشوف عنها لزوجة أقل بنسبة حوالي 64% على الأقل من لزوجة الماء الناتج غير المعالج. بشكل بديل يمكن أن يؤدي الماء الناتج المعالج باستخدام الطرق المكشوف عنها إلى الماء الناتج المعالج الذي له لزوجة على الأقل حوالي 3 سنتيبواز أقل من لزوجة الماء الناتج غير المعالج.

20 يمكن استخدام طرق المعالجة التي تم الكشف عنها هنا لخفض لزوجة المياه الناتجة المعالجة بشكل سريع وكبير، مثلا، في خلال 10 دقائق أو أقل ويمكن أن تؤدي إلى، مثلا، خفض بنسبة 50% في الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة الموجود فيه، مثلا، بوليمر أكريلاميد (مشارك). في بعض النماذج، يمكن استخدام طرق المعالجة الحالية لزيادة القابلية للتحلل الحيوي للماء الناتج المذكور و/أو واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة، مثلا، 25 يمكن أن تؤدي طريقة المعالجة إلى حوالي زيادة بنسبة 20% أو أكثر في التحلل البيولوجي من واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء بعد 28 يوم من الحضانة.

يمكن إعادة تدوير أو استخدام المياه الناتجة التي تم علاجها باستخدام الطرق المكشوف عنها في نفس العمليات الصناعية أو غيرها، أو يتم إطلاقه إلى البيئة (مثلا، في البحر). يمكن أو يمكن ألا تؤدي هذه المياه الناتجة المعالجة إلى تكوين رواسب.

يمكن إخضاع المياه الناتجة التي تم علاجها باستخدام الطرق المكشوف عنها بشكل إضافي إلى واحد أو أكثر من: المعالجات الميكانيكية (مثلا، ترشيح غشائي)، معالجات كيميائية (مثلا، عوامل أكسدة)، و/أو المعالجات البيولوجية (مثلا، العمليات الميكروبيولوجية microbiological processes).

يمكن استخدام العديد من مركبات الحديد في طرق المعالجة الحالية، مثلا، يمكن أن يتضمن مركب الحديد حديد سلفات، حديدوز سلفات هبثا هيدرات، أو حديد (II) كلوريد أو توليفات من أي مما سبق.

أيضا، يمكن استخدام العديد من عامل تعقيد في طرق المعالجة المكشوف عنها، مثلا، حمض سيتريك، حمض إيثيلين داي أمين تتراسيتيك، حمض نيتريلو ترائي أسيتيك، صوديوم أسيتات، حمض

لاكتيك، حمض L-جلوتاميك، حمض L-أسكوربيك، حمض جليكوليك، صوديوم بولي أكريلات، حمض داي إيثيلين ترائي أمين بنتا أسيتيك، صوديوم ترائي فوسفات، حمض 1-هيدروكسي إيثيلدين-

1،1-داي فوسفونيك، حمض جاليك، حمض كافيك، كيرسيتين، حمض أوكساليك، صوديوم ميتا باي سلفيت أو توليفات من أي مما سبق.

يمكن استخدام طرق المعالجة الحالية لإنتاج الماء الناتج المعالج الذي يتضمن كميات مختلفة من الحديد. مثلا في بعض الحالات يمكن أن تؤدي إضافة معقد الحديد الواحد على الأقل إلى الماء

الناتج إلى الماء الناتج المعالج مع تركيز حديد بمقدار 10000 جزء بالمليون أو أقل.

يمكن استخدام طرق المعالجة الحالية لإنتاج الماء الناتج المعالج الذي يتضمن قيم لزوجة مختلفة، مثلا، يمكن التأثير على التغير في اللزوجة بواسطة مقدار ونوع البوليمرات الموجودة فيه، كميات

الحديد المعينة وكميات عامل التعقيد، ووقت المعالجة. مثلا، الزيادة في جرعة معقد الحديد كنتيجة

ل يمكن أن تؤدي طريقة المعالجة إلى خفض في لزوجة الماء الناتج. أيضا، يمكن أن تؤدي الزيادة في جرعة مركب الحديد إلى الزيادة في تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة.

سوف تتضمن طرق المعالجة الحالية آثار متغيرة على درجة حموضة الماء الناتج المعالج وتؤدي إلى إعطاء المياه الناتجة المعالجة التي لها مستويات درجة حموضة مختلفة، مثلا، بشكل معتمد على

درجة الحموضة وتركيبه الماء الناتج قبل المعالجة وظروف المعالجة. مثلا يمكن أن تعطي معالجة

الماء الناتج المكشوف عنه هنا الماء الناتج المعالج الذي له درجة حموضة تساوي أو أقل من درجة حموضة الماء الناتج غير المعالج.

يمكن التأثير على معالجة المياه الناتجة وفقا لطرق المعالجة الحالية عند درجات الحرارة المختلفة، مثلا، بشكل معتمد على الماء الناتج والبيئة المعينة حيث يتم إنتاج الماء الناتج. مثلا، يمكن أن تتم عملية المعالجة عند درجة حرارة تتفاوت من درجة حرارة الغرفة إلى حوالي 80°م.

يمكن التأثير على معالجة المياه الناتجة وفقا لطرق المعالجة الحالية عند أي موقع مطلوب حيث يكون الماء الناتج موجودا ويتم علاجه بالشكل المكشوف عنه هنا. مثلا، يمكن أن تتم هذه العملية جزئيا على الأقل في الموقع، مثل عند حقل نفط بري، عند حقل نفط بحري، عند منشأة معالجة، عند بئر صرف، أو عند أي موضع آخر حيث تتم معالجة الماء الناتج.

10 يمكن أن تتضمن أو تتضمن الطرق الحالية لعلاج المياه الناتجة استخدام عوامل الإخماد. في بعض الحالات قد يكون مطلوبا إضافة عامل إخماد واحد على الأقل إلى الماء الناتج لتحقيق واحد أو أكثر من الفوائد، مثلا، لإبطاء، خفض، منع، تثبيط و/أو إيقاف تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء. مثلا يمكن أن تؤدي إضافة عامل الإخماد إلى تثبيت أو زيادة لزوجة الماء الناتج. يمكن إضافة عوامل الإخماد هذه إذا تم استخدامها عند العديد من الأوقات أثناء طريقة المعالجة. 15 مثلا، في بعض طرق المعالجة يمكن إضافة عامل إخماد واحد على الأقل وبوليمر قابل للحل بالماء إضافي واحد على الأقل إلى الماء الناتج أنيا أو يمكن إضافة عامل الإخماد الواحد على الأقل بعد إضافة بوليمر إضافي قابل للحل بالماء.

يمكن استخدام عوامل إخماد مختلفة معينة أو توليفات منها. مثلا يمكن أن تتضمن عوامل الإخماد هذه صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت، هيدرو كوينون، أو توليفة أو خليط من. يمكن أن يختلف مقدار وسيلة الإخماد عند الاستخدام أثناء طريقة المعالجة بشكل أساسي. مثلا 20 في بعض النماذج يمكن أن تختلف النسبة المولارية لعامل إخماد إلى معقد حديد من حوالي 1:1 إلى حوالي 1:500.

يمكن أن تتضمن طرق المعالجة الحالية إضافة كميات مختلفة و/أو أنواع من البوليمر الإضافي القابل للحل بالماء. في بعض طرق المعالجة يمكن أن يتحلل البوليمر القابل للحل بالماء الإضافي بنسبة 50% أو أقل بعد إضافته إلى الماء الناتج المعالج. 25

- علاوة على ذلك، يقدم الكشف الحالي توليفات وتركيبات جديدة مناسبة للاستخدام في علاج الماء الناتج، تتضمن: واحد أو أكثر من عوامل إخماد؛ وواحد أو كل من: (أ) واحد أو أكثر من معقدات الحديد تتضمن مركب حديد وعامل تعقيد؛ و(ب) واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن مركب الحديد المذكور حديد سلفات، حديدوز سلفات هبتا هيدرات، 5 أو حديد (II) كلوريد. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن عامل التعقيد المذكور حمض سيتريك، حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك، حمض نيتريلو تراي أسيتيك، صوديوم أسيتات، حمض لاكميك، حمض L-جلوتاميك، حمض L-أسكوربيك، حمض جليكوليك، صوديوم بولي أكريلات، حمض داي إيثيلين تراي أمين بنتا أسيتيك، صوديوم تراي فوسفات، حمض 1-هيدروكسي إيثيلدين-1،1-داي فوسفونيك، حمض جاليك، حمض كافيك، كيرسيتين، حمض أوكساليك، أو صوديوم ميتا باي سلفيت. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن معقد الحديد المذكور الواحد على الأقل: حديد سلفات وحمض سيتريك؛ حديدوز سلفات هبتا هيدرات وحمض سيتريك؛ حديد (II) كلوريد وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك؛ أو حديد (II) كلوريد وحمض نيتريلو تراي أسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن تبلغ نسبة الحديد إلى عامل التعقيد من حوالي 1:100 إلى حوالي 1:5. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن عامل الإخماد المذكور صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت، هيدرو كوينون، أو توليفة أو خليط من. في بعض النماذج، يمكن أن تبلغ النسبة المولارية لعامل الإخماد 15 المذكور إلى معقد الحديد المذكور من حوالي 1:1 إلى حوالي 500:1.
- وفقا للعديد من النماذج، يمكن أن ينتج الماء الناتج الذي يتم علاجه بواسطة الطرق المكشوف عنها هنا من عملية غمر بوليمر polymer flood process. في النماذج المثالية، يتضمن الماء الناتج واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء. في النماذج المثالية، يتضمن الماء الناتج واحد أو أكثر 20 من بوليمر يحتوي على أكريلاميد (مشترك).
- وفقا للنماذج المثالية، تتضمن العملية لمعالجة الماء الناتج إضافة إلى الماء الناتج واحد أو أكثر من معقدات الحديد. تتضمن طرق المعالجة الحالية استخدام معقدات حديد مختلفة. مثلا يمكن أن تتضمن معقدات حديد هذه معقدات من حديد سلفات وحمض سيتريك؛ حديدوز سلفات هبتا هيدرات وحمض سيتريك؛ حديد (II) كلوريد وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك؛ أو حديد (II) كلوريد وحمض نيتريلو تراي أسيتيك أو توليفات من أي مما سبق. أيضا، يمكن أن تختلف نسبة الحديد إلى عامل 25

التعقيد التي تم تضمينها في معقدات الحديد التي تم استخدامها في طرق المعالجة الحالية، مثلاً، على سبيل المثال يمكن أن تختلف النسب من حوالي 1:100 إلى حوالي 1:5.

يتضمن معقد الحديد المثالي أي صورة من حديد التي يمكن تعقيدها، خلبها، أو ربطها بعامل تعقيد. يمكن أن يتضمن معقد الحديد المثالي أي توليفة من حديد وعامل تعقيد. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك. في بعض

النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد المطلوب استخدامها في عملية لمعالجة الماء الناتج حديد وحمض نيتريلو تراي أسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض لاسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من

معقدات الحديد حديد وحمض لاسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض L-جلوتاميك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض L-أسكوربيك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات

الحديد حديد وحمض جليكوليك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض بولي أكريلات. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض داي إيثيلين تراي أمين بنتا أسيتيك. في بعض النماذج، يمكن أن

يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض 1-هيدروكسي إيثيلين-1،1-داي فوسفونيك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض جاليك. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض كافيك.

في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وكيرسيتين. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض أوكساليك. في بعض

النماذج، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد حديد وحمض ميتا باي سلفيت. تتضمن معقدات الحديد المثالية، ولكنها غير مقيدة ب، حديد (II) كلوريد وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك، حديد (II) كلوريد وحمض نيتريلو تراي أسيتيك، وحديد سلفات وحمض سيتريك، مثلاً، حديدوز سلفات هبتا هيدرات وحمض سيتريك.

في بعض النماذج، تتضمن عملية العلاج الماء الناتج إضافة واحد أو أكثر من معقدات الحديد لإعطاء تركيز حديد في الماء الناتج بمقدار 5 جزء بالمليون أو أقل، 10 جزء بالمليون أو أقل، 25

جزء بالمليون أو أقل، 50 جزء بالمليون أو أقل، 100 جزء بالمليون أو أقل، 1000 جزء بالمليون أو أقل، 5000 جزء بالمليون أو أقل، أو 10000 جزء بالمليون أو أقل.

5 في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي الجرعة الزائدة من واحد أو أكثر من معقدات الحديد المستخدمة في العمليات معالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات إلى زيادة مناظرة في تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات المذكورة. في بعض النماذج، الجرعة الزائدة من حديد نسبة إلى تلك الخاصة بعامل التعقيد، حيث يمكن استخدام حديد وعامل التعقيد المستخدم في العمليات معالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات، التي يمكن أن تؤدي إلى الزيادة في تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات المذكورة التي تناظر الجرعة الزائدة للحديد المذكور.

10 في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي الجرعة الزائدة من واحد أو أكثر من معقدات الحديد المستخدمة في العمليات معالجة الماء الناتج إلى خفض مناظر في لزوجة الماء الناتج المذكور، أو على الأقل بدون زيادة في لزوجة الماء الناتج.

في بعض النماذج، يمكن أن يؤدي تركيز عامل التعقيد في معقد الحديد المثالي على الأقل إلى زيادة بمقدار حوالي ضعفين، 3 أضعاف، 4 أضعاف، أو 5 أضعاف أكبر من تلك الخاصة بالحديد في معقد الحديد. في بعض النماذج، يمكن أن يتساوى تركيز عامل التعقيد في معقد الحديد المثالي مع ذلك الخاص بالحديد في معقد الحديد. في بعض النماذج، يمكن أن يبلغ تركيز الحديد في معقد

15 الحديد المثالي على الأقل حوالي ضعفين، 3 أضعاف، 4 أضعاف، 5 أضعاف، 10 أضعاف، 20 أضعاف، 50 أضعاف، أو 100 أضعاف أو أكبر من ذات الخاص بعامل التعقيد. في بعض النماذج، تبلغ نسبة الحديد إلى عامل التعقيد من حوالي 1:100 إلى حوالي 1:5، مثل حيث تبلغ نسبة الحديد إلى عامل التعقيد حوالي 1:100، حوالي 1:90، حوالي 1:80، حوالي 1:70، حوالي 1:60، حوالي 1:50، حوالي 1:40، حوالي 1:30، حوالي 1:20، حوالي 1:10، حوالي 1:5، حوالي 2:1، حوالي 1:2، حوالي 1:3، حوالي 1:4، أو حوالي 1:5.

20 وفقا للعديد من النماذج، يتم خلط أو دمج معقد الحديد أوليا قبل إدخاله إلى الماء الناتج. في العديد من النماذج المثالية، يمكن إضافة الحديد وعامل التعقيد إلى الماء الناتج بشكل منفصل ولكن آنيا. في العديد من النماذج المثالية، يمكن إضافة الحديد وعامل التعقيد إلى الماء الناتج عند أوقات مختلفة و/أو مواضع مختلفة.

25

في بعض النماذج، جرعة واحد أو أكثر من معقدات الحديد المستخدمة في عمليات المعالجة المثالية هي تلك التي تنتج أثر ضروري أو مطلوب. علاوة على ذلك، في بعض النماذج، جرعة إما حديد أو عامل تعقيد الذي يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد المستخدمة في عمليات المعالجة المثالية هي تلك التي تنتج أثر ضروري أو مطلوب. يمكن تحديد جرعة واحد أو أكثر من معقدات الحديد أو جرعة إما حديد أو عامل تعقيد الذي يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد، مثلاً، على الأقل جزئية بناء على جودة الماء الناتج، مكونات الماء الناتج، تركيز البوليمر في الماء الناتج، نوع البوليمر في الماء الناتج، الظروف الهوائية أو اللاهوائية للماء و/أو عملية المعالجة، نوع معقد الحديد، بالإضافة إلى النتيجة المطلوبة.

5 في النماذج المثالية، تتضمن عملية معالجة الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد خلط معقد الحديد مع الماء الناتج. بشكل عام يمكن أن يكون نوع الخليط المستخدم هو النوع الذي ينتج الأثر الضروري أو المطلوب. في بعض النماذج، يمكن تنفيذ الخليط في مسرب مائع أثناء نقل الماء الناتج، مثلاً، مع الخلطات ذات التدفق المضطرب turbulent flow، المصدات baffles، أو الاستاتيكية. في بعض النماذج، يمكن أن يتم الخلط باستخدام جهاز خلط مثل، مثلاً، حاوية خلط mixing tank مع خلط، خلط أفقي horizontal mixer، أو خلط دوامي screw mixer. يمكن تجهيز حاوية الخلط بشكل مثالي مع خلط ذو شفرة. في بعض النماذج، يمكن استخدام التقليب المغناطيسي magnetic stirring للخلط. في بعض النماذج، يمكن استخدام خلط رأسي للخلط.

10 في العملية المثالية لمعالجة الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد، يمكن أن تتضمن عملية المعالجة خلط واحد أو أكثر من معقدات الحديد مع الماء الناتج، ووقت الخلط أي زمن ينتج الأثر الضروري أو المطلوب. في بعض النماذج يمكن أن يبلغ وقت الخلط 1 دقيقة أو أقل، 10 دقائق أو أقل، 20 دقيقة أو أقل، 60 دقيقة أو أقل، ساعتين أو أقل، 24 ساعة أو أقل، 48 ساعة أو أقل، 72 ساعة أو أقل، 96 ساعة أو أقل، أو 96 ساعة أو أكثر.

15 في النماذج المثالية، يمكن تنفيذ العملية لمعالجة الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد، في الموقع، عند أي حقل نفط بري، عند أي حقل نفط بحري، عند منشأة معالجة، عند بئر صرف، أو عند أي موضع آخر حيث يمكن أن تتم معالجة الماء الناتج.

20 وفقاً للعديد من النماذج، يمكن أن تكون العملية لمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات عملية لاهوائية. في نماذج أخرى، يمكن أن تكون العملية لمعالجة الماء الناتج الذي

يتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات هوائية جزئيا على الأقل. في العديد من النماذج المثالية، يمكن ألا يتضمن الماء الناتج قبل المعالجة بشكل أساسي أوكسجين oxygen. في العديد من النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن الماء الناتج قبل المعالجة مستويات منخفضة نسبيا من الأوكسجين. في العديد من النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن الماء الناتج أوكسجين. في العديد من النماذج المثالية، يمكن إدخال الأوكسجين إلى الماء الناتج قبل، أثناء أو بعد العملية لمعالجة الماء الناتج.

5 في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العمليات المثالية لمعالجة الماء الناتج إلى الحاجة إلى تكوين الرواسب.

في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن عمليات معالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات بواسطة باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد القابلة للتحلل الحيوي للماء الناتج. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية لمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات، إلى جعل واحد أو أكثر من البوليمرات المذكورة القابلة للتحلل بيولوجيا في ماء البحر. مثلا، يمكن أن تؤدي عملية مثالية لمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات إلى أكثر من 20% تحلل واحد أو أكثر من بوليمرات في ماء البحر بعد 28 يوم من الحضانة.

10 في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي عملية مثالية لمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات، باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى تحلل 37% أو أكثر من البوليمر المعالج في ماء البحر بعد 28 يوم من الحضانة. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية المثالية لعلاج الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى 20% أو أكثر، 22% أو أكثر، 24% أو أكثر، 26% أو أكثر، 28% أو أكثر، 30% أو أكثر، 32% أو أكثر، 34% أو أكثر، 36% أو أكثر، 38% أو أكثر، 40% أو أكثر، أو 45% أو أكثر، التحلل البيولوجي بعد 28 يوم من الحضانة، حيث يمكن أن تكون معايير التحلل البيولوجي هي تلك الخاصة بـ Organic for

20 Economic Co-Operation and Development ("OECD") (please see OECD guidelines for testing of chemicals, specifically test #306: Biodegradability in Seawater, both of which are hereby incorporated by reference in their entirety) في بعض النماذج، يمكن أن تسمح

العملية لمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد، للماء الناتج المعالج بأن يتم تفرغها مباشرة في البحر. في بعض النماذج، يمكن أن تسمح العملية لمعالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من البوليمرات باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد بعمليات معالجة الماء الموجودة لمعالجة الماء الناتج المغمر بالبوليمر.

5

10

15

20

25

- في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العمليات معالجة الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات بواسطة باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات، مثلاً، خفض الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من البوليمرات المذكورة في الماء الناتج. مثلاً، يمكن أن تؤدي العملية المثالية لعلاج الماء الناتج إلى خفض في الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من بوليمرات بمقدار حوالي 10 أضعاف إلى 50 ضعف أو أكثر. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية لعلاج الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات، باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى خفض الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من البوليمرات المذكورة بواسطة 50 أضعاف أو أكثر، 49.5 أضعاف أو أكثر، 45 أضعاف أو أكثر، 40 أضعاف أو أكثر، 35 أضعاف أو أكثر، 30 أضعاف أو أكثر، 25 أضعاف أو أكثر، 20 أضعاف أو أكثر، 15 أضعاف أو أكثر، 10 أضعاف أو أكثر، 9.5 أضعاف أو أكثر، أو 5 أضعاف أو أكثر، أو ضعفين أو أكثر. بشكل مختلف، يمكن أن تؤدي العملية المثالية لعلاج الماء الناتج الذي يتضمن واحدة أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء إلى خفض على الأقل بنسبة 50% في الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من البوليمرات، أو خفض بنسبة على الأقل 60% أو على الأقل 70% أو على الأقل 80% أو على الأقل 90% أو أكبر في الوزن الجزيئي لواحد أو أكثر من البوليمرات.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- في بعض النماذج، يمكن أن تقوم العملية المثالية لعلاج الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد بخفض لزوجة الماء الناتج. يمكن استخدام عملية المعالجة المثالية لخفض لزوجة الماء الناتج وصولاً إلى درجة اللزوجة الضرورية أو المطلوبة. مثلاً، في النماذج المعينة، سيكون مطلوباً خفض لزوجة الماء الناتج بحيث يمكن نقلها والتعامل معها بواسطة المعدات الحالية. وفقاً لبعض النماذج، يمكن أن تؤدي عملية المعالجة المثالية إلى ماء معالجة لها لزوجة على الأقل حوالي 64% إلى حوالي 97% أقل من لزوجة الماء الناتج غير المعالج. في نماذج أخرى المثالية، يمكن أن تؤدي عملية المعالجة غير المعالج. في نماذج أخرى المثالية، يمكن أن تؤدي عملية المعالجة إلى ماء معالجة التي لها لزوجة أقل من حوالي 2.5 سنتيبواز. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية المثالية لعلاج الماء الناتج، باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى خفض في لزوجة الماء الناتج المذكور إلى 2.5 سنتيبواز أو أقل، 2.4 سنتيبواز أو أقل، 2.3 سنتيبواز أو أقل، 2.2 سنتيبواز أو أقل، 2.1 سنتيبواز أو أقل، 2.0 سنتيبواز أو أقل، 1.9 سنتيبواز أو أقل، 1.8 سنتيبواز أو أقل،

1.7 سنتيبواز أو أقل، 1.6 سنتيبواز أو أقل، 1.5 سنتيبواز أو أقل، 1.4 سنتيبواز أو أقل، 1.3 سنتيبواز أو أقل، 1.2 سنتيبواز أو أقل، 1.1 سنتيبواز أو أقل، أو 1.0 سنتيبواز أو أقل. وفقا للنماذج المثالية، يمكن أن تقوم العملية لمعالجة الماء الناتج بخفض لزوجة إلى مستوى مفيد لإعادة الحقن أو أغراض التفريغ. في بعض النماذج، يمكن أن تقوم عمليات معالجة الماء الناتج بواسطة استخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد بخفض لزوجة الماء الناتج بطريقة سريعة، مثلا، في حوالي 10 دقائق أو أقل، أو في حوالي 5 دقيقة أو أقل، أو في حوالي 2 دقيقة أو أقل. في بعض النماذج، يمكن أن تتم عملية المعالجة عند درجات حرارة تتفاوت من حوالي درجة حرارة الغرفة إلى حوالي 80°م، ويمكن أن تؤدي عملية المعالجة المذكورة إلى خفض لزوجة الماء الناتج المعالج بغض النظر عن درجة الحرارة التي تتم عندها العملية.

10 في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية لعلاج الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى قيمة درجة حموضة الماء الناتج التي يمكن تكون بالكاد هي نفس تلك التي يمكن أن تكون قبل إضافة واحد أو أكثر من معقدات الحديد المذكورة. في بعض النماذج، يمكن أن تؤدي العملية لعلاج الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد إلى قيمة درجة حموضة الماء الناتج التي يمكن أن تكون أقل بشكل خفيف (أكثر حامضية) مما هي عليه قبل إضافة واحد أو أكثر من معقدات الحديد المذكورة.

20 في النماذج المثالية، يمكن استخدام العملية لعلاج الماء الناتج باستخدام واحد أو أكثر من معقدات الحديد فقط، أو يمكن استخدامه في توليفة مع واحد أو أكثر من عمليات معالجة الماء الناتج الإضافية. تتضمن العمليات المثالية الأخرى لمعالجة الماء الناتج، مثلا، المعالجات الميكانيكية (مثلا، ترشيح غشائي)، معالجات كيماوية (مثلا، عوامل أكسدة)، والمعالجات البيولوجية (مثلا، العمليات الميكروبيولوجية).

في النماذج المثالية، يمكن إعادة تدوير ماء المعالجة الناتج من العملية المثالية إلى واحد أو أكثر من عمليات استخلاص النفط، مثل عملية استخلاص النفط المحسنة. في النماذج المثالية، يمكن إعطاء استخدام ماء المعالجة الناتج من العمليات المثالية في واحد أو أكثر من عمليات أخرى.

25 في النماذج المثالية، يمكن تفريغ ماء المعالجة الناتج من العمليات المثالية إلى البيئة.

بشكل إضافي، يتعلق الكشف الحالي بمعالجة ناتجة مع معقد حديد كما هو موضح هنا، حيث تتم إضافة عامل إخماد واحد على الأقل إلى الماء الناتج المعالج المذكور. علاوة على ذلك، النماذج الحالية بشكل عام المرتبطة بعملية علاج الماء الناتج الذي يتضمن إضافة أو تكوين واحد أو أكثر من معقدات الحديد أثناء معالجة الماء الناتج، حيث تتم إضافة عامل إخماد واحد على الأقل لإبطاء، خفض، منع، تثبيط، و/أو إيقاف التحلل أو المزيد من تحلل البوليمرات القابلة للحل بالماء و/أو لزيادة أو الحفاظ على لزوجة الماء الناتج. في بعض النماذج، يمكن إضافة عامل الإخماد المذكور الواحد على الأقل بينما كانت البوليمرات القابلة للحل بالماء موجودة في الماء الناتج لإبطاء، خفض، منع، تثبيط و/أو إيقاف التحلل أو تحلل البوليمر الواحد على الأقل المذكور القابل للحل بالماء و/أو لزيادة أو الحفاظ على لزوجة الماء الناتج، و/أو تتم إضافة عامل الإخماد المذكور واحد على الأقل بالتزامن مع أو قبل إضافة على الأقل بوليمر واحد قابل للحل بالماء لإبطاء، خفض، منع، و/أو إيقاف تحلل البوليمر الواحد المضاف المذكور على الأقل القابل للحل بالماء و/أو لزيادة أو الحفاظ على لزوجة الماء الناتج. علاوة على ذلك، في بعض النماذج، يمكن أن تتضمن عملية علاج الماء الناتج (i) إضافة عامل إخماد واحد على الأقل بينما تكون البوليمرات القابلة للحل بالماء موجودة في الماء الناتج لإبطاء، خفض، منع، و/أو إيقاف التحلل أو أيضا تحلل البوليمر الواحد على الأقل المذكور قابل للحل بالماء المتضمن في الماء الناتج قبل إضافة عامل الإخماد الواحد على الأقل و/أو لزيادة أو الحفاظ على لزوجة الماء الناتج و(ii) إضافة بوليمر واحد على الأقل قابل للحل بالماء بالتزامن مع أو بعد إضافة عامل الإخماد الواحد على الأقل لإبطاء، خفض، منع، و/أو إيقاف تحلل البوليمر الواحد قابل للحل بالماء و/أو لزيادة أو الحفاظ على لزوجة الماء الناتج الموجود. علاوة على ذلك، يمكن أن تتضمن عملية علاج الماء الناتج إضافة عامل إخماد واحد على الأقل عند أوقات مختلفة أثناء معالجة الماء الناتج لإبطاء، خفض، منع، تثبيط و/أو إيقاف التحلل أو تحلل بوليمرات قابلة للحل بالماء أو مادة أخرى معرضة للتحلل بواسطة معقدات الحديد و/أو لزيادة أو الحفاظ على لزوجة الماء الناتج.

في بعض النماذج، يمكن أن يقوم عامل الإخماد المذكور بخفض، إبطاء، منع، تثبيط و/أو إيقاف تفاعل تحلل البوليمر الذي يمكن أن يتم كنتيجة لمعالجة الماء الناتج المذكور مع معقد الحديد المذكور. في النماذج المثالية، يمكن علاج الماء الناتج كما هو موضح هنا، يمكن إضافة عامل الإخماد، وبالتالي يمكن إضافة المزيد من البوليمر، مثلا، بوليمر قابل للحل بالماء، إلى الماء الناتج

المذكور، حيث تقوم إضافة عامل الإخماد بحماية البوليمر المضاف حديثا بحيث يتحلل البوليمر المذكور إلى مقدار أقل من البوليمر المذكور بدون إضافة عامل الإخماد المذكور. في النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن عامل إخماد صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت، و/أو هيدرو كوينون.

- 5 في أحد النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن عامل إخماد صوديوم سلفيت، و، اختياريًا علاوة على ذلك، يمكن ضخ صوديوم سلفيت المذكور في بئر مع كاسحات أوكسيجين oxygen scavengers أخرى لمنع تآكل معدات الحفر في بيئة أكسدة. علاوة على ذلك، يمكن إضافة بوليمر جديد، مثلاً، بوليمر قابل للحل بالماء water soluble polymer، بعد إضافة صوديوم سلفيت المذكور.
- 10 في بعض النماذج، يمكن إضافة عامل الإخماد إلى عينة الماء الناتج المعالجة بنسبة مولارية 1:1، 2:1، 5:1، 10:1، 50:1، 100:1، 150:1، 200:1، 250:1، 300:1، 350:1، 400:1، 450:1، أو 500:1 لعامل الإخماد المذكور إلى معقد حديد الذي تم استخدامه لعلاج عينة الماء الناتج المذكور. في النماذج الأخرى، إضافة عامل الإخماد إلى عينة معالجة يمكن أن يتضمن الماء الناتج إضافة بوليمر طازج إلى عينة الماء الناتج المعالجة المذكورة بعد إضافة و/أو أثناء إضافة عامل الإخماد المذكور. يمكن أن يؤدي عامل الإخماد المذكور إلى خفض بنسبة 50% أو أقل، 45% أو أقل، 40% أو أقل، 35% أو أقل، 34% أو أقل، 33% أو أقل، 32% أو أقل، 31% أو أقل، 30% أو أقل، 29% أو أقل، 28% أو أقل، 25% أو أقل، 20% أو أقل، 15% أو أقل، 10% أو أقل، 5% أو أقل، أو 1% أو أقل للزوجة الماء الناتج المذكور التي تم علاجها بعامل إخماد واختياريًا التي تتم إليها إضافة البوليمر الطازج. علاوة على ذلك، يمكن أن يؤدي عامل الإخماد المذكور الإضافي إلى الحفاظ على لزوجة الماء الناتج المعالج، مع أو بدون إضافة بوليمر طازج، بنسبة 50% أو أكثر، 55% أو أكثر، 60% أو أكثر، 65% أو أكثر، 70% أو أكثر، 75% أو أكثر، 80% أو أكثر، 85% أو أكثر، 90% أو أكثر، أو 95% أو أكثر من قيمة اللزوجة قبل إضافة عامل الإخماد المذكور.

- 20 في النماذج المثالية، يمكن أن تكون معالجة الماء الناتج كما هو موضح هنا بشكل مرتبط بإضافة عامل الإخماد لإبطاء، خفض، منع، تثبيط و/أو إيقاف تحلل البوليمر بحيث يمكن استخدام الماء الناتج المعالج لإذابة بوليمر جديد لحقن البوليمر الجديد المذكور بدون تحلل. في بعض النماذج، يمكن أن تقوم إضافة عامل الإخماد إلى الماء الناتج المعالج بإبطاء، خفض، منع، تثبيط و/أو إيقاف أثر الأكسدة الذي يمكن أن يتم بسبب استخدام معقد حديد لعلاج الماء الناتج. في النماذج المثالية،
- 25

يمكن أن يكون الماء الناتج المذكور ماء ناتج لاهوائي، يمكن علاج الماء الناتج اللاهوائي المذكور كما هو محددة هنا، ويمكن إضافة المزيد من عامل الإخماد إلى ماء معالجة ناتج لاهوائي المذكور قبل أو مع إضافة البوليمر الجديد، حيث يمكن ألا يتحلل البوليمر الجديد بنفس مقدار البوليمر المذكور بدون إضافة عامل الإخماد المذكور. علاوة على ذلك، في النماذج المثالية يمكن إضافة عامل الإخماد إلى الماء الناتج الذي تم علاجه كما هو موضح هنا، أي، تم علاجه بواحد أو أكثر من معقدات الحديد، بعد وصول لزوج الماء الناتج المذكور إلى القيمة المطلوبة. في النماذج المثالية، يمكن أن يكون الماء الناتج المذكور عبارة عن ماء ناتج لاهوائي. في النماذج المثالية، يمكن علاج الماء الناتج مع واحد أو أكثر من معقدات الحديد كما هو موضح هنا، ويمكن استخدام ماء المعالجة المذكورة كماء التعويض للحقن مع إضافة عامل الإخماد، مثل، مثلاً، صوديوم سلفيت، حيث يمكن أن يقوم عامل الإخماد المذكور بحماية أي بوليمر يمكن إضافته بشكل جديد إلى الماء الناتج المعالج المذكور من تحلل. مثلاً، بعد إضافة عامل الإخماد المذكور، إذا تمت إضافة البوليمر الجديد إلى ماء المعالجة المذكورة، يمكن أن تحلل البوليمر الجديد بمقدار 10% أو أقل، 15% أو أقل، 20% أو أقل، 25% أو أقل، 30% أو أقل، 35% أو أقل، 40% أو أقل، 45% أو أقل، أو 50% أو أقل كنتيجة ل إضافة عامل الإخماد المذكور.

5 في النماذج المثالية، يمكن أن تؤدي معالجة الماء الناتج كما هو موضح هنا بشكل مرتبط بإضافة عامل الإخماد إلى ماء والذي يمكن إعادة استخدامه في نفس العمليات الصناعية أو غيرها أو يتم إطلاقه إلى البيئة. في النماذج الأخرى المثالية، يمكن أن تتم معالجة الماء الناتج كما هو موضح هنا بشكل مرتبط بإضافة عامل الإخماد في الموقع، عند أي حقل نفط بري، عند أي حقل نفط بحري، عند منشأة معالجة، عند بئر صرف، أو عند أي موضع آخر حيث تتم معالجة الماء الناتج.

20 علاوة على ذلك، يتضمن الكشف الحالي بشكل عام تركيبة مناسبة للاستخدام في علاج الماء الناتج، تتضمن توليفة من (i) واحد أو أكثر من عوامل إخماد وأي من أول كل مما يلي (ii) واحد أو أكثر من معقدات الحديد، و (iii) واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء؛ حيث واحد أو أكثر من عوامل الإخماد قادر على منع أو تثبيط تحلل واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء بواسطة واحد أو أكثر من معقدات الحديد عند وجود واحد أو أكثر من البوليمرات القابلة للحل بالماء المذكورة.

25 في النماذج المثالية، يمكن أن تتضمن التركيبة المذكورة (i) واحد أو أكثر من عوامل إخماد، (ii) واحد أو أكثر من معقدات الحديد، و (iii) واحد أو أكثر من بوليمرات قابلة للحل بالماء. علاوة على

ذلك، في النماذج الأخرى المثالية، يمكن أن يتضمن الماء الناتج المذكور ماء ناتج لاهوائي و/أو الماء الناتج المغمر بالبوليمر. في بعض النماذج، يمكن أن يتضمن الماء الناتج المذكور واحد أو أكثر من بولي أكريلاميدات، مثلاً، أي بوليمرات أو بوليمرات مشتركة تتضمن شقوق أكريلاميد، مثلاً، واحد أو أكثر من بوليمرات أكريلاميد (مشترك). يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من بولي أكريلاميدات المذكورة واحد أو أكثر من بولي أكريلاميدات ممتيه جزئياً partially hydrolyzed polyacrylamides (HPAMs) و/أو واحد أو أكثر من DPAMs.

في النماذج الأخرى، يمكن أن يتضمن واحد أو أكثر من معقدات الحديد المذكورة التركيبية المذكورة حديد (II) كلوريد وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك. علاوة على ذلك، يمكن إضافة واحد أو أكثر من معقدات الحديد المذكورة إلى الماء الناتج لتوفير تركيز حديد بمقدار 5 جزء بالمليون أو أقل، 10 جزء بالمليون أو أقل، 25 جزء بالمليون أو أقل، 50 جزء بالمليون أو أقل، 100 جزء بالمليون أو أقل، 1000 جزء بالمليون أو أقل، 5000 جزء بالمليون أو أقل، أو 10000 جزء بالمليون أو أقل في بعض النماذج. في النماذج المثالية، يمكن أن يتضمن عامل الإخماد المذكور من التركيبية المذكورة على عامل الإخماد المذكور الذي يتضمن صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت، و/أو هيدرو كوينون، بشكل مفضل صوديوم سلفيت و/أو هيدرو كوينون. يمكن أن يكون عامل الإخماد المذكور موجوداً في تركيبة مذكورة عند نسبة مولارية من 1:1، 2:1، 5:1، 10:1، 50:1، 100:1، 150:1، 200:1، 250:1، 300:1، 350:1، 400:1، 450:1، أو 500:1 لعامل إخماد إلى معقد حديد في بعض النماذج.

يتم تمثيل الأمثلة التالية للأغراض التوضيحية فقط ولا يقصد بها أن تكون مقيدة.

20 الأمثلة

المثال 1 معالجة الماء الناتج في ظروف هوائية باستخدام معقد سترات حديد iron-citrate complex في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف هوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن حديدوز سلفات هبتا هيدرات ferrous sulfate heptahydrate وحمض سيتريك. بالنسبة لهذا المثال، تضمنت عينة الماء الناتج الزائفة بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني عالي الوزن الجزيئي القابل للحل في الماء المتاح تجارياً (بوليمر A).

لتحضير عينات الماء الناتج الزائفة، تمت إذابة جرام من مسحوق البولييمر الجاف A في لتر من ماء الصنبور الساخن بواسطة خلطه لمدة 20 دقيقة عند 500 لفة/دقيقة عند 38°م. يبلغ التركيز الأولي للبوليمر في محلول الماء الناتج الزائف 1000 جزء بالمليون. تم تسجيل اللزوجة الأولية لعينة الماء الناتج الزائفة.

5 تمت إضافة حمض سيتريك إلى عينة الماء الناتج الزائفة للحصول على تركيز 100 جزء بالمليون (0.1 جم)، بعد ذلك تمت إضافة حديدوز سلفات هبتا هيدرات للحصول على تركيز 1000 جزء بالمليون (1 جم، الشكل 1) أو 50 جزء بالمليون (0.05 جم، الشكل 2). تم قياس وتسجيل لزوجة عينة الماء الناتج المعالجة الزائفة في مقابل الزمن (انظر الشكل 1 والشكل 2). تبلغ مدة الاختبار ساعتين.

10 أبدى الشكل 1 والشكل 2 انخفاض حاد في لزوجة المحلول عند المرحلة الأولية من التفاعل. بعد الحالة الأولية من التفاعل، استمر الانخفاض في اللزوجة في كونه ملحوظا في مقابل الزمن، وفي النهاية وصلت إلى مستوى مستقر. أبدت هذه النتائج فعالية حديد سلفات وحمض سيتريك في تقليل لزوجة المحلول بواسطة تحلل البوليمر.

المثال 2: معالجة عينة الماء الناتج في ظروف هوائية باستخدام معقد سيترات حديد التي تتضمن تركيز 100 جزء بالمليون حديدوز سلفات 15

في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف هوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن حديدوز سلفات هبتا هيدرات وحمض سيتريك. في هذا المثال، يبلغ تركيز حديدوز سلفات 100 جزء بالمليون. بالنسبة لهذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة محلول ماء ملحي الذي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني عالي الوزن الجزيئي القابل للحل في الماء المتاح تجاريا (بوليمر B)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر. 20

لتحضير عينات الماء الناتج الزائفة، تمت إذابة 30 جرام من NaCl في لتر من ماء الصنبور الساخن لإنتاج 3% محلول ملحي. تمت إضافة جرام من بوليمر B إلى المحلول الملحي، وتمت الإذابة بواسطة خلطه لمدة ساعتين عند 500 لفة/دقيقة عند 38°م. يبلغ التركيز الأولي للبوليمر في محلول الماء الناتج الزائف 1000 جزء بالمليون. تبلغ درجة الحموضة الأولية 6.85، وتبلغ اللزوجة الأولية 7.12 سنتيبواز. 25

تمت إضافة حمض سيتريك إلى محلول الماء الناتج الزائف للحصول على تركيز 100 جزء بالمليون. بعد 30 دقيقة، تمت إضافة 0.1 جم من حديدوز سلفات هبتا هيدرات للحصول على تركيز 100 جزء بالمليون.

5 بدءا من إضافة حمض سيتريك، تم قياس اللزوجة ودرجة الحموضة في مقابل الزمن (انظر الشكل 3). بعد ساعتين تم إيقاف الخلط والتسخين. بعد 48 ساعة لم تتم ملاحظة أي رواسب.

تم استخدام كروماتوجراف نفاذية جل (Gel permeation chromatography "GPC") لتحديد الوزن الجزيئي للبولىمر قبل وبعد المعالجة، المسجل في الجدول 1، أدناه.

بالإشارة إلى الشكل 3، حدث خفض سريع وملحوظ في اللزوجة عند خلط كلا العوامل الكاشفة معا، واستمر الخفض في الاستمرار في مقابل الزمن، وفي النهاية وصلت إلى مستوى مستقر. لم تتم ملاحظة وجود رواسب أثناء هذه الاختبارات. كانت اللزوجة النهائية في النطاق المستهدف لتسهيل تشغيل أجهزة معالجة الماء الناتج (مثلا، شاملة خطوة فصل الزيت-الماء).

المثال 3: معالجة عينة الماء الناتج في ظروف هوائية باستخدام معقد سترات حديد التي تتضمن حديدوز سلفات تركيز 10 جزء بالمليون.

في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف هوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن حديدوز سلفات هبتا هيدرات وحمض سيتريك. في هذا المثال، يبلغ تركيز حديدوز سلفات 10 جزء بالمليون. بالنسبة لهذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة محلول ماء ملحي الذي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني عالي الوزن الجزيئي القابل للحل في الماء المتاح تجاريا (بوليمر B)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر.

20 بالنسبة لهذا المثال تمت إذابة جرام من بوليمر B في لتر من ماء الصنبور الساخن بواسطة خلطه لمدة ساعة و 40 دقيقة عند 500 لفة/دقيقة عند 38°م. التركيز الأولي للبولىمر في كانت عينة الماء الناتج الزائفة 1000 جزء بالمليون. تبلغ درجة الحموضة الأولية 7.74، وتبلغ اللزوجة الأولية 9.76 سنتيبواز. بعد ذلك، تمت إضافة 30 جم من NaCl لصنع تركيز ملح 3%. تبلغ درجة الحموضة واللزوجة 7.26 و 9.71 سنتيبواز، على التوالي.

تمت إضافة حمض سيتريك إلى عينة الماء الناتج الزائفة للحصول على تركيز 100 جزء بالمليون. أخيرا، تمت إضافة 1 ملل من محلول 1% من حديدوز سلفات هبتا هيدرات (للحصول على تركيز نهائي 10 جزء بالمليون حديدوز سلفات هبتا هيدرات).

5

10

15

20

25

تم قياس اللزوجة ودرجة الحموضة وتم التسجيل في مقابل الزمن (الشكل 4). بعد ساعتين تم إيقاف الخلط والتسخين. بعد 48 ساعة لم تتم ملاحظة أي رواسب.

تم استخدام كروماتوجراف نفاذية جل لتحديد الوزن الجزيئي للبوليمر قبل وبعد المعالجة، المسجل في الجدول 1، أدناه.

- 5 بالإشارة إلى الشكل 4، حدث خفض سريع وملحوظ في اللزوجة عند خلط كلا العوامل الكاشفة معا، واستمر الخفض في الاستمرار في مقابل الزمن، وفي النهاية وصلت إلى مستوى مستقر. لم تتم ملاحظة وجود رواسب أثناء هذه الاختبارات. بدون الرغبة في الارتباط بأي نظرية، يمكن أن يكون حمض سيتريك (سيترات) هو ما يعمل كعامل تعقيد في هذه الاختبارات وبالتالي تقوم بمنع أكسدة وترسيب الحديد، والذي يؤدي بعد ذلك إلى نقص تكوين الرواسب. كانت اللزوجة النهائية في النطاق المستهدف لتسهيل تشغيل أجهزة معالجة الماء الناتج (مثلا، شاملة خطوة فصل الزيت-الماء).
- 10 بالإشارة إلى الجدول 1، أبدت مقارنة نتائج الأمثلة 2 و 3 أن الكميات الزائدة من حديد سلفات، وبالتالي معقد الحديد، التي تمت إضافتها أدت إلى المزيد من آثار التحلل بناء على تحليل الوزن الجزيئي (انظر الجدول 1). في كل الحالات، تمت ملاحظة خفض درجة حموضة مع المعقد سيترات حديد ويمكن أن يرجع إلى الجرعة الأولية من حمض سيتريك.

الجدول 1 - الاختلافات في الوزن الجزيئي لعينات الماء الناتج الزائفة قبل وبعد المعالجة

المثال	محتوى Fe(II)SO ₄ *7H ₂ O	الوزن الجزيئي (جم/مول)	
		قبل معالجة	بعد معالجة
2	100 جزء بالمليون	06E+5.3	05E+1.07
3	10 جزء بالمليون	06E+5.4	05E+5.65

المثال 4 المعالجة اللاهوائي لغمر الماء الناتج بالبولىمر

في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية باستخدام العديد من معقدات حديد مثالية تتضمن كلوريد حديدوز وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك أو حمض نيتريلو تري أسيتيك. بالنسبة لهذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة محلول ماء ملحي الذي تضمن بولىمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني متميه جزئيا عالي الوزن الجزيئي قابل للحل في الماء المتاح تجاريا (بولىمر C)، والذي يمثل البولىمر المستخدم في تقنيات غمر البولىمر.

أولا، كانت عينة الماء الناتج الزائفة المحضرة بواسطة إذابة 30 جرام/لتر من NaCl (الصنع 3% محلول NaCl) في ماء الصنبور الساخن وبعد ذلك إضافة 1 جرام/لتر من البولىمر. تمت إذابة هذا البولىمر بواسطة خلطه لمدة ساعتين عند 500 لفة/دقيقة. يبلغ التركيز الأولي للبولىمر في محلول الماء الناتج الزائف 1000 جزء بالمليون. تم نقل المحلول البولىمري إلى قوارير مصل بمقدار لتر، وتم جعله لاهوائي بواسطة عمل فقاعات مع غاز نيتروجين طوال الليل. داخل الغرفة اللاهوائية، تم تقسيم محلول بولىمري لاهوائي في قوارير مصل بمقدار 125 ملل مع 50 ملل محلول بولىمري في كل قارورة. تم بدء تفاعل التحلل الكيماوي بواسطة حقن المادة الخالبة حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك أو حمض نيتريلو تري أسيتيك الأولى (كما هو محدد)، وبعد ذلك حقن كلوريد حديدوز في

العينات في قوارير المصل عند التركيزات المحددة. بعد ذلك تمت حضانة قوارير المصل في هزاز/حضانة لمدة ساعتين عند 40°م و 250 لفة/دقيقة (الشكل 5أ)، أو لمدة 30 دقيقة عند 40°م و 250 لفة/دقيقة (الشكل 5ب). بعد الحضانة، تم فتح قوارير المصل وتم قياس لزوجة ودرجة حموضة العينات وتم التسجيل (انظر الشكل 5أ والشكل 5ب).

5 بالإشارة إلى الشكل 5أ، بالنسبة لكل ظروف المعالجة المثالية التي تم اختبارها، تم خفض اللزوجة إلى أقل من 2 سنتيبواز وبقيت درجة الحموضة بين 6.1-6.2. تم تحقيق أعلى خفض في لزوجة البوليمر باستخدام 25 جزء بالمليون من حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك و 5 جزء بالمليون من $FeCl_2$. بالإشارة إلى الشكل 5ب، قامت ظروف المعالجة المثالية التي تم اختبارها أيضا بخفض لزوجة الماء الناتج الزائف إلى أقل من 2 سنتيبواز مع جرعات أقل من معقد الحديد (الشكل 5ب).

10 المثال 5 المعالجة اللاهوائي لغمر الماء الناتج بالبوليمر في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن كلوريد حديدوز وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك. بالنسبة لهذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة محلول ماء ملحي الذي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني متميه جزئيا عالي الوزن الجزيئي قابل للحل في الماء المتاح تجاريا (بوليمر C)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر.

15 تم استخدام وعاء دوار مع غلاف مائي للاختبار التالي لإتباع تفاعل التحلل الكيماوي في مقابل الزمن. في هذه الحالة، تمت إذابة 30 جم من NaCl (لصنع 3% محلول NaCl) في لتر من ماء الصنبور الساخن، بعد ذلك تمت إضافة 1 جم من بوليمر C (لصنع محلول بوليمري مع تركيز 1000 جزء بالمليون ولزوجة أولية: 5.78 سنتيبواز). بعد ذلك تم الخلط بواسطة التقليب المغناطيسي. 20 تم الحفاظ على درجة الحرارة عند 40°م. تم جعل المحلول البوليمري لاهوائي بواسطة عمل فقاعات فيه مع غاز نيتروجين طوال الليل. بالتالي، تمت إضافة حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك للحصول على تركيز أولي 25 جزء بالمليون. بعد 42 دقيقة من وقت التفاعل، تمت إضافة كلوريد حديدوز للحصول على تركيز 5 جزء بالمليون. تم تحليل العديد من العينات من حيث اللزوجة أثناء وقت تفاعل لمدة ساعتين. تم ترك المحلول واقفا ولم تتم ملاحظة وجود رواسب بعد 24 ساعة.

25 يقدم الشكل 6 نتائج مرتبطة ب تحليل بوليمر C كيماوي لاهوائي في مقابل الزمن. لم تتم ملاحظة وجود أي تحليل بعد إضافة حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك فقط. بعد إضافة كلوريد حديدوز

انخفضت اللزوجة إلى 2 سنتيبواز بعد دقيقتين. ظلت اللزوجة ثابتة نسبيا لمدة ساعتين. أبدت هذه النتائج فعالية كلوريد حديدوز وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك في تقليل لزوجة المحلول بواسطة تحلل البوليمر بسرعة. كانت اللزوجة النهائية في النطاق المستهدف لتسهيل تشغيل أجهزة معالجة الماء الناتج (شاملة خطوة فصل الزيت-الماء).

5 المثال 6 التحلل البيولوجي لعينة معالجة المياه الناتجة في ماء البحر. في هذا المثال، تم تقييم العديد من عينات الماء الناتج الزائفة المعالجة وغير المعالجة للتحلل البيولوجي في ماء البحر. في هذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة عبارة عن محلول ماء ملحي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني متميه جزئيا قابل للحل في الماء متاح تجاريا (بوليمر C)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر. تم علاج العينات التي تم علاجها في ظروف لاهوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن كلوريد حديدوز وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك.

10 تم تنفيذ اختبار التحلل البيولوجي بناء على تعليمات أوه إي سي دي OECD لاختبار المركبات الكيماوية، خصوص الاختبار #306: القابلية للتحلل البيولوجي في ماء البحر (المعتمد في 17 يوليو 1992)، والتي تم دمجها هنا بالإشارة إليها كليا. تم تجميع ماء البحر من المحيط الأطلنطي (Hilton Head، SC). تم ترشيح الماء لفصل الجسيمات الكبيرة. تم اختبار النشاط الميكروبي Microbial activity بواسطة وضع ماء البحر في وسط أجار بحري وبواسطة اختبار نشاط ثلاثي فوسفات الأدينوسين adenosine triphosphate (ATP). بشكل إضافي، تم تحليل الملوحة، درجة الحموضة، والكربون العضوي الكلي total organic carbon (TOC) للماء (الجدول 2).

الجدول 2 - خواص ماء البحر المستخدم لاختبار التحلل البيولوجي BIODEGRADATION TEST

محتوى ميكروبي (وضع في أجار بحري)	8.8 X 10 ³ خلية/ملل
النشاط الميكروبي (اختبار ثلاثي فوسفات الأدينوسين): ثلاثي فوسفات الأدينوسين حر ثلاثي فوسفات الأدينوسين كلي	264 بيكوجم/ملل 777 بيكوجم/ملل
الملوحة	2.62 ‰
درجة حموضة	6.9
الكربون العضوي الكلي	5.169 ملجرام/لتر

تم تحضير عينات الماء الناتج الزائفة (والعينات المقارنة) كما هو موضح أعلاه في المثال 5، باستخدام المكونات الموضحة في الجدول 3، أدناه. تمت إضافة 200 ملل من كل عينة ماء ناتج إلى وعاء Erlenmeyer ساعة 1 لتر، بالإضافة إلى 400 ملل من ماء البحر. بشكل إضافي، تمت إضافة 1 ملل من كل من المحاليل الغذائية المعدنية الأربعة إلى كل من الأوعية (تم توفير تفاصيل المحلول في اختبار OECD #306: بروتوكول القابلية للتحلل البيولوجي في ماء البحر). تمت حضارة الأوعية في جهاز هزاز، عند 100 لفة/دقيقة، عند درجة حرارة الغرفة. تم تجميع عينات من أجل الكربون العضوي الكلي في مقابل الزمن وتم الترشيح باستخدام مرشح filter بدقة 0.45 ميكرومتر. تم تنفيذ حساب التحلل البيولوجي باستخدام المعادلة التالية:

$$D_t = \left[1 - \frac{C_t - C_{bl(t)}}{C_0 - C_{bl(0)}} \right] \times 100$$

حيث: D_t = تحلل في نسبة إزالة الكربون العضوي الكلي عند الزمن t ، C_0 = تركيز الكربون العضوي الكلي البادئ في الوسط الاختباري، C_t = تركيز الكربون العضوي الكلي في الوسط الاختباري عند الزمن t ، $C_{bl(0)}$ = تركيز الكربون العضوي الكلي البادئ في العينة الغفل، و $C_{bl(t)}$ = تركيز الكربون العضوي الكلي في العينة الغفل عند الزمن t .

الجدول 3 - التصميم الاختباري للتحلل البيولوجي

رقم الوعاء	مصدر كربون	ماء البحر
1	200 مل بوليمر C (1000 جزء بالمليون) في 3% NaCl، لزوجة 5.73 سنتيبواز	400 مل ماء البحر المرشح
2	200 مل بوليمر C (1000 جزء بالمليون) في 3% NaCl، لزوجة 5.73 سنتيبواز	400 مل ماء البحر المرشح
3	200 مل بوليمر C (1000 جزء بالمليون) في 3% NaCl متحلل كيماويا مع حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك (25 جزء بالمليون) وكلوريد حديدوز (5 جزء بالمليون)، لزوجة 1.57 سنتيبواز	400 مل ماء البحر المرشح
4	200 مل بوليمر C (1000 جزء بالمليون) في 3% NaCl متحلل كيماويا مع حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك (25 جزء بالمليون) وكلوريد حديدوز ferrous chloride (5 جزء بالمليون)، لزوجة 1.57 سنتيبواز	400 مل ماء البحر المرشح
5	200 مل 3% NaCl (عينة غفل)	400 مل ماء البحر المرشح
6	200 مل 3% NaCl (عينة غفل)	400 مل ماء البحر المرشح

الجدول 4 - نتائج اختبار التحلل البيولوجي

حضانة الاختبار عند درجة حرارة الغرفة (بالأيام)	تحلل في نسبة الكربون العضوي الكلي بولي أكريلاميد متميه جزئياً (غير متحلل) % (الأوعية 1 & 2)	تحلل في نسبة الكربون العضوي الكلي متحلل كيمائياً بولي أكريلاميد متميه جزئياً مع حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك (25 جزء بالمليون) وكلوريد حديدوز (5 جزء بالمليون) (الأوعية 3 و 4)
25	0	0.26
28	4.16	35.68
33	15.24	60.25
36	93.65	100.52

تتطلب معايير OECD الحالية أكثر من 20% تحلل بعد 28 يوم من الحضانة. تبدي النتائج في الجدول 4 أن عينات بولي أكريلاميد متميه جزئياً غير المعالجة لا تلبى معايير التحلل البيولوجي هذه. في الواقع، يتم تصنيف بولي أكريلاميدات متميه جزئياً أحياناً بـ "المركبات الكيماوية ذات العلامة الحمراء" لأنها لم تتحلل بيولوجياً في ماء البحر. بالمقارنة، يبدي الجدول 4 أنه في اختبار التحلل البيولوجي هذا بعد 28 يوم، أبدى البوليمر في عينة الماء الناتج المعالج نسبة إزالة كربون 35.7% مقارنة بحوالي 4.2% فقط إزالة كربون للعينة غير المعالجة. يمكن ملاحظة فرق التحلل البيولوجي المشابه عند الأيام 33 و 36.

المثال 7 معالجة عينة المياه الناتجة في ظروف لاهوائية عند العديد من درجات الحرارة. 10 في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية باستخدام معقدات حديد مثالية تتضمن كلوريد حديدوز (5 جزء بالمليون) وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك (15 جزء بالمليون). بالنسبة لهذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة محلول ماء ملحي الذي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني متميه جزئياً عالي الوزن الجزيئي قابل للحل في الماء المتاح تجارياً

(بوليمر C)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر polymer flooding techniques.

5 أولاً، كانت عينة الماء الناتج الزائفة المحضرة بواسطة إذابة 30 جرام/لتر من NaCl (الصنع 3% محلول NaCl) في ماء الصنبور الساخن وبعد ذلك إضافة 1 جرام/لتر من بوليمر. تمت إذابة هذا البوليمر بواسطة خلطه لمدة ساعتين عند 500 لفة/دقيقة. يبلغ التركيز الأولي للبوليمر في محلول الماء الناتج الزائف 1000 جزء بالمليون. تم نقل المحلول البوليمري إلى قوارير مصل بمقدار لتر، وتم جعله لاهوائي بواسطة عمل فقاعات مع غاز نيتروجين طوال الليل. داخل الغرفة اللاهوائية، تم تقسيم المحلول البوليمري اللاهوائي في قوارير مصل بمقدار 125 ملل مع 50 ملل محلول بوليمري في كل قارورة. تم بدء تفاعل التحلل الكيماوي بواسطة حقن المادة الخالصة حمض إيثيلين داي أمين 10 تترا أسيتيك أولاً وبعد ذلك حقن كلوريد حديدوز في العينات في قوارير المصل. بعد ذلك تمت حضانة قوارير المصل serum bottles في هزاز/حضانة لمدة 30 دقيقة عند 250 لفة/دقيقة عند أي من 40°م، 60°م، أو 80°م. تم أيضاً تقييم عينات الماء الناتج الزائفة المقارنة التي لا تحتوي على معقد الحديد المثالي أيضاً عند 40°م، 60°م، و 80°م. بعد الحضانة لمدة 30 دقيقة، تم فتح قوارير المصل وتم قياس وتسجيل لزوجة العينات (انظر الشكل 7).

15 بالإشارة إلى الشكل 7، بالنسبة لكل درجات حرارة التي تم اختبارها، تم خفض قيم لزوجة عينة الماء الناتج المعالج إلى أقل من 2 سنتيبواز.

المثال 8 المعالجة اللاهوائي لغمر الماء الناتج بالبوليمر مع إخماد

20 في هذا المثال، تم علاج عينة الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن كلوريد حديدوز وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك، والذي تم إتباعه بواسطة إخماد التحلل البوليمر مع عامل إخماد. بالنسبة لهذا المثال، كانت عينة الماء الناتج الزائفة محلول ماء ملحي الذي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني متميه جزئياً عالي الوزن الجزيئي قابل للحل في الماء المتاح تجارياً (بوليمر C)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر. بشكل إضافي، تم تقييم العديد من عوامل الإخماد المختلفة في اختبارات منفصلة، كما هو موضح أدناه.

25 أولاً، كانت عينة الماء الناتج الزائفة المحضرة بواسطة إذابة 30 جرام/لتر من NaCl (الصنع 3% محلول NaCl) في ماء الصنبور الساخن وبعد ذلك إضافة 1 جرام/لتر من بوليمر. بعد ذلك تمت إذابة البوليمر بواسطة الخلط لمدة ساعتين عند 500 لفة/دقيقة. يبلغ التركيز الأولي للبوليمر في

- محلول الماء الناتج الزائف 1000 جزء بالمليون. تم نقل المحلول البوليمري إلى قوارير مصل بمقدار لتر، وتم جعله لاهوائي بواسطة عمل فقاعات مع غاز نيتروجين طوال الليل. داخل الغرفة اللاهوائية، تم تقسيم المحلول البوليمري اللاهوائي في قوارير مصل بمقدار 125 ملل مع 50 ملل محلول بوليمري في كل قارورة. تم بدء تفاعل التحلل الكيماوي بواسطة حقن 15 جزء بالمليون من حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك و 5 جزء بالمليون من كلوريد حديدوز في قوارير المصل. في الأمثلة حيث تم الإخماد، تمت إضافة صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت، هيدرو كوينون، أو ميثانول عند العديد من النسب المولارية لعامل الإخماد إلى تركيز كلوريد حديدوز (انظر الشكل 8) قبل حقن حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك وكلوريد حديدوز. بعد ذلك تمت حضانة قوارير المصل في هزاز/حضانة لمدة 30 دقيقة عند 40°م و 250 لفة/دقيقة. بعد الحضانة، تم فتح قوارير المصل وتم قياس اللزوجة ودرجة الحموضة. ظلت نسبة اللزوجة متناسبة مع عينة الماء الناتج الزائفة التي لم يتم علاجها مع كلوريد حديدوز وتم استخدام حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك لمعايرة نسبة اللزوجة التي تم الحصول عليها بواسطة كل من العينات التي تم علاجها بعامل الإخماد، وتم تمثيل قياسات النقطة النهائية في الشكل 8.
- بالإشارة إلى الشكل 8، تم تمثيل اختبارات النتائج التي لها قدرة صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفات، أمونيوم باي سلفيت وهيدرو كوينون لإخماد تفاعل التحلل شاملة بوليمر C. تم تنافس ميثانول عند 2000 جزء بالمليون كتحلل مستهدف مع البوليمر (انظر الشكل 8). تم الحفاظ على درجة الإخماد الأعلى إخماد عند استخدام نسبة مولارية من 100:1 (إخماد كيماوي لكلوريد حديدوز) لأي من صوديوم سلفيت أو هيدرو كوينون (انظر الشكل 8).
- المثال 9 المعالجة اللاهوائي لغمر الماء الناتج بالبوليمر مع إخماد تحلل
- في هذا المثال، تم علاج اثنين من عينات الماء الناتج الزائفة في ظروف لاهوائية باستخدام معقد حديد مثالي يتضمن كلوريد حديدوز وحمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك، ولواحدة من العينتين، تمت إضافة عامل إخماد مثالي لإخماد التحلل البوليمر الذي تم كنتيجة لاستخدام معقد الحديد المثالي. بالنسبة لهذا المثال، كانت عينات الماء الناتج الزائفة عبارة عن محلول ماء ملحي الذي تضمن بوليمر قائم على أساس بولي أكريلاميد أنيوني متميه جزئيا عالي الوزن الجزيئي قابل للحل في الماء المتاح تجاريا (بوليمر C)، والذي يمثل البوليمر المستخدم في تقنيات غمر البوليمر. في المثال الحالي، تم تتبع تفاعل التحلل وإخماد التفاعل في مقابل الزمن.

- أولاً، تم تحضير عينات الماء الناتج الزائفة بواسطة إذابة 30 جرام/لتر من NaCl (الصنع 3% محلول NaCl) في ماء الصنبور الساخن وبعد ذلك إضافة 1 جرام/لتر من بوليمر. تمت إذابة هذا البوليمر بواسطة خلط لمدة حوالي ساعتين مع الحفاظ على درجة الحرارة عند 40°م في وعاء مغلف بالماء. يبلغ التركيز الأولي للبوليمر في محاليل الماء الناتج الزائف 1000 جزء بالمليون. تم جعل المحاليل البوليمرية لاهوائية بواسطة عمل فقاعات مع غاز نيتروجين طوال الليل وتم الحفاظ عليها لاهوائية مع غاز نيتروجين. بالتالي، تمت إضافة حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك للحصول على تركيز أولي 50 جزء بالمليون. 30 دقيقة بعد إضافة حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك، تمت إضافة كلوريد حديدوز للحصول على تركيز 5 جزء بالمليون (الزمن = 0 دقيقة، انظر الشكل 9 والشكل 10). 23 ساعة بعد إضافة كلوريد حديدوز انخفض حجم المفاعل إلى 750 ملل في حالة الشكل 9، و 23 ساعة بعد إضافة كلوريد حديدوز انخفض حجم المفاعل إلى 750 ملل في حالة الشكل 10. بالتالي تمت إضافة 250 ملل من محلول بوليمري لاهوائي 4000 جزء بالمليون (في 3% NaCl) (انظر الشكل 9)، أو، بشكل بديل، تمت إضافة صوديوم سلفيت عند تركيز 100 ضعف أكثر مولارية مقارنة بمعقد الحديد المثالي إلى الوعاء قبل إضافة محلول بوليمري 4000 جزء بالمليون (انظر الشكل 10). تمت مراقبة اللزوجة ودرجة حموضة الخليط لمدة 96 ساعة إضافية، وتم تمثيل النتائج في الشكل 9 والشكل 10.
- يقدم الشكل 9 نتائج الاختبار الذي يقيس تحلل بوليمر C كيميائي لاهوائي في مقابل الزمن، متبوعاً بإدخال بوليمر إضافي C. تم تدهور البوليمر C إلى أقل من 2 سنتيبواز في 2 دقيقة (انظر الشكل 9). بعد إضافة المزيد من البوليمر C ("بوليمر طازج" أو "بوليمر جديد")، ارتفعت اللزوجة إلى 7.55 سنتيبواز. بسبب حمض إيثيلين داي أمين تترا أسيتيك المتبقي وكلوريد حديدوز في المحلول بالإضافة إلى ظروف التفاعل، تمت ملاحظة تحلل البوليمر الإضافية في مقابل الزمن (انظر الشكل 9). عند الزمن = 120 ساعة، بلغت اللزوجة 2.46 سنتيبواز، والتي تحولت إلى خفض في لزوجة حوالي 67%. اختلفت درجة الحموضة بين 6.3 و 6.7 على مدار الاختبار (انظر الشكل 9).
- يقدم الشكل 10 نتائج الاختبار الذي يقيس تحلل بوليمر C كيميائي لاهوائي في مقابل الزمن، متبوعاً بإدخال عامل إخماد مثالي (صوديوم سلفيت) وبوليمر إضافي C، والذي تمت إضافته لحماية البوليمر الجديد C من التحلل. تم تحلل البوليمر إلى أقل من 2 سنتيبواز في 2 دقيقة (انظر الشكل 10). بعد إضافة المزيد من بوليمر C، ارتفعت اللزوجة إلى 8.04 سنتيبواز (انظر الشكل 10)، وبلغت اللزوجة

5.77 سنتيبواز بعد 120 ساعة، يمثل خفض كلي في اللزوجة 28%. بالمقارنة، بلغت اللزوجة المنخفضة بمقدار 67% بدون إضافة عامل الإخماد (انظر الشكل 9)، وانخفضت اللزوجة بواسطة 16% في حالة اختبار تحكم (انظر أدناه والشكل 11). أبدى الخفض الكلي المنخفض في اللزوجة على مدار اختبار لمدة 120 ساعة في حالة الشكل 10 فعالية عامل الإخماد المثالي صوديوم سلفيت 5 في إخماد تحلل بوليمر C بواسطة معقد حديد مثالي. بلغت قيمة درجة الحموضة حوالي 6.6 عند بدء الاختبار، وزادت قيمة درجة الحموضة إلى حوالي 7.5 بعد إضافة صوديوم سلفيت. تم تنفيذ اختبار التحكم لتقييم ثبات بوليمر C في الظروف المستخدمة للحصول على البيانات الممثلة في الشكل 9 والشكل 10 (انظر الشكل 11). كما في الشكل 9 والشكل 10، تم قياس اللزوجة ودرجة الحموضة عند النقاط الزمنية المحددة على مدار 120 ساعة (انظر الشكل 11). كانت اللزوجة عند الزمن = 0 بمقدار 4.02 سنتيبواز، وكانت اللزوجة عند الزمن = 120 ساعة بمقدار 3.37 سنتيبواز، والتي تمثل انخفاض كلي في اللزوجة 16%. بقيت درجة الحموضة عند 6.5 على مدار اختبار التحكم.

في الإجراءات السابقة، تم وصف العديد من الخطوات مع ذلك، سيتضح ان هناك العديد من التعديلات والتغييرات التي يمكن تنفيذها عليه، بدون الخروج من المنظور الأوسع للإجراءات المثالية المذكورة في عناصر الحماية التالية.

قائمة التتابع:

- | | | |
|------|------------------------------------|----|
| "أ" | لزوجة (سنتي بواز) | |
| "ب" | الوقت (بالدقائق) | |
| "ج" | الرقم الهيدروجيني | |
| "د" | EDTA (جزء في المليون) | 20 |
| | NTA (جزء في المليون) | |
| | FeCl ₂ (جزء في المليون) | |
| "هـ" | EDTA (جزء في المليون) | |
| | FeCl ₂ (جزء في المليون) | |
| "و" | إضافة من FeCl ₂ | 25 |
| "ز" | غير معالج درجة حرارة الغرفة | |

"ح"	معالج درجة حرارة الغرفة	
"ط"	غير معالج 40 درجة حرارة الغرفة	
"ي"	معالج 40 درجة حرارة الغرفة	
"ك"	غير معالج 60 درجة حرارة الغرفة	
"ل"	معالج 60 درجة حرارة الغرفة	5
"م"	غير معالج 80 درجة حرارة الغرفة	
"ن"	معالج 80 درجة حرارة الغرفة	
"س"	هيدروكيون	
"ع"	أمونيوم باي سولفيت	
"ف"	% لبقاء اللزوجة	10
"ص"	صوديوم ثيو سولفيت	
"ق"	صوديوم سولفيت	
"ر"	المولارية النسبية إلى تركيز $FeCl_2$	
"ش"	ميثانول 2000 جزء في المليون	
"ت"	لا	15
"ث"	$FeCl_2$	
	EDTA	
"خ"	الوقت (بالساعة)	
"ذ"	اللزوجة	
"ض"	الرقم الهيدروجيني	20
"أ1"	اللزوجة (سني بواز) أو الرقم الهيدروجيني	
"ب1"	لزوجة محلول بوليمر نهائية	
"ج1"	الخلط فقط في ظل ظروف لاهوائية	
"د1"	EDTA (50 جزء في المليون) متبوعاً بحديد (5 جزء في المليون)	
"ه1"	ضخ محلول البوليمر (4000 جزء في المليون) عند 30.6 مل/دقيقة	25
"و1"	سحب محلول البوليمر عند 30.6 مل/دقيقة	

عناصر الحماية

1- عملية لمعالجة ماء مُنتج produced water يشتمل على بوليمرات ذوابة بالماء water soluble polymers، تشتمل هذه العملية على تخفيض رتبة جزء من البوليمرات الذوابة بالماء water soluble polymers بإضافة معقد حديد iron complex إلى الماء المُنتج produced water والذي يشتمل على مركب حديد iron وعامل تعقيد complexing agent، حيث:

- 5 (أ) تشتمل البوليمرات الذوابة بالماء water soluble polymers المذكورة على بوليمر أكريل أميد (مشارك) acrylamide (co)polymer؛
- (ب) يشتمل مركب الحديد iron المذكور على كبريتات الحديد iron sulfate، سباعي هيدرات كبريتات الحديدوز ferrous sulfate heptahydrate، أو كلوريد الحديد (II) iron (II) chloride؛ و
- (ج) يشتمل عامل التعقيد complexing agent المذكور على حمض ستريك citric acid، حمض أسيتك ايثيلين دي أمين رباعي ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)، أو حمض نيتريل تراي أسيتك nitrilotriacetic acid (NTA).
- 10

2- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتم إنتاج الماء المُنتج produced water أثناء أي جزء من عملية استخلاص الزيت المُعززة enhanced oil recovery process أو عملية غمر البوليمر polymer flooding process.

15

3- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يكون الماء المُنتج produced water المذكور:

1. هوائي aerobic أو
2. غير هوائي anaerobic.

20

4- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل العملية على:

1. معالجة المياه المنتجة المذكورة المشتملة على بوليمرات قابلة للذوبان في الماء عن طريق إضافتها إلى الماء المنتج معقد الحديد iron complex المذكور، حيث يشتمل معقد الحديد iron complex المذكور على: كبريتات الحديد iron sulfate وحمض ستريك citric acid؛ سباعي هيدرات كبريتات الحديدوز ferrous sulfate heptahydrate وحمض ستريك citric acid، كلوريد الحديد (II) iron (II) chloride.
- 25

chloride وحمض أسيتك ايثيلين دي أمين رباعي (EDTA) ethylenediaminetetraacetic acid؛ أو

كلوريد الحديد (II) iron (II) chloride وحمض نيتريل ترياي أسيتك (NTA) nitrilotriacetic acid؛

2. إضافة معقد الحديد iron complex المذكور إلى الماء المنتج produced water، حيث نسبة

الحديد إلى عامل التعقيد complexing agent تكون من 1:100 إلى 1:5؛

5 3. إضافة معقد الحديد iron complex المذكور إلى الماء المنتج لتوفير تركيز حديد 10.000 جزء

في المليون أو اقل بالماء المنتج produced water المعالج؛

4. الحفاظ على رقم هيدروجيني للماء المنتج produced water المعالج والذي يكون مساوياً أو اقل

من الرقم الهيدروجيني للماء المنتج produced water غير المعالج؛

5. الحفاظ على درجة الحرارة التي تتراوح من درجة حرارة الغرفة إلى 80 درجة مئوية؛

10

5- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، تشتمل أيضاً على إضافة عامل تسقية quenching agent إلى

الماء المنتج produced water.

6- العملية وفقاً لعنصر الحماية 5، حيث تشتمل العملية على:

15 1. إضافة عامل التسقية quenching agent المذكور الى الماء المنتج produced water؛ حيث

تشتمل العملية المذكورة أيضاً على إضافة بوليمر إضافي ذواب بالماء water soluble polymer إلى

الماء المنتج produced water بشكل متزامن مع أو بعد إضافة عامل التسقية quenching agent

حيث يشتمل عامل التسقية quenching agent المذكور على كبريتات الصوديوم sodium sulfite،

هيبوسلفات الصوديوم sodium thiosulfate، ثاني كبريتات الأمونيوم ammonium bisulfite،

20 هيدروكينون hydroquinone، أو توليفة أو خليط منها؛

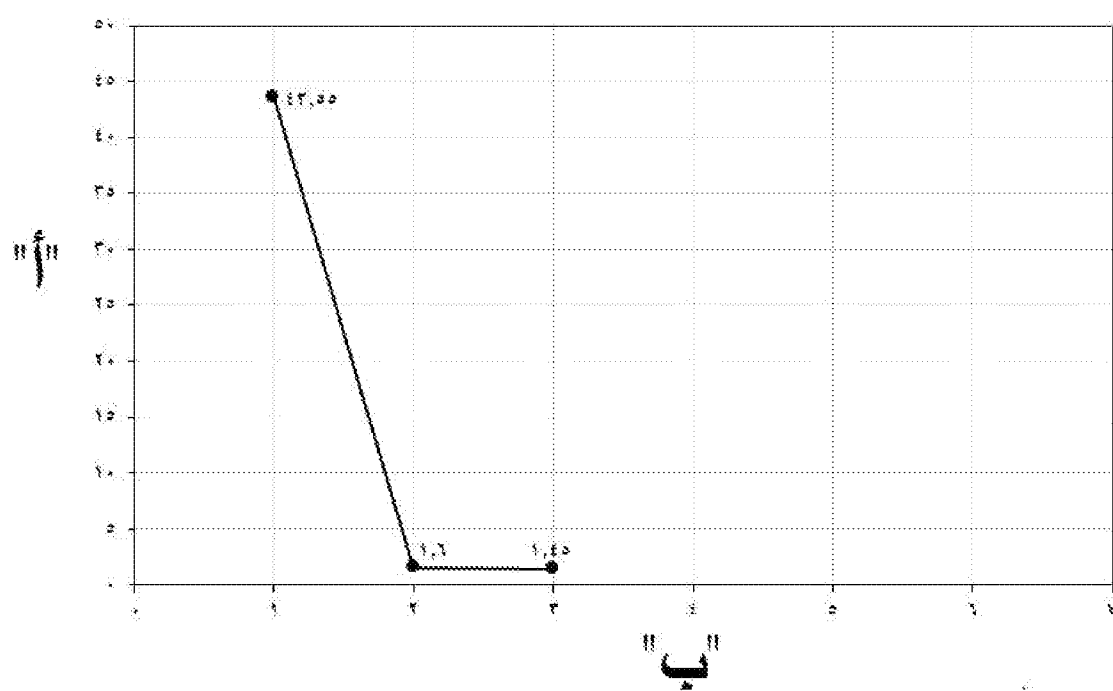
2. إضافة عامل التسقية quenching agent المذكور الى الماء المنتج produced water لتوفير نسبة

مولارية لعامل التسقية quenching agent المذكور إلى معقد الحديد iron complex المذكور تكون

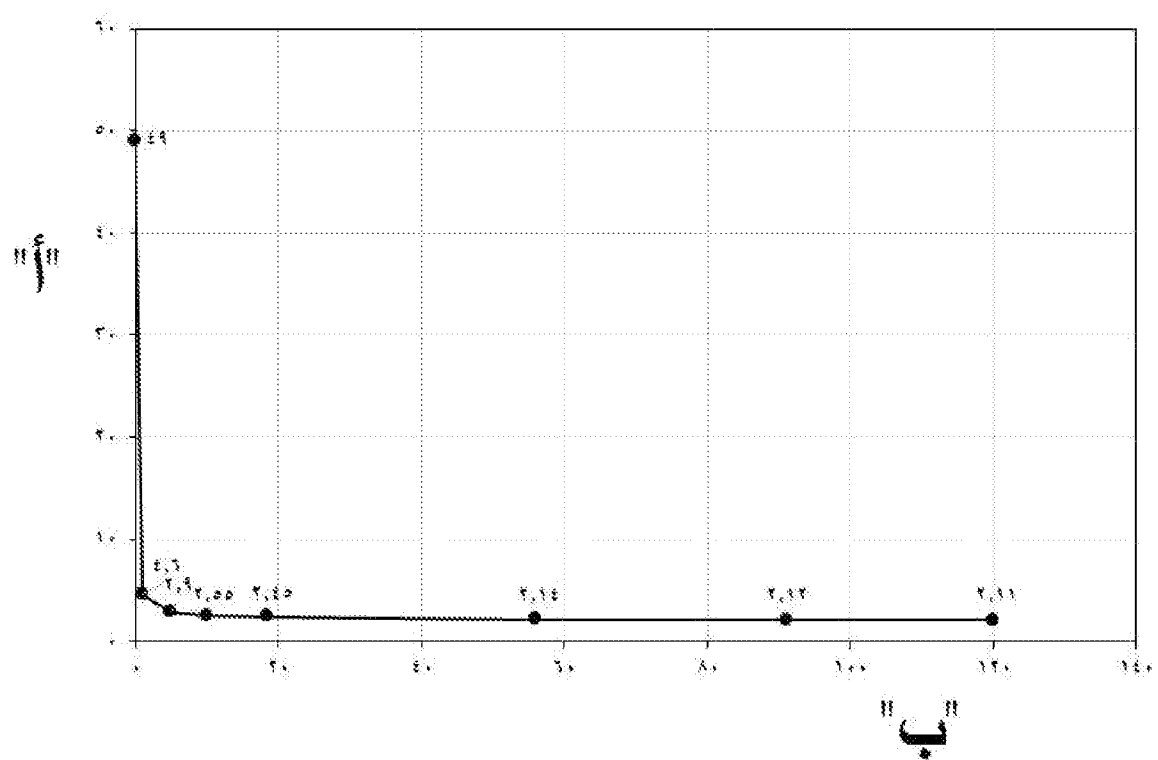
من 1:1 إلى 1:500؛ و/أو

3. إضافة بوليمر إضافي قابل للذوبان في الماء إلى الماء المنتج produced water في وقت واحد

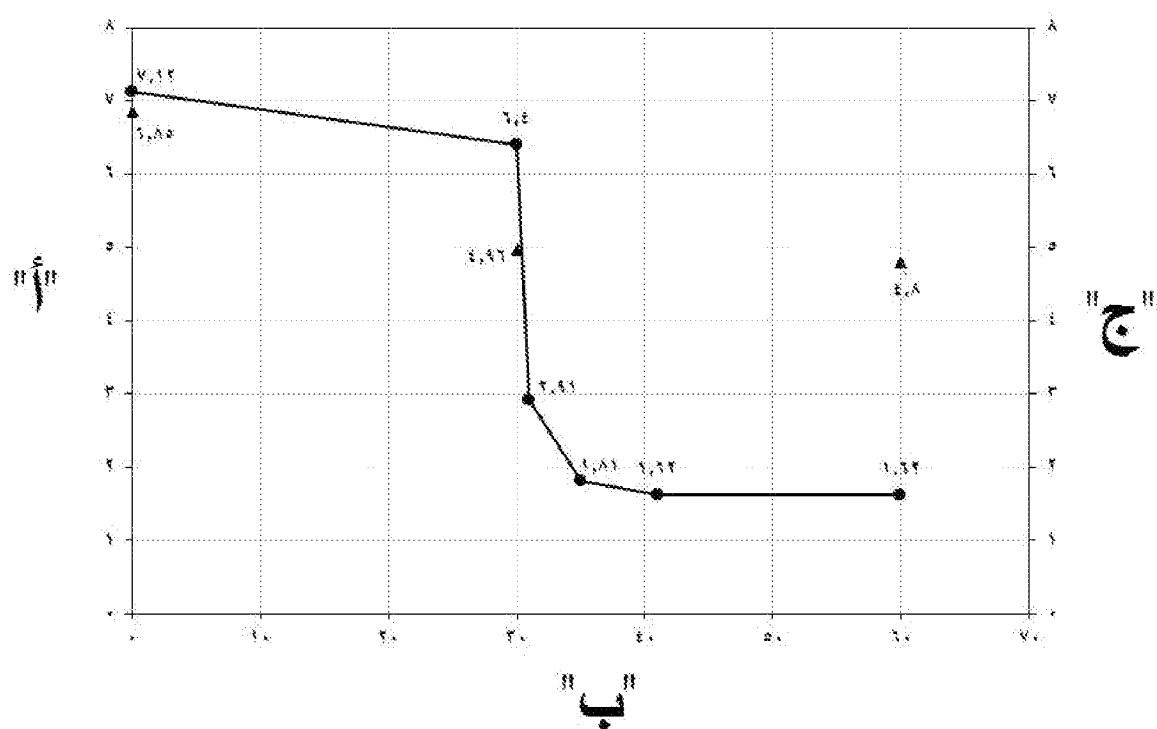
25 مع أو بعد إضافة عامل التسقية quenching agent.



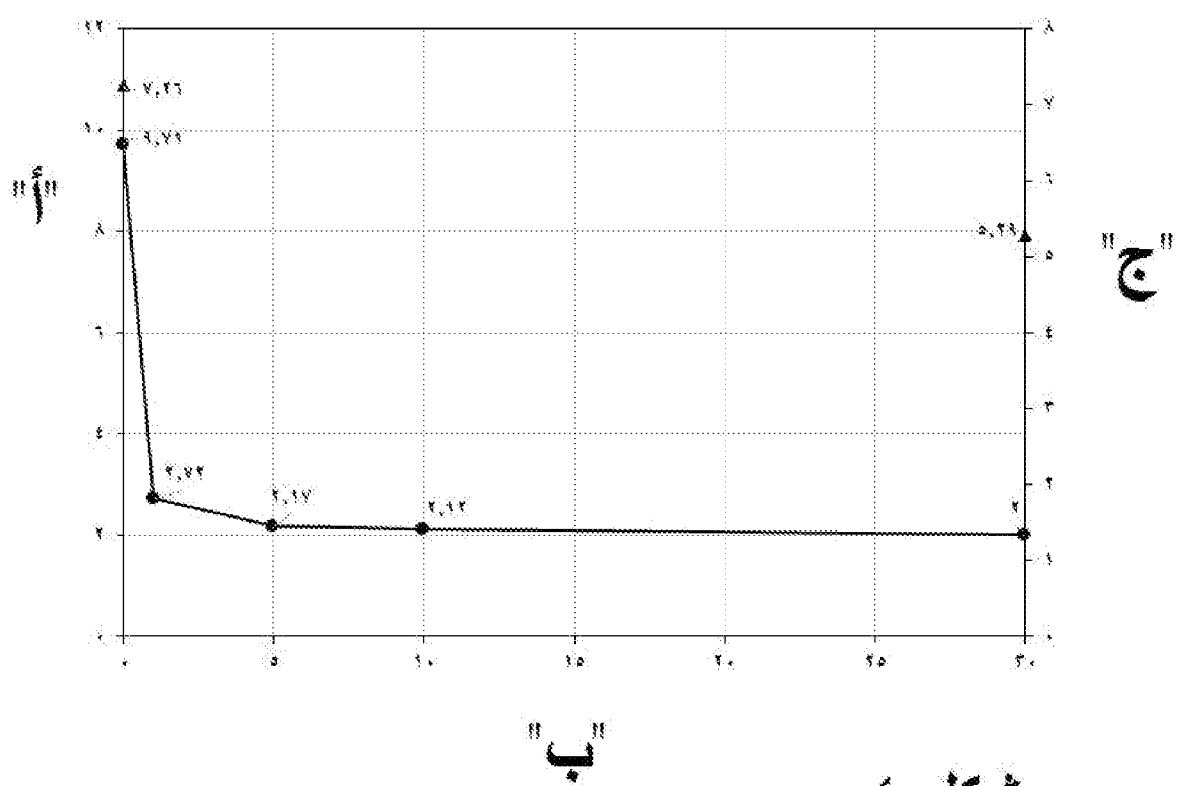
شکل ۱



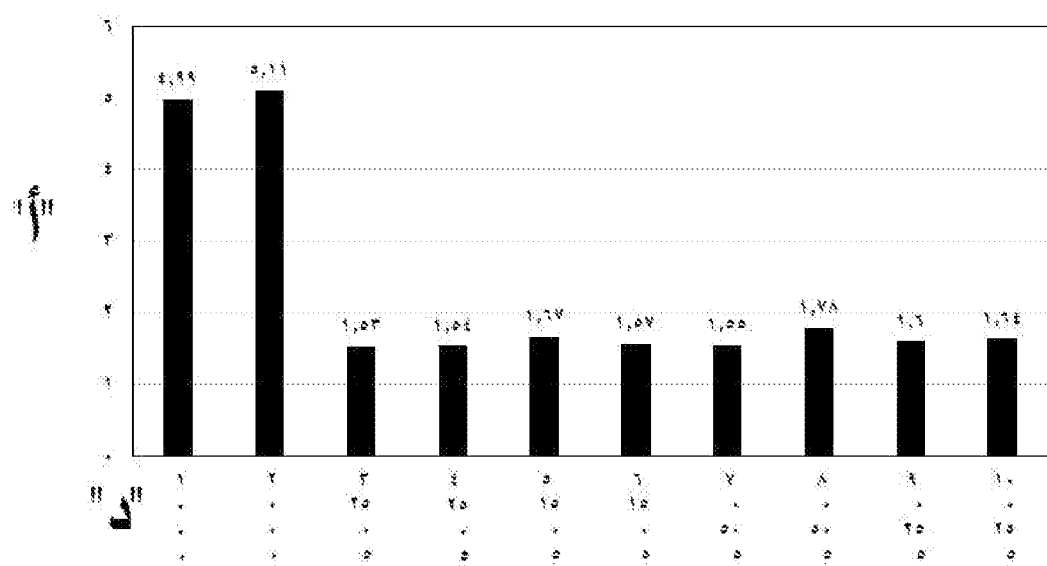
شکل ۲



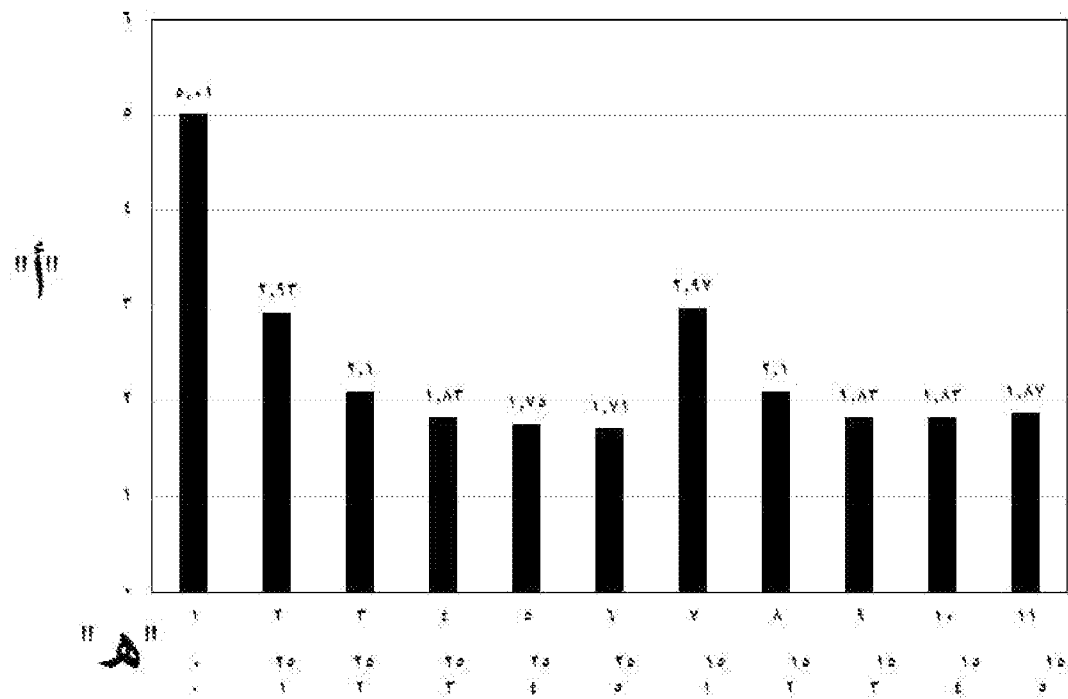
شكل ٣



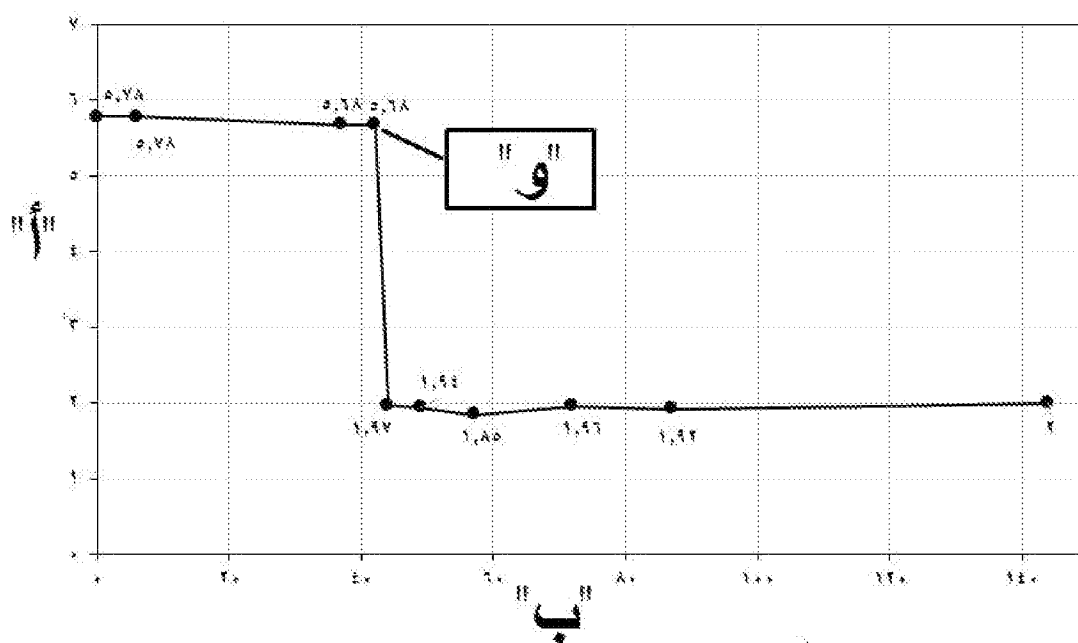
شكل ٤



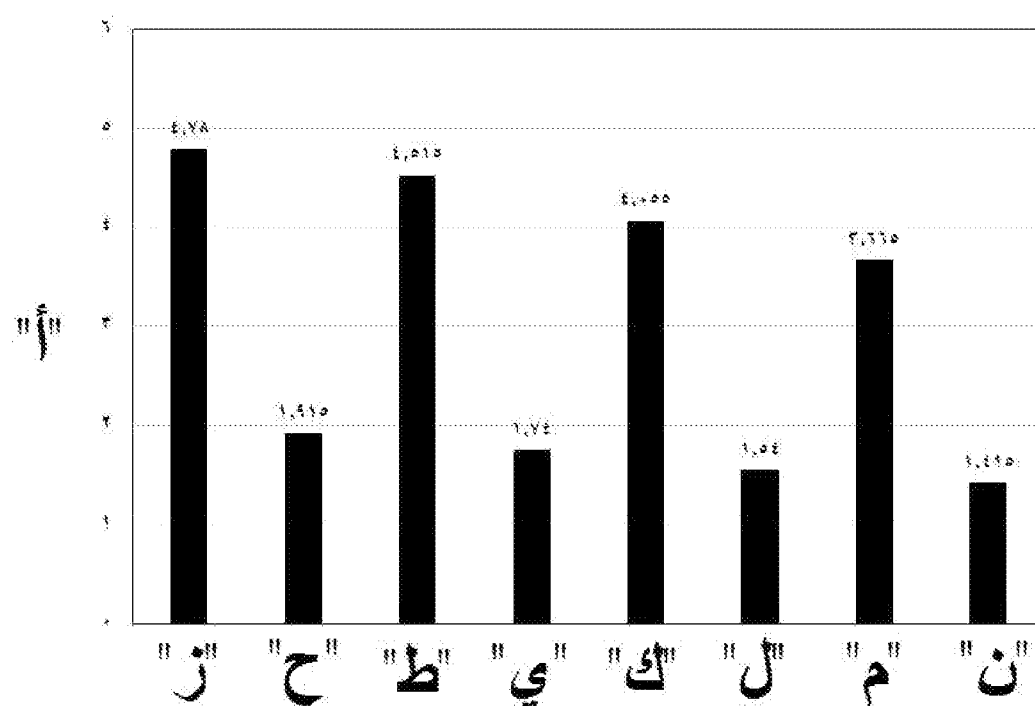
شكل ٥ أ



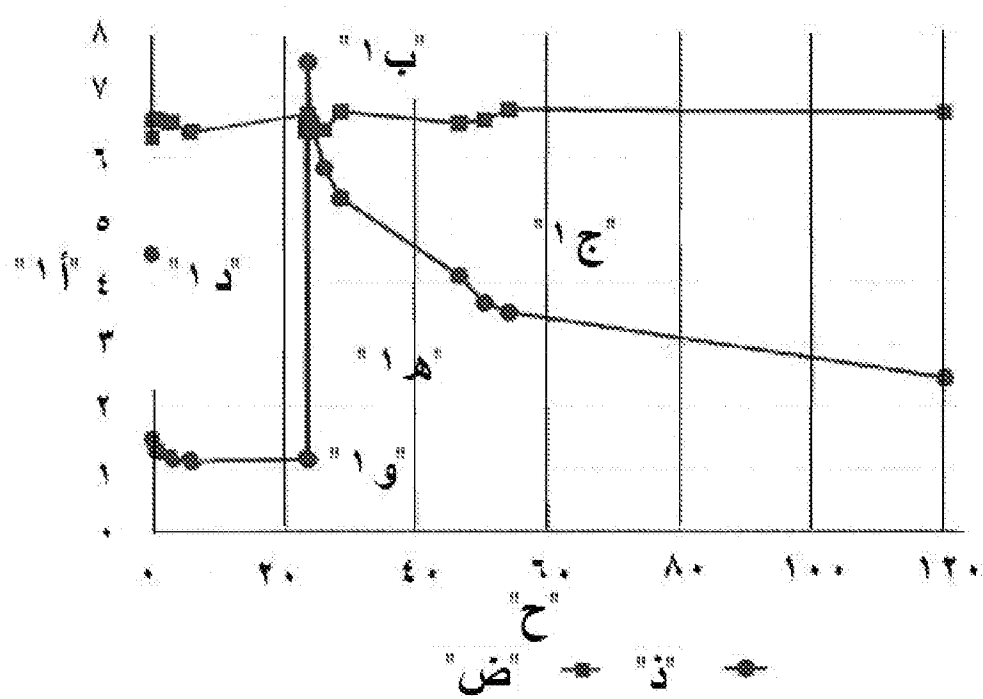
شکل ۵ ب



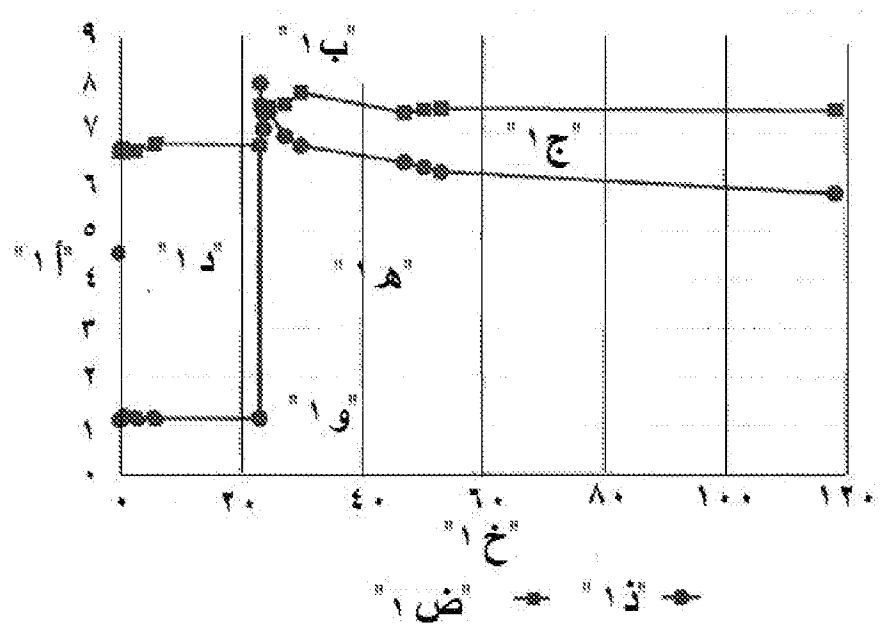
شکل ٦



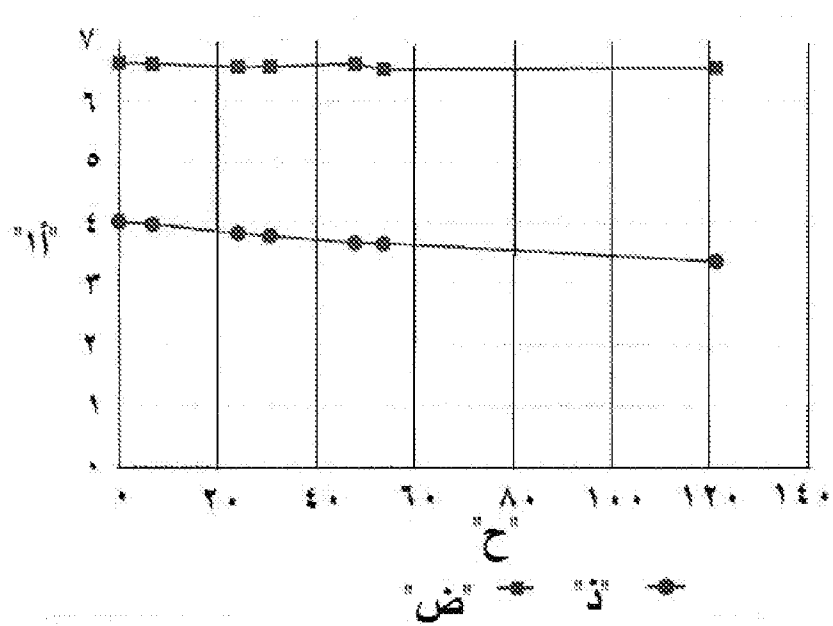
شكل ٧



شكل ٩



شکل ۱۰



شکل ۱۱



مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

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

صادرة عن
الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA