مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

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

[11] رقم البراءة: ٣٥١١
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٥/٠٩/١٧ هـ
الموافـــق: ٢٠١٤/٠٧/١٤ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: يوجيني نيكولايفيتش اليكساندروف، دميتري أناتولجيفيتش ليمينوفيسكي، زدينيك كولير

[73] مالك البراءة : تي سي تي ام ليمتد
عنوانه: اندستريسترا ٢٦ ٩٤٩١، روجيل، ليختنشتاين
جنسيته: ليختنشتاين

[74] الوكيل: سليمان ابراهيم العمار

[21] رقم الطلب: ١١٠٣١٠٣١٣

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٣١/٠٥/٠٦ هـ
الموافق : ٢٠١٠/٠٤/٢٠ م

[51] التصنيف الدولي (IPC[8]) :
E21B 043/024 ، E21B 036/000

[56] المراجع:

RU	٢١٢٦٠٨٤	١٩٩٩/١٠/٠٢م
RU	٢١٥٣٠٦٥	٢٠٠٠/٠٧/٢٠م
US	٦٤٨٨٠٨٦	٢٠٠٢/١٢/٠٣م

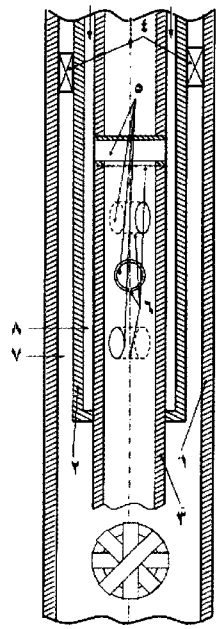
اسم الفاحص: هشام بن سعد العريفي

[54] اسم الاختراع: نظام كيميائي وطريقة للمعالجة الحرارية لخزان نفط

Chemical system and method for thermally treating an oil reservoir

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بنظام كيميائي chemical system لتركيبات لتقليل لزوجة نفط gas evolving oil viscosity به غازات متصاعدة diminishing compositions لتنشيط الطبقة المُنتِجة لخزان نفط، أي أنه يتعلق بتركيبات كيميائية للمعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir ، كما يتعلق، بمزيد من التحديد ببدء تفاعل كيميائي في منطقة الطبقة المُنتِجة من خزان النفط aqueous solution لإنتاج حرارة وطرد الغازات بحيث يتم تحسين استخراج النفط (البترول). كما يتعلق الاختراع بطريقة للعلاج الكيميائي الحراري لخزان نفط عن طريق هذا النظام الكيميائي chemical system ، وبجهاز لتنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط.

عدد عناصر الحماية (٢١)، عدد الاشكال(٦)



الشكل(١)

نظام كيميائي وطريقة للمعالجة الحرارية لخزان نفط

Chemical system and method for thermally treating an oil reservoir

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بنظام كيميائي chemical system لتركيبات لتقليل لزوجة نفط gas evolving oil viscosity به غازات متصاعدة diminishing compositions لتنشيط الطبقة المُنتِجة لخزان نفط، أي أنه يتعلق بتركيبات كيميائية للمعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir ، بمزيد من التحديد ببدء تفاعل كيميائي في منطقة الطبقة المُنتِجة من خزان النفط aqueous solution لإنتاج حرارة وطرد الغازات بحيث يتم تحسين استخراج النفط (البترول). كما يتعلق الاختراع بطريقة للعلاج الكيميائي الحراري لخزان نفط عن طريق هذا النظام الكيميائي chemical system ، وبجهاز لتنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط.

عادة ما يبدأ استخراج البترول من خزان نفط بطرق استخراج تستخدم الضغط تحت الارضي في خزان النفط aqueous solution والذي سوف يدفع النفط إلى السطح. على مدى عمر بئر النفط oil reservoir سوف ينخفض الضغط، ويصبح من الضروري استخدام أساليب استخراج أخرى مثل المضخات أو عن طريق حقن المياه، أو الغاز الطبيعي أو الغازات الأخرى في بئر النفط لدفع النفط إلى السطح. بعد أن تصبح طرق الاستخراج هذه غير مجدية يظل خزان النفط aqueous solution محتويا على كميات كبيرة من البترول محتجزة في تجاويف صغيرة أو في مسام الصخور pores of the rock أو التكوينات الرملية sand formations.

أيضا لاسترداد هذه الكميات المتبقية من البترول يتم استخدام أساليب استخراج النفط التي تُستخدم

أساسا بهدف إلى الحد من لزوجة البترول. تتمثل إحدى الطرق الشائعة في حقن البخار الساخن في بئر النفط oil reservoir لتسخين البترول وبالتالي الحد من اللزوجة. هذا الأسلوب، مع ذلك، يكون مجديا فقط حتى عمق يصل الى حوالي ١ كم، بعد هذا العمق سيتم تبريد البخار الساخن قبل الوصول إلى المنطقة المنتجة. علاوة على ذلك، مع هذا الأسلوب يلزم انقضاء ما يصل الى ٣ إلى ٥ أشهر من حقن البخار الساخن لتسخين المنطقة المنتجة. بدلا من ذلك، يمكن حقن مخفضات التوتر السطحي surfactants أو المذيبات solvents في بئر النفط لاستخراج البترول. مع ذلك، فهذه الأساليب، يعيبها أن البترول المستخرج سوف يظل ملوثا بهذه المواد الكيميائية مما يستلزم بذل جهود وتكاليف اضافية لاستخراجه.

وهناك طريقة أخرى ثالثة لاستخراج النفط تتميز ببدء تفاعل كيميائي في المنطقة المنتجة في خزان النفط aqueous solution لانتاج الغازات الساخنة التي تؤدي إلى تسخين النفط في المنطقة المنتجة للحد من لزوجتة ولدعم عمليات استخراج النفط عن طريق زيادة الضغط في بئر النفط oil reservoir .

في طلبات البراءات الروسية RU 2 100 583 C1 و RU 2 126 084 C1 و RU 2 153 065 C1 يتم الكشف عن وقود وتركيبات مؤكسدة fuel and oxidizing compositions (FOC) تكون قادرة على إنتاج غازات ساخنة بعد بدء تفاعل كيميائي.

هذه التركيبات من المقصود إدخالها إلى بئر النفط oil reservoir لخزان نفط لإجراء معالجة كيميائية حرارية للمنطقة المُنتِجة. هذه التركيبات الكيميائية هي محاليل كيميائية تحتوي على كميات كبيرة تصل إلى ٦٠ ٪ بالوزن أو أكثر من ammonium nitrate ، $N H_4NO_3$. المكونات الأخرى لهذه الـ FOC هي على سبيل المثال glycerin, nitric acid, carbamide, potassium permanganate, acetic acid, isopropyl metacarborane and acetylsalicylate. بعد حقن الـ

FOC في بئر النفط oil reservoir يتم حقنه بطبة بدء انفجار. ينتج عن تحلل ١ كجم من FOC انبعاث كمية من الحرارة تبلغ حوالي ٥٠٠-١٠٠٠ كيلوكالوري.

هذه الـ FOC تحتوي على كمية زائدة من oxygen وبالتالي تكون ذات طبيعة مؤكسدة تماما، بحيث أنه في الخليط المكوَّن من البترول يتم عمل تركيبة متفجرة.علاوة على ذلك، فإن المحاليل الكيميائية التي تحتوي على كميات كبيرة من ammonium nitrate تكون قابلة للانفجار إذا كان محتوى الماء أقل من الكمية الحرجة بحوالي ١٦-١٨ ٪ بالوزن. لذلك، على ضوء اعتبارات الأمان لهذه المُركَّبات فإن محتوى الماء يكون عادة أعلى من ٢٦-٢٨ ٪ بالوزن. مع ذلك، فبزيادة المحتوى المائي يصبح من الصعب الحصول على تفاعل ثابت يعطي كمية عالية من الحرارة .

في RU 2 194 156 C1 تحتوي الـ FOC أساسا على منتج التفاعل لـ nitric acid مع alkanolamine ، alkyl amine أو alkyl polyamine وما يصل إلى ٢,٠ إلى ٣٥,٠ ٪ بالوزن من نيترات غير عضوية inorganic nitrate مثل ammonium nitrate ، potassium nitrate ، sodium nitrate أو calcium nitrate . مع هذه التركيبة يتم تحقيق تداول أكثر أمانا حيث يمكن تخفيض كمية ammonium nitrate تخفيضا كبيرا. مع ذلك، فبالطريقة العادية لإحراق الـ FOC بواسطة انفجار طبة، لأسباب تتعلق بالأمن يمكن إحراق كتلة تبلغ على الأكثر ١ إلى ٢ طن. بعد تحلل تيار التغذية للـ FOC بكتلة تبلغ ١ إلى ٢ طن العملية الكلية لتوصيل FOC ويجب إعداد بدء إدراج الشحنة بحيث أنه عند بئر نفط بعمق ١ إلى ٢ كم يمكن أن يتفاعل ليس أكثر من حوالي ١٠ طن من الـ FOC في اليوم. إذا كان عمر بئر النفط oil reservoir حوالي ٣ إلى ٤ كم فإن كمية FOC التي تتفاعل في اليوم بهذه الطريقة تقل إلى حوالي ٥ طن. لذلك، فإن مدى تسخين المنطقة المُنتِجة يكون محدودا وبالتالي فإن كفاءة هذه الطريقة تكون محدودة. لذلك يهدف الاختراع الحالي إلى توفير مواد مُحسَّنة وطريقة مُحسَّنة للتغلب على أوجه القصور في الفن السابق بعمل زيادة كبيرة في

كمية الحرارة المتولدة في المنطقة المُنتِجة في بئر نفط مما يسمح بالاستغلال الأمثل لخزانات النفط. كما يهدف الاختراع الحالي إلى توفير جهاز لتنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir .

الوصف العام للاختراع

تم تحقيق الهدف السابق ذكره بتوفير نظام كيميائي chemical system للمعالجة الحرارية لخزان نفط ببدء تفاعل كيميائي في منطقة مُنتِجة من خزان النفط aqueous solution ، حيث يشتمل النظام الكيميائي chemical system على التركيبتين التاليتين على الأقل:

تركيبة باعثة لغاز حراري thermal gas emitting composition (TGEC) تكون عبارة عن محلول أو معلق مائي suspension يشتمل على مُركَّب واحد على الأقل يتم اختياره من المجموعة التي تتكون من مُركَّبات :

hydrazine nitrate, 1,1-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates and 1,2-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates, such as 1,1-dimethyl hydrazine nitrate or 1,2-dimethyl hydrazine nitrate, guanidine nitrate

ومُركَّب إضافة formamide nitric acid ، ومُركَّب إضافة acetamide nitric acid ، ومُركَّب إضافة acetonitrile nitric acid ، ومُركَّب إضافة urea nitric acid ، ammonium nitrate ، mono, di and tri C1-5 alkyl amine ، calcium nitrate ، sodium nitrate ، potassium nitrate ، nitrates mono, di and tri C_{1-5} alkanol amine nitrates ، mono ، C_{2-6} alkylene diamine mono و poly C_{1-5} alkylene polyamine polynitrates ؛ و مثبت لبادئ التفاعل reaction initiator stabilizer (RIS) يكون عبارة عن سائل يشتمل على مُركَّب واحد على الأقل يتم اختياره من

المجموعة التي تتكون من:

- borohydrides معدن MBH_4، حيث M هي Li، Na أو K؛

- مُركَّبات aminoboranes $(R^1R^2R^3)N{\cdot}BH_3$، حيث R^1، R^2 و R^3 هي بصفة مستقلة hydrogen أو alkyl C_{1-10} ، أو حيث تكون R^1 عبارة عن aryl أو pyridine بها ما يصل إلى ١٠ ذرات كربون و R^2 و R^3 هما hydrogen ؛

- dialkylaluminates $MAlH_2R^1R^2$، حيث M هي Li، Na أو K، و R^1 و R^2 كل منهما على حدة عبارة عن alkyl C_{1-10} ؛

- مُركَّبات aminoalanes $(R^1R^2R^3)N{\cdot}AlH_3$، حيث R^1، R^2 و R^3 هي بصفة مستقلة hydrogen أو alkyl C_{1-10} ؛

- مُركَّبات nitrites لمعدن قلوي MNO_2، و

- aluminum أو سبائك aluminum مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلويةalkaline and acidic aqueous solutions .

في الاختراع الحالي تستخدم اثنتين من التركيبات المختلفة لبدء التفاعلات الكيميائية في خزان النفط aqueous solution ، لا سيما في المنطقة المنتجة في بئر النفط oil reservoir . يتم تقديم هاتين التركيبتين بصورة منفصلة إلى بئر النفط بحيث يتلامسان في المكان الذي يجب أن يحدث فيه التفاعل الكيميائي. هذا التفاعل، أو هذه التفاعلات، هي تفاعلات طاردة للحرارة أساسا وتُنتِج كميات كبيرة من الحرارة والغازات التي تؤدي إلى زيادة درجة حرارة البترول بحيث تنخفض لزوجة البترول ويتم تحسين استخلاصه. كنتيجة أخرى من التفاعلات، يزداد الضغط في المنطقة المنتجة بحيث يتم

تدعيم استخراج البترول. وعلاوة على ذلك، يخلق الضغط المتزايدة صدوعا في التكوين بحيث يتم الوصول إلى المزيد من تحسين استخراج البترول.

التركيبة الأولى تسمى " التركيبة الباعثة للغاز (TGEC) "thermal gas emitting composition وتحتوي على الكمية الرئيسية للمُركَّبات الكيميائية المُنتِجة للغازات الساخنة بعد بدء التفاعل الكيميائي. التركيبة الثانية تسمى "مثبت بادئ التفاعل (RIS) "reaction initiator stabilizer وتعمل على بدء والحفاظ على الحرارة والتفاعلات المنتجة للغاز. الـ TGEC والـ RIS على حد سواء هما سوائل يمكن إدخالها إلى خزان النفط aqueous solution بواسطة المضخات. إذا كانت المُركَّبات المستخدمة غير سائلة على هذا النحو يتم استخدامها كمحاليل أو معلقات في مذيب مناسب. إذا كانت الـ TGEC والـ RIS عبارة عن معلقات فيجب ضبط لزوجتها بحيث تظل قابلة للضخ ويمكن ضخها في بئر النفط oil reservoir بمعدل يصل إلى ٤-٨ لتر في الثانية.

الأمثلة المحددة للمُركَّبات التي يمكن استخدامها في الـ TGEC هي :

mono-, di- and triethanolamine nitrates, mono-, di- and triethylamine nitrates, polyethylene polyamine polynitrates, ethylene diamine mononitrate, ethylene diamine dinitrate, alkylidene diamine mono- and dinitrates

بالنسبة للـ TGEC يفضل استخدام محلول أو معلق مائي suspension يشتمل على مُركَّب واحد على الأقل يتم اختياره من المجموعة التي تتكون من مُركَّبات :

hydrazine nitrate, 1,1-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates and 1,2-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates, such as 1,1-dimethyl hydrazine nitrate or 1,2-dimethyl hydrazine nitrate,

guanidine nitrate, formamide nitric acid ، ومُركَّب إضافة acetamide nitric acid ، ومُركَّب إضافة urea nitric acid ومُركَّب إضافة acetonitrile nitric acid .

يفضل أن يكون الـ TGEC هو ناتج التفاعل من تفاعل nitric acid مع مُركَّبات amino المناظرة مثل تفاعل hydrazine مع nitric acid بحيث يتم الحصول على hydrazine nitrate . بتفاعل nitric acid مع مُركَّبات amino هذه يتم الحصول على مُركَّبات nitrate المناظرة أومُركَّبات إضافة nitric acid .

إذا كان الـ TGEC يحتوي على واحدة أو أكثر من ammonium nitrate ، أو potassium nitrate ، أو sodium nitrate أو calcium nitrate ، فإن هذه nitrate تكون موجودة في الـ TGEC بنسبة لا تزيد عن ٥٠ ٪ بالوزن، ويفضل ألا تزيد عن ٣٠ ٪ بالوزن.

يفضل أن تكون قيمة الرقم الهيدروجيني pH للـ TGEC حوالي ٣ إلى ١٤ طِبقا لتركيبات الـ RIS وTGEC. كما يفضل أن تكون قيمة الرقم الهيدروجيني pH لخليط TGEC و RIS <٧.

بالنسبة لمُركَّبات aminoboranes السابق ذكرها، مثل dialkylaluminates ومُركَّبات aminoalanes ، يفضل أن تكون أجزاء alkyl R^1، R^2 و R^3 هي methyl أو ethyl .

بالنسبة لمُركَّبات nitrites لمعدن قلوي السابق ذكرها يفضل استخدام sodium nitrate أو potassium nitrate .

إذا كان من الممكن استخدام aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions للـ RIS يمكن استخدام aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy كمشتت دقيق، و/ أو مادة ذاتية الاشتعال يفضل أن يبلغ حجم الجسيم لها حوالي

١ ميكرومتر أو أقل و/ أو في صورة حبيبات يفضل أن يتراوح حجم الجسم لها بين حوالي ١.٠ و٥ مم، والأفضل بين ١ و٢ مم. يمكن أن يحتوي aluminum وسبائك aluminum على معدن آخر مثل النحاس copper ، و/ أو gallium و/ أو indium .

إذا وصلت درجة الحرارة في منطقة التفاعل في بئر النفط oil reservoir إلى حوالي ٢٥٠-٣٠٠°م يمكن إدخال معلق من aluminum المحبب أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy المحببة في مذيب عضوي إلى بئر النفط oil reservoir .

تتم أكسدة aluminum في تفاعل طارد للحرارة للحصول على أكسيد ألومنيوم حيث تنتج ٧ كجم من الـ Al طاقة حرارية تبلغ حوالي ٥٠٠٠٠ كيلوكالوري. على سبيل المثال، لزيادة درجة حرارة ١ كجم من الطبقة المُنتِجة من التكوين بـ ١٠٠°م يجب توفير طاقة حرارية تبلغ حوالي ٢٠ كيلوكالوري، حيث أن زيادة درجة حرارة ١ كجم من البترول بـ ١٠٠°م تتطلب طاقة حرارية تبلغ حوالي ٥٠ كيلوكالوري.

ينتج عن أكسدة aluminum تكوُّن جسيمات أكسيد aluminum التي تترسب على الصدوع المتكونة حديثا في المنطقة المُنتِجة للاحتفاظ بها مفتوحة بحيث يتدفق النفط تجاه بئر النفط oil reservoir وبالتالي يكتسب استخراج البترول المزيد من التحسُّن.

إذا تم في النظام الكيميائي chemical system وفقا للاختراع الحالي استخدام aluminum أو سبائك aluminum مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions ، باعتباره الـ RIS، يمكن أيضا أن يشتمل النظام الكيميائي chemical system على محلول أو معلق لواحد أو أكثر من حمض أو محلول أو معلق لواحد أو أكثر لمادة قلوية مطلوب تلامسها مع aluminum أو سبائك aluminum المذكورة. إذا تم استخدام aluminum أو أحد سبائكه والتي تم إدخالها إلى بئر النفط

oil reservoir في صورة RIS فيمكن أن يتلامس بعد دخوله مع حمض أو قلوي لبدء الحفاظ على تفاعل كيميائي حراري مما يؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات. لهذا السبب فإن الحمض أو القلوي يمكن أن يتم إدخالهما إلى بئر النفط oil reservoir في صورة محلول أو معلق لواحد أو أكثر من الأحماض أو لواحد أو أكثر القلويات. من هذه المحاليل يمكن ذكر المحاليل الكيميائية hydrochloric acid (HCl) or sodium hydroxide (NaOH) على سبيل المثال.

لإعداد محلول أو معلق لـ RIS يمكن استخدام أي مذيب مناسب. طبقا للمواد المستخدمة مثل الـ RIS فإن هذه المذيبات solvents المناسبة قد تكون الماء أو مذيب عضوي يتم اختياره من المجموعة التي تتكون من البترول، ligroin ، الكحول الأبيض، kerosene وnaphtha . إذا تم ، على سبيل المثال، استخدام borohydrides معدن أو مُركَّبات aminoboranes لـ RIS يمكن استخدام الماء الذي له رقم هيدروجيني pH > ٧ كمذيب. لتحقيق قيمة الرقم الهيدروجيني pH هذه يمكن إضافة ammonia أو هيدروكسيد الفلزات القلوية alkali metal hydroxide . إذا تم استخدام مادة تتفاعل مع الماء يمكن استخدام واحد أو أكثر من المذيبات العضوية organic solvents المذكورة أعلاه.

في بداية العلاج الحراري في بئر نفط يتم عادة استخدام RIS في صورة borohydride فلزات قلوية بكمية من حوالي ٥-٧ ٪ بالوزن أو في في صورة alkali metal nitrite بكمية تبلغ حوالي ٣٠ ٪ بالوزن من كتلة TGEC المحقونة في بئر النفط oil reservoir . بعد بدء التفاعلات الكيميائية يكفي استخدام RIS في صورة borohydride الفلزات القلوية بكمية من حوالي ١ ٪ بالوزن أو في صورة الفلزات القلوية alkali metal وnitrite بكمية تبلغ حوالي ١٥-٢٠ ٪ بالوزن من كتلة TGEC. مع النظام الكيميائي chemical system للاختراع الحالي من الممكن أن تتفاعل عدة مئات الأطنان من المواد يوميا في المنطقة المنتجة لخزان نفط، وهي تبلغ حوالي ٥٠-١٠٠ ضعف

كمية المواد التي يمكن أن تتفاعل في اليوم الواحد باستخدام الأنظمة والطرق المعروفة حتى الآن. يمكن تحقيق ذلك عن طريق الضخ المستمر لـ TGEC في بئر النفط وبضخ الـ RIS بشكل منفصل في بئر النفط oil reservoir ، حيث يمكن ضخ الـ RIS بشكل مستمر أو بشكل متقطع. عندما تكون درجة الحرارة في مكان التفاعل عند أو فوق حوالي ٢٠٠-٣٠٠°م فإن إدخال الـ RIS يمكن أن يوقف لأنه عند درجات الحرارة مثل هذه فإن الـ TGEC سوف تتفاعل بثبات وبدون اشتعال إضافي. أي أنه، مع الاختراع الحالي من الممكن الاستمرار في ضخ TGEC في بئر النفط حتى بعد بدء التفاعل. عند أقل من درجة الحرارة التي تبلغ حوالي ١٨٠-٢٠٠°م في الطبقة المُنتِجة يجب استئناف حقن RIS.

وعلى النقيض من FOC المستخدمة في الفن السابق، فإن الـ TGEC وفقا للاختراع الحالي لا تحتوي على كمية زائدة من oxygen وبالتالي فإنها ليست مؤكسِدة بحيث لا يتم تكوين أي تركيبة متفجرة مع مزيج البترول. ينتج عن تحلل ١ كجم من TGEC انبعاث كمية من الحرارة تبلغ حوالي ١٠٠٠-٣٢٠٠ كيلوكالوري.

مع النظام الكيميائي chemical system للاختراع الحالي من الممكن إدخال TGEC و RIS في بئر النفط وعمل تفاعل لهذه المواد في الطبقة المُنتِجة بكمية حوالي ١٠٠ طن في اليوم وبالتالي إنتاج المزيد من الحرارة في وحدة الوقت لتحسين كفاءة عملية استخراج النفط كما لو كانت هي المرة الأولى أي أنه يمكن الحفاظ على تفاعل مستقر ومتواصل عن طريق الضخ المستمر للمواد المتفاعلة في نفط بئر. مع النظام الكيميائي chemical system للاختراع الحالي يمكن انتاج كمية كبيرة من الحرارة والغازات بالفعل مع حوالي ١ طن من المواد المتفاعلة التي تم إدخالها إلى بئر النفط oil reservoir . مع ذلك، من المفضل لتحقيق كفاءة عالية لعملية استخراج النفط، إدخال المواد المتفاعلة باستمرار وبالتالي لتقديم ما لا يقل عن ١٠ طن/ يوم، والأفضل على الأقل نحو

٢٠ طن/ يوم.

حتى الآن كان الرأي السائد أنه ليس من الممكن بدء والحفاظ على تفاعل مستقر ومستمر لهذه الكميات الهائلة من المواد المتفاعلة في بئر نفط. مع GEOVDC للاختراع الحالي يصبح من الممكن استخراج المزيد من البترول أيضا من خزانات نفط تحتوي أساسا على بترول عالي اللزوجة والذي لا يمكن استخراجه بكفاءة باستخدام الطرق المعروفة حتى الآن بدون إدخال كميات كبيرة من الماء.

في نموذج مفضل من الاختراع الحالي يمكن أن تحتوي الـ RIS أوTGEC أيضا على واحد أو أكثر من الأملاح المعدنية القابلة للذوبان مثل Mn، Fe، Cr، Co، Ni أو V . هذه المعادن قادرة على تحفيز أكسدة البترول، بحيث يمكن إنتاج المزيد من الحرارة. هذه الأملاح المعدنية موجودة في الـ RIS بكمية لا تزيد عن ١٠ ٪ بالوزن من الكمية الكلية لـ RIS.

الأملاح المعدنية المفضلة بصفة خاصة هي :

$Fe(NO_3)_3$، $Mn(NO_3)_2.6H_2O$، $Mn(SO_4)\cdot 6H2O$، $KMnO_4$، K_2MnO_4، K_2CrO_4،

Na_2CrO_4، $K_2CR_2O_7$، Na_2CR2O_7، $Co(NO_3)3$، NH_4VO_3، $NaVO_3$ و KVO_3

فيما يلي يتم إعطاء فكرة عامة عن النسب المفضلة للمكونات الموجودة في الـ GEOVDC المشتمل على الـ TGEC وRIS حيث يتم التعبير عن النسب في صورة ٪ بالوزن من الكتلة المشتركة للعوامل الموجودة في الـ TGEC وRIS، وذلك بدون مذيبات تستخدم لتحضير المحاليل أو المعلقات المناظرة.

جدول

٣٠ – ٧٠ ٪ بالوزن	مُركّبات الـ TGEC: ١. hydrazine nitrate

	٢. 1,1-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates and 1,2-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates, such as 1,1-dimethyl hydrazine nitrate or 1,2-dimethyl hydrazine nitrate ٣. guanidine nitrate ٤. مُركَّب إضافة formamide nitric acid ٥. مُركَّب إضافة acetamide nitric acid ٦. مُركَّب إضافة acetonitrile nitric acid ٧. مُركَّب إضافة urea nitric acid
عند وجودها تكون على الأقل ١٠ ٪ بالوزن	مُركَّبات الـ TGEC : ١. Mono-, di- and triethanolamine nitrates ٢. Mono-, di- and tri C_{1-5} alkyl amine nitrates, such as Mono-, di- and triethylamine nitrates ٣. Polyethylene-polyamine polynitrate ٤. C_{1-5} alkylidene diamine mono- and dinitrate, such as Ethylenediamine mononitrate or Ethylenediamine dinitrate
١ – ١٠ ٪ بالوزن ٠,٥ – ٥ ٪ بالوزن ٥,١–٧ ٪ بالوزن ٣–١٠ ٪ بالوزن ١٠–٣٥ ٪ بالوزن ٠,٣ – ٧٠ ٪ بالوزن	مُركَّبات الـ RIS : ١. MBH_4 معدن borohydrides ٢. مُركَّبات aminoboranes $(R^1R^2R^3)N{\cdot}BH_3$ ٣. dialkylaluminates $MAlH_2R^1R^2$ ٤. مُركَّبات aminoalanes $(R^1R^2R^3)N{\cdot}AlH_3$ ٥. مُركَّبات nitrites لمعدن قلوي MNO_2 ٦. aluminum أو alloys aluminumمع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions .
١ – ٤ ٪ بالوزن ٠ – ٥٠ ٪ بالوزن	المُركَّبات الأخرى المطلوب إضافتها : الأملاح الذائبة لـ Mn، Fe، Cr، Co، Ni or V ، sodium nitrate ، potassium nitrate ، ammonium nitrate calcium nitrate محاليل أو معلقات من أحماض (مثل محلول مائي من HCl) أو قلويات (مثل محلول مائي من NaOH)

تتميز الطريقة وفقا للاختراع الحالي لزيادة كمية الحرارة المتولدة في المنطقة المُنتِجة في بئر نفط وبالتالي للاستغلال الجيد لخزان نفط، بأن النظام الكيميائي chemical system السابق شرحه يُستخدم عندما يتم إدخال التركيبة الباعثة للغاز thermal gas emitting composition (TGEC)

ومثبت بادئ التفاعل reaction initiator stabilizer (RIS) بصورة منفصلة إلى خزان النفط aqueous solution ويتلامسان في المنطقة المُنتِجة من خزان النفط aqueous solution لبدء تفاعل كيميائي مما يؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات.

من المفضل إدخال الـ TGEC بصفة مستمرة إلى خزان النفط aqueous solution وإدخال الـ RIS في نفس الوقت مع الـ TGEC وبطريقة مستمرة أو متقطعة.

مع الطريقة الخاصة بالاختراع الحالي يمكن ضخ الـ TGEC و RIS إلى خزان النفط aqueous solution بمعدل يبلغ حوالي ٤-٨ لتر في الثانية.

يشتمل نموذج معين من الطريقة وفقا للاختراع الحالي على الخطوات التالية:

أ) إدخال حبيبات من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions مثل الـ RIS إلى بئر نفط في خزان النفط aqueous solution والحفاظ على الحبيبات في غرفة تفاعل توضع في بئر النفط oil reservoir ؛

ب) إدخال الـ TGEC أو محلول مائي لواحد أو أكثر من الأحماض أو واحد أو أكثر من القلويات إلى بئر النفط oil reservoir بحيث يتلامس مع الحبيبات المحفوظة في غرفة التفاعل لبدء والحفاظ على تفاعل كيميائي حراري مما يؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات؛

ج) إمرار الغازات الساخنة التي تم إنتاجها إلى المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution ؛

د) إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution بالسماح للحبيبات بالدخول إلى المنطقة المُنتِجة؛ و

هـ) تلامُس الحبيبات الموجودة في الصدوع في المنطقة المُنتِجة مع الـ TGEC الذي تم إدخاله

إلى بئر النفط oil reservoir .

في الطريقة السابقة توضع غرفة التفاعل داخل أو بجوار المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution . يعتمد الموقع المضبوط لغرفة التفاعل على تركيب الجهاز المستخدم وعلى تركيب بئر النفط oil reservoir . بصفة خاصة، يمكن أن تمتد غرفة التفاعل ٥٠٠-٦٠٠ مترا فوق المنطقة المُنتِجة ويمكن أيضا أن تمتد من عدة أمتار إلى عدة عشرات من الأمتار أسفل المنطقة المُنتِجة.

في هذه الطريقة يكون لحبيبات aluminum أو سبائكه أيضا وظيفة TGEC لأنها تتلامس مع الأحماض أو القلويات لبدء والحفاظ على تفاعل كيميائي حراري مما يؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات. بعد إزاحة هذا التفاعل من غرفة التفاعل إلى الطبقة المُنتِجة يتم ترسيب حبيبات aluminum أو سبائكه وجسيمات الأكسيد المُنتَجة بهذا التفاعل في الصدوع والشقوق slots الموجودة في الطبقة المُنتِجة حيث يمكن إضافة جزء من هذه الشروخ والصدوع المتكونة حديثا نتيجة لزيادة درجة الحرارة. يمكن إضافة TGEC التي تشتعل عند ملامسة الحبيبات المتفاعلة من aluminum أو سبائكه. في هذا الوقت تؤدي حبيبات aluminum أو سبائكه وظيفة الـ RIS.

مُركَّب TGEC المفضل للتفاعل مع حبيبات aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy هو مُركَّب إضافة urea nitric acid ، ومنتج تفاعل urea مع nitric acid .

تتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني pH في غرفة التفاعل بين ٣و١٤، حيث يكون رقم هيدروجيني pH الذي يبلغ حوالي ٣-٤ هو المفضل لأنه عندئذ تتم أكسدة غاز hydrogen المُنتَج بالتفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى H_2O بحيث تزداد كمية الحرارة الناتجة بحوالي ٣٠ ٪.

في خطوة إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى المنطقة المُنتِجة تتم إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري وبالتالي الحبيبات إلى الصدوع الموجودة في المنطقة المُنتِجة. يسمح ذلك بتوجيه التسخين إلى المنطقة المحيطة بالصدوع بحيث يمكن زيادة الصدوع بالنسبة

لطولها وحجمها.

يفضل تنفيذ هذه الخطوة الخاصة بإزاحة التفاعل الكيميائي الحراري إلى المنطقة المُنتِجة عندما يتم تسخين المنطقة المُنتِجة إلى حوالي ٣٠٠ْ م.

يمكن أيضا أن تشتمل الطريقة وفقا للاختراع الحالي على خطوة تلامُس الحبيبات في المنطقة المُنتِجة مع عامل مؤكسِد قوي strong oxidizing agent واحد على الأقل مثل potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$. تدعم هذه العوامل المؤكسِدة القوية إنتاج كميات كبيرة من الطاقة والأكأس beaker يد المعدنية الصلبة مثل $Al2O_3$ والذي يعمل كحشوة داعمة packer (عوامل داعمة) للحفاظ على الشقوق slots مفتوحة.

عند الوصول في المنطقة المُنتِجة إلى درجة حرارة وضغط عاليين بدرجة كافية، وعند وجود hydrogen نتيجة لتفاعل aluminum أو سبيكته مع الـ TGEC، يتم إخضاع البترول في خزان النفط aqueous solution إلى عملية تكسير حراري hydrocracking process.

مع عملية التكسير الحراري هذه يتم تقليل لزوجة البترول في خزان النفط aqueous solution الذي تمت معالجته بصورة ملحوظة لأنه بالإضافة إلى درجة الحرارة المرتفعة في المنطقة المُنتِجة يتم تكسير جزيئات الهيدروكربون hydrocarbon molecules الأكثر تعقيدا إلى جزيئات هيدروكربون أبسط simpler hydrocarbon molecules . عملية التكسير الحراري هذه يمكن تدعيمها أيضا بإضافة محفزات معدنية مناسبة مثل الأملاح المعدنية لـ Mn، Fe، Cr، Co، Ni أو V.

يكون عدد كبير من آبار النفط، خصوصا آبار النفط الأقدم، ملوثا أو تالفا نتيجة لوجود كميات كبيرة من الماء. بالطريقة الخاصة بالاختراع الحالي باستخدام aluminum أو سبائكه يمكن تخفيض كمية الماء الموجودة في بئر النفط oil reservoir . أثناء تفاعل aluminum أو سبائكه في ظروف

قلوية يتم استهلاك الماء.

علاوة على ذلك، تتميز الهيدروكسيدات المعدنية metal hydroxides الناتجة من تفاعل aluminum أو سبائكه بالقدرة على امتزاز الماء أو ربطه في صورة ماء تبلُّر على سبيل المثال.

يمكن أيضا تحقيق تكسير حراري للبترول بالمزيد من زيادة درجة الحرارة في المنطقة المُنتِجة. مع ذلك، تعتبر عملية التكسير الحراري السابق شرحها مفضلة لأنها اكثر فعالية وهي تقلل كمية الماء الموجودة في المنطقة المُنتِجة.

عملية التكسير الحراري هذه في المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir لم يسبق شرحها على الإطلاق. وهي طريقة فعالة جدا في المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir وبالتالي تسمح بعمليات استكشاف أكثر كفاءة لخزانات النفط.

في نموذج خاص أيضا من الطريقة وفقا للاختراع الحالي يتم إدخال الـ TGEC و RIS في صورة طبقات من المائع يتم فصلها بواسطة طبقات من مائع فاصل layers of a spacer fluid. بهذه الطريقة يصبح من الممكن إدخال الـ TGEC و RIS إلى بئر النفط oil reservoir من خلال نفس شبكة الأنابيب مع الاستمرار في تحقيق إمداد منفصل ولكن متصل من TGEC و RIS.

يشتمل نموذج آخر من الطريقة وفقا للاختراع الحالي على الخطوات التالية:

أ) إدخال حبيبات من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع مُركَّبات قاعدية وحمضية، مثل الـ RIS إلى بئر نفط في خزان النفط aqueous solution والاحتفاظ بالحبيبات في غرفة تفاعل أولى توضع في بئر النفط oil reservoir ؛

ب) إدخال TGEC أول، أو واحد أو أكثر من الأحماض أو واحد أو أكثر من القلويات إلى بئر النفط oil reservoir بحيث يتلامس مع الحبيبات المحفوظة في غرفة تفاعل أولى لبدء والحفاظ على تفاعل كيميائي حراري مما يؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية وتسخين جدران غرفة التفاعل الأولى؛

ج) إدخال TGEC ثان إلى بئر النفط oil reservoir بحيث يتلامس مع الجدران التي تم تسخينها من غرفة التفاعل الأولى ويتم حرقه؛

د) إمرار الـ TGEC المحترق إلى غرفة تفاعل ثانية حيث الـ TGEC يتفاعل في ظروف إنتاج حرارة وغازات؛ و

هـ) إمرار الغازات الساخنة التي تم إنتاجها إلى المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution .

في هذا النموذج المحدد يمكن استخدام جهاز يشتمل على كأس beaker مقاوم للحرارة له قاع مثقب عند الطرف السُفلِي لشبكة أنابيب يتم إدخالها في بئر النفط oil reservoir ، بحيث أن حبيبات الـ RIS سيتم الاحتفاظ بها في الكأس beaker ويمكن أن تتلامس مع TGEC الأول أو واحد أو أكثر من الأحماض أو واحد أو أكثر من القلويات، من المفضل في صورة محلول أو معلق، والأفضل في صورة محلول مائي لواحد أو أكثر من الأحماض أو واحد أو أكثر من القلويات، التي يتم إدخالها في شبكة الأنابيب هذه. قسم شبكة الأنابيب مع الكأس beaker المتصلة به يمثل غرفة التفاعل الأولى وسوف يتم تسخينه بالتفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction . سوف يتم إمرار TGEC الثاني بطول القسم الخارجي من شبكة الأنابيب هذه وبالتالي سيتم تسخينه إلى درجة حرارة تكون مرتفعة بما يكفي لحث الاشتعال وبالتالي تفاعل TGEC الثاني لإنتاج حرارة.

في هذه الطريقة يجب أن يكون للكأس beaker مقاومة تجعلها تقاوم الظروف الكيميائية والحرارية

أثناء المعالجة الحرارية الكيميائية. على العكس من ذلك، إذا كانت الطريقة السابقة تشتمل أيضا على إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى المنطقة المُنتِجة يمكن تصنيع هذه الكأس beaker من مادة تتحلل تدريجيا تحت الظروف الكيميائية والحرارية.

يمكن أن تكون هذه المادة هي aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions على سبيل المثال، والتي سوف تتفاعل مع الـ TGEC أو الأحماض أو القلويات التي سوف تصل إلى الكأس beaker أو التي سيتم حرقها عند درجات حرارة مرتفعة.

الأجهزة المخصصة لتنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir وفقا للاختراع الحالي تتميز بأنها تسمح بالإدخال المنفصل للتركيبة الباعثة للغاز thermal gas emitting composition (TGEC) ولمثبت بادئ التفاعل reaction initiator stabilizer (RIS) السابق شرحها وتلامس الـ TGEC و RIS في أو بالقرب من المنطقة المُنتِجة من بئر النفط oil reservoir المطلوب معالجته. حيث يشتمل هذا الجهاز على:

شبكة أنابيب خارجية outer tubing مُركَّبة في غلاف casing بئر النفط oil reservoir بحيث يتم توفير حيِّز حلقي خارجي outer annular space بين الجزء الخارجي من شبكة الأنابيب الخارجية والجزء الداخلي من الغلاف casing ، حيث يوضع الطرف السُفلِي من شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing في أو فوق أو مقابل المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir ؛

يتم وضع حشوة داعمة packer فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية وإحكام إغلاق الحيِّز الحلقي الخارجي؛

يتم إدخال شبكة أنابيب داخلية inner tubing في شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing ، بحيث يتم توفير حيِّز حلقي داخلي inner annular space بين الجزء الخارجى من شبكة الأنابيب الداخلية والجزء الداخلي من شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing ، حيث تسمح شبكة الأنابيب الداخلية بالإمداد بواحد من الـ TGEC أو RIS إلى المنطقة المُنتِجة ويسمح الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space بالإمداد بالنوع الآخر من الـ TGEC أو RIS إلى المنطقة المُنتِجة، وحيث يوضع الطرف السُفلِي من شبكة الأنابيب الداخلية في أو فوق أو مقابل المنطقة المُنتِجة؛

وحيث يوضع واحد على الأقل من الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية والطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing في المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir ، و

ووسيلة خلط تعمل على ملامسة الـ TGEC والـ RIS في المنطقة المُنتِجة في بئر النفط.

يمكن تجسيد وسيلة الخلط لهذا الجهاز في صورة طرف سُفلِي محكم الإغلاق لشبكة الأنابيب الخارجية outer tubing توضع فوق الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing ولكن أسفل الحشوة الداعمة؛ و تسمح الفتحات الموجودة في شبكة الأنابيب الداخلية بتبادل المائع بين الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space وشبكة الأنابيب الداخلية، حيث توجد الفتحات عند قسم بعيد من شبكة الأنابيب الداخلية ولكن فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية.

يفضل تجسيد هذه الفتحات في صورة فوهات نفث مشقوقة تكوِّن شبكة أنبوبية توصل الممرات passages الممتدة قطريا خلال شبكة الأنابيب الداخلية وتشتمل على شق.

يفضل أن توجد هذه الشقوق slots في جزء سفلي من الشبكة الأنبوبية التي توصل الممرات passages .

في نموذج خاص لهذا الجهاز يتم إدخال كأس beaker في شبكة الأنابيب الداخلية أسفل الفتحات

الموجودة في شبكة الأنابيب هذه، حيث تشتمل هذه الكأس على فتحات موجودة في قاعها تسمح بمرور الموائع المختلطة ولكن ليس المادة الحبيبية التي تقوم الـ IRS بتوصيلها من خلال شبكة الأنابيب الداخلية. أي أن الفتحات الموجودة في القاع يكون لها قطر أصغر من الحبيبات التي تدخل مع الـ IRS.

يمكن صناعة هذه الكأس beaker من aluminum أو سبيكته إذا كان من المقصود أن يكون للكأس beaker عمر محدود أثناء المعالجة الكيميائية الحرارية بحيث أنه بعد فترة محددة مسبقا لا يتم الاحتفاظ بالحبيبات في بئر النفط oil reservoir ولكن يتم دفعها إلى المنطقة المُنتِجة وإلى الصدوع المتكونة فيها.

في نموذج خاص آخر للجهاز وفقا للاختراع يتم وضع وسيلة خلط تربيني واحدة على الأقل في شبكة الأنابيب الداخلية أسفل الفتحات الموجودة في شبكة الأنابيب، حيث تشتمل وسيلة الخلط التربيني على عمود إدارة محمول بواسطة محامل مستوية واحدة على الأقل تحمل أرياش التربين carries turbine vanes وأرياش خلط mixing vanes . تشتمل المحامل المستوية أيضا على فتحات تسمح بمرور الموائع المتدفقة من خلال شبكة الأنابيب الداخلية.

علاوة على ذلك، تنقل أرياش التربين الطاقة من الموائع المتدفقة إلى عمود الإدارة لتدوير عمود الإدارة مع أرياش الخلط التربينية المتصلة به وبالتالي لخلط الموائع. مع وسيلة الخلط التربيني هذا يمكن تحسين الخلط بالمقارنة بفوهات النفث المشقوقة السابق ذكرها.

في الجهاز وفقا للاختراع الحالي يمكن أيضا تجسيد وسيلة الخلط بواسطة الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing التي توضع فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية؛ وبوسيلة خلط تربيني واحدة على الأقل توضع في شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing أسفل الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية، حيث تشتمل وسيلة الخلط التربيني على عمود إدارة محمول بواسطة محامل مستوية واحدة على الأقل تحمل أرياش التربين carries turbine vanes

وأرياش خلط mixing vanes . بالإضافة إلى ذلك، تشتمل المحامل المستوية على فتحات تسمح بمرور الموائع المتدفقة من خلال شبكة الأنابيب الداخلية. تنقل أرياش التربين الطاقة من الموائع المتدفقة إلى عمود الإدارة لتدوير عمود الإدارة مع أرياش الخلط التربينية المتصلة به بحيث يتم خلط الموائع.

للتحميل الثابت لعمود الإدارة يفضل أن تشتمل أجهزة الخلط التربينية السابق ذكرها على محملين مستويين .

عندما يتم وضع أكثر من وسيلة خلط تربيني في الجهاز السابق شرحه يتم الحصول على المزيد من تحسين الخلط إذا كان لأجهزة الخلط التربيني المتتابعة اتجاهات دوران متخالفة.

وسيلة الخلط للجهاز وفقا للاختراع الحالي يمكن بطريقة بديلة تجسيدها في صورة طرف سُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية التي توضع فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية؛ وبواسطة كأس beaker يتم إدخالها في الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية، حيث تشتمل الكأس على فتحات موجودة في قاعها تسمح بمرور الموائع الواردة خلال شبكة الأنابيب الداخلية ولكن ليس المادة الحبيبية التي تدخل مع الـ IRS. كما سبق ذكره بالفعل فيما سبق، يمكن صناعة هذه الكأس من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions .

يشتمل مثال بديل للجهاز وفقا للاختراع الحالي على:

شبكة أنابيب مُركَّبة في غلاف casing بئر النفط oil reservoir بحيث يتكون حيِّز حلقي بين الجزء الخارجي من شبكة الأنابيب والجزء الداخلي من الغلاف ، حيث يوضع طرف سُفلِي من شبكة

الأنابيب lower end of the tubing داخل أو فوق المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir ؛ يتم وضع حشوة داعمة packer فوق الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب وإحكام إغلاق الحيِّز الحلقي؛يتم إدخال كأس beaker في الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب، تشتمل الكأس على الفتحات الموجودة في قاعها والتي تسمح بمرور الـ TGEC و RIS ولكن ليس المادة الحبيبية التي تقوم الـ IRS بالإمداد بها خلال شبكة الأنابيب.

يمكن أيضا صناعة هذه الكأس من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية.

باستخدام هذا الجهاز يتم تحقيق إمداد منفصل من TGEC و RIS بضخ الموائع في صورة طبقات من المائع خلال شبكة الأنابيب.

لتجنب خلط وتفاعل طبقات الـ TGEC و RIS قبل الوصول إلى المنطقة المُنتِجة يتم وضع طبقة من مائع فاصل بين طبقات طبقات TGEC و RIS.

في الأجهزة المختلفة السابق شرحها يمكن أن تشتمل الحشوة الداعمة على عناصر استشعار لقياس درجة حرارة الحشوة الداعمة والضغط تحت الحشوة الداعمة. يسمح ذلك بتحكم أفضل في عملية المعالجة الكيميائية الحرارية.

الأجهزة المختلفة السابق شرحها يمكن أيضا أن تشتمل على غرفة تفاعل واحدة على الأقل يتفاعل فيها الـ TGEC و RIS.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

بالنسبة للجهاز والطرق الخاصة بالاختراع الحالي يتم شرح النماذج المفضلة فيما يلي، حيث تتم الإشارة إلى الأشكال المرفقة، حيث:

شكل رقم ١ يوضح جهازا وفقا لنموذج أول مفضل من نماذج الاختراع،

شكل رقم ٢ يوضح جهازا وفقا لنموذج ثان مفضل من نماذج الاختراع،

شكل رقم ٣ يوضح جهازا وفقا لنموذج ثالث مفضل من نماذج الاختراع،

شكل رقم ٤ يوضح جهازا وفقا لنموذج رابع مفضل من نماذج الاختراع،

شكل رقم ٥ يوضح جهازا وفقا لنموذج خامس مفضل من نماذج الاختراع، و

شكل رقم ٦ يوضح جهازا وفقا لنموذج سادس مفضل من نماذج الاختراع.

<u>الوصف التفصيلي</u>

الأجهزة وفقا للاختراع ، سيتم فيما يلي شرح جهاز للمعالجة الحرارية لخزان نفط بالإدخال المنفصل للتركيبة الباعثة للغاز thermal gas emitting composition (TGEC) ولمثبت بادئ التفاعل reaction initiator stabilizer (RIS) للنظام الكيميائي السابق شرحه في بئر لخزان النفط aqueous solution .

لتنفيذ هذه المعالجة الكيميائية الحرارية يشتمل جهاز وفقا للاختراع الحالي على:

شبكة أنابيب خارجية outer tubing مُركَّبة في غلاف casing بئر النفط oil reservoir بحيث يتم توفير حيِّز حلقي خارجي outer annular space بين الجزء الخارجي من شبكة الأنابيب الخارجية

outer tubing والجزء الداخلي من الغلاف casing ، حيث يوضع الطرف السُفلِي من شبكة الأنابيب الخارجية في أو فوق المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir ؛

يتم وضع حشوة داعمة packer فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية وإحكام إغلاق الحيِّز الحلقي الخارجي؛

٥ شبكة أنابيب داخلية inner tubing يتم إدخالها في شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing ، بحيث يتم توفير حيِّز حلقي داخلي inner annular space بين الجزء الخارجى من شبكة الأنابيب الداخلية والجزء الداخلي من شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing ، حيث تسمح شبكة الأنابيب الداخلية بالإمداد بواحد من الـ TGEC أو RIS إلى المنطقة المُنتِجة ويسمح الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space بالإمداد بالنوع الآخر من الـ TGEC أو RIS إلى المنطقة المُنتِجة، وحيث الطرف

١٠ السُفلِي من شبكة الأنابيب الداخلية يوضع داخل أو فوق المنطقة المُنتِجة؛

وحيث يوضع واحد على الأقل من الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية و يوضع الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing في المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir ، و

ووسيلة خلط لملامسة الـ TGEC والـ RIS في المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir .

١٥ باستخدام هذا الجهاز يمكن الإمداد المنفصل لكل من الـ TGEC والـ RIS خلال بئر النفط oil reservoir إلى المنطقة المُنتِجة حيث يتم خلط التركيبتين بواسطة وسيلة خلط.

وسيلة الخلط للجهاز تشتمل أيضا على غرفة تفاعل واحدة على الأقل يتفاعل فيها الـ TGEC و RIS.

يمكن تجهيز وسيلة الخلط في صورة طرف سُفلِي محكم الإغلاق لشبكة الأنابيب الخارجية outer tubing توضع فوق الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing وأسفل الحشوة الداعمة ومع وجود فتحات في شبكة الأنابيب الداخلية تسمح بتبادل المائع بين الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space وشبكة الأنابيب الداخلية. توضع هذه الفتحات عند قسم بعيد من شبكة الأنابيب الداخلية ولكن فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية.

يتمثل أحد العوامل التي تؤثر في كفاءة طريقة المعالجة الحرارية لخزان نفط في سرعة إنتاج الحرارة والتي تعتمد على سرعة خلط العوامل وعلى زمن تفاعلها في غرفة تفاعل.

يمكن تمديد زمن التلامس بزيادة طول شبكة الأنابيب أسفل الفتحات. قسم شبكة الأنابيب أسفل الفتحات يُسمَّى غرفة تفاعل أو مفاعل.

في النماذج التي يتم فيها الاحتفاظ بحبيبات aluminum أو سبيكته في شبكة أنابيب (بواسطة كأس beaker ذي قاع مثقب، كما سيتم شرحه لاحقا) فإن جزء شبكة الأنابيب المملوءة بالحبيبات يمكن أن يُسمَّى غرفة التفاعل أو المفاعل.

علاوة على ذلك، عندما يتم ترسيب حبيبات aluminum أو سبيكته في صدوع الطبقة المُنتِجة كما أن أحجام الصدوع يمكن أن تُسمَّى غرفة تفاعل أو مفاعل.

عوامل مختلفة مثل تركيب الطبقة المُنتِجة المطلوب معالجتها، وتركيب النفط والغاز الطبيعي في هذه الطبقة المُنتِجة، وتصميم بئر النفط oil reservoir ، وبصفة خاصة، مدى ارتفاع الحشوة الداعمة فوق الطبقة المُنتِجة، هي التي تحدد النموذج الأفضل للجهاز أو الطريقة وفقا للاختراع لتنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية للطبقة المنتجة. على سبيل المثال، الحشوة الداعمة لا يمكن

وضعها بعيدا جدا عن الطبقة المُنتِجة المسخنة، وكذلك الحشوة الداعمة في نفس الوقت لا يمكن تسخينها بدرجة كبيرة.

لذلك، سيتم شرح نماذج مختلفة لجهاز وطريقة المعالجة الحرارية لخزان نفط فيما يلي. على سبيل المثال، لا يشتمل الجهاز وفقا للنموذج الأول والثاني على أي أجزاء متحركة وبالتالي يصبح أكثر اعتمادية. الجهاز وفقا للنموذج الأول، مع ذلك، يمكن استخدامه فقط بالاشتراك مع غرفة تفاعل ذات طول لا يقل عن ٨٠-١٠٠ مترا. عند طول يبلغ فقط ١٠-١٥ مترا، يكون معامل الكفاءة لهذا الجهاز صغيرا .

إذا كان من الضروري قصر طول غرفة التفاعل على حوالي ١٠-١٥ مترا يمكن استخدام الجهاز وفقا للنموذج الثاني والثالث والرابع جيث تكون وسيلة الخلط المستخدمة أكثر كفاءة. في هذه النماذج يكون جزء لا يزيد عن ١٠ ٪ من الطاقة الكيميائية التي يتم الإمداد بها مع الـ TGEC و RIS هي المستخدمة لتوفير وسيلة الخلط التربيني وبالتالي لخلط الموائع .

النموذج الأول للجهاز

يوضح شكل رقم ١ النموذج الأول للجهاز لتنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir . يتم إدخال شبكة أنابيب خارجية outer tubing (٢) لها قطر يبلغ حوالي ٧,٣٠ سم (٢و ٨/٧ بوصة) في غلاف casing (١) في بئر نفط بحيث يتم توفير حيِّز حلقي خارجي outer annular space (٧) بين الجزء الخارجي من شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing والجزء الداخلي من الغلاف casing .

يتم إدخال شبكة أنابيب داخلية inner tubing (٣) لها قطر يبلغ حوالي ٣,٨١ سم (١و ٢/١

بوصة) في شبكة الأنابيب الخارجية (٢)، بحيث يتم توفير حيِّز حلقي داخلي (٨) بين الجزء الخارجى من شبكة الأنابيب الداخلية والجزء الداخلي من شبكة الأنابيب الخارجية. يوضع الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing (غير موضح) في المنطقة المُنتِجة ويوضع الطرف السُفلِي من شبكة الأنابيب الخارجية على مسافة معينة فوق الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية وبالتالي في أو فوق المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir

يتم إحكام الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية بتوصيله بالجزء الخارجى من شبكة الأنابيب الداخلية.

علاوة على ذلك، توضع حشوة داعمة packer (٤) فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية وتُحكِم إغلاق الحيِّز الحلقي الخارجي بحيث لا يمكن أن يتدفق أي مائع إلى الحيِّز حلقي الخارجي (٧).

لتجنب حدوث حمل حراري عال على الحشوة الداعمة من المفضل أن الحشوة الداعمة توضع على مسافة مناسبة في اتجاه التدفق للموائع التي يتم الإمداد بها قبل الفتحة الأولى في الأنبوبة الداخلية. الحشوة الداعمة يمكن أيضا أن تشتمل على عناصر استشعار لقياس درجة حرارة الحشوة الداعمة والضغط تحت الحشوة الداعمة.

تسمح شبكة الأنابيب الداخلية بالإمداد بواحد من الـ TGEC أو RIS إلى المنطقة المُنتِجة والحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space وتسمح بالإمداد بالنوع الآخر من الـ TGEC أو RIS إلى المنطقة المُنتِجة. عند قسم بعيد من شبكة الأنابيب الداخلية ولكن فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية يتم توفير أربع فوهات نفث مشقوقة. يتم تجسيد فوهات النفث المشقوقة هذه في صورة شبكة أنبوبية توصل الممرات passages (٥) الممتدة قطريا خلال شبكة الأنابيب الداخلية وتشتمل على شق (٦). بواسطة فوهات النفث المشقوقة هذه يتدفق المائع الذي يتم الإمداد به خلال الحيِّز الحلقي الداخلي إلى الشبكة الأنبوبية التي توصل الممرات وخلال الشق slot (٦) بحيث يتم توزيعه وبالتالي خلطه مع المائع الوارد خلال شبكة الأنابيب الداخلية. يمكن بالطبع توفير أكثر من أربع

فوهت نفث مشقوقة. للحصول على تأثير خلط أفضل يمكن وضع فوهات النفث المشقوقة بحيث أن شقين متجاورين من فوهات النفث يتعاكسان محوريا بزاوية معينة.

من المفضل أيضا أن توضع الشقوق في جزء سفلي من الشبكة الأنبوبية التي توصل الممرات passages . في النموذج المفضل في شكل رقم ١ تميل فوهات النفث المشقوقة محوريا بـ ٤٥° وتوجد الشقوق عند أدنى نقطة في الشبكة الأنبوبية التي توصل الممرات ، أي في اتجاه تدفق المائع الوارد خلال شبكة الأنابيب الداخلية. التوزيعة المتخالفة من فوهات النفث المشقوقة عند النظر إليها من الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing موضحة في الجزء الأسفل من شكل رقم ١.

في هذا الجهاز يفضل الإمداد بالـ TGEC من خلال شبكة الأنابيب الداخلية والإمداد بالـ RIS من خلال الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space .

طول شبكة الأنابيب الداخلية أسفل الفتحة السفلية (فوهة النفث المشقوقة slot jet nozzle) يكوّن غرفة تفاعل يتفاعل فيها خليط TGEC وRIS مع إنتاج حرارة وغازات. غرفة التفاعل يمكن أن يكون لها طول يصل إلى ١٠٠ مترا أو أكثر وتسمح بتفاعل ما يصل إلى ١٥ طنا من العوامل في الساعة بكفاءة تفاعل عالية تبلغ حوالي ٩٠ ٪. أي، حوالي ٩٠ ٪ من الطاقة التي يتم الحصول عليها بتفاعل كل المواد الواردة إلى غرفة التفاعل سوف تكون متاحة للمعالجة الحرارية الكيميائية لخزان النفط aqueous solution . تدخل نواتج التفاعل المسخنة في خزان النفط وتزيد الضغط تحت الحشوة الداعمة بحيث تتكون صدوع أو شروخ جديدة في الطبقة المُنتِجة.

من المفضل استخدام الجهاز الموضح في شكل رقم ١ في آبار النفط حيث توضع الحشوة الداعمة على مسافة لا تزيد عن ١٠٠ مترا من الطبقة المُنتِجة وتتميز بأن لها تركيب بسيط بدون أي أجزاء متحركة والتي نتيجة لغرفة التفاعل الطويلة تؤدي إلى توفير كفاءة تفاعل عالية.

النموذج الثاني للجهاز

عند وضع الحشوة الداعمة على مسافة لا تزيد عن ١٠-١٥ مترا فوق الطبقة المُنتِجة يفضل استخدام جهاز وفقا للنموذج الثاني الموضح في شكل رقم ٢. بدلا من غرفة التفاعل الطويلة للجهاز وفقا للنموذج الأول، فإن الجهاز وفقا للنموذج الثاني يشتمل على كأس beaker (١٠) يتم إدخالها في شبكة الأنابيب الداخلية أسفل الفتحة السفلية في شبكة الأنابيب الداخلية. يشتمل الكأس beaker على الفتحات الموجودة في قاعها والتي تسمح بمرور الموائع المختلطة والتي لها طول يصل إلى ٤ أمتار، من المفضل ٣-٤ أمتار.

الفتحات الموجودة في قاع الكأس (١٠) لها فتحات لا تسمح بمرور المواد الحبيبية وبالتالي تحتجزها في الكأس beaker ، بحيث أنه على سبيل المثال حبيبات aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy الواردة في صورة معلق من خلال شبكة الأنابيب الداخلية يتم احتجازها في الكأس حيث تكون أقطار جسيماتها أكبر من قطر الفتحات الموجودة في قاع الكأس. الكأس يمكن أيضا عملها من مادة ذات عُمر محدود أثناء ظروف الاستخدام. أي يتم عمل الكأس بحيث أنه بعد زمن معين من مرور الموائع خلال الكأس ينكسر قاعها بحيث تتدفق المادة الحبيبية المحتجزة فيها في الطبقة المُنتِجة. يُفضَّل عمل الكأس من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy والتي تزيد عند تلامسها مع موائع حمضية أو قلوية أو تحترق عند درجات حرارة عالية تبلغ ٧٠٠°م أو أعلى.

النموذج الثالث للجهاز

فيما يلي شرح لنموذج آخر من جهاز تنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir . بالإضافة إلى النماذج السابق شرحها التي توجد بها فتحات في شبكة الأنابيب الداخلية، يشتمل النموذج الحالي على وسيلة خلط تربيني واحدة على الأقل توضع في

شبكة الأنابيب الداخلية أسفل الفتحات. وسيلة الخلط التربيني تشتمل على عمود إدارة محمول بواسطة محامل مستوية واحدة على الأقل تحمل أرياش التربين carries turbine vanes وأرياش خلط mixing vanes ، حيث تشتمل المحامل المستوية على فتحات تسمح بمرور الموائع المتدفقة وحيث تنقل أرياش التربين الطاقة من الموائع المتدفقة إلى عمود الإدارة لتدوير عمود الإدارة مع أرياش الخلط التربينية المتصلة به. يكوّن قسم شبكة الأنابيب الداخلية الذي له قطر يبلغ حوالي ١و ٢/١ بوصة (٣,٨١ سم) أسفل وسيلة الخلط التربيني غرفة التفاعل في هذا الجهاز. قسم شبكة الأنابيب الداخلية بين طبقات الفتحات الأولى ووسيلة الخلط التربيني الأولى يمكن أن يُسمَّى "غرفة مسبقة". يتفاعل حوالي ١٠/١ العوامل في هذه الغرفة المسبقة وتستخدم الطاقة المنتجة جزئيا على الأقل لتشغيل وسيلة (وسائل) الخلط التربيني الموضوعة بعد الغرفة المسبقة.

في شكل رقم ٣ هناك توضيح لنموذج معين للجهاز وفقا للنموذج الثالث. في هذا النموذج الخاص يتم حمل عمود الإدارة (١١) بواسطة محملين مستويين (١٢) يشتملان على فتحات (١٥) تسمح بمرور الموائع المتدفقة. يحمل عمود الإدارة (١٢) أرياش التربين carries turbine vanes (١٣) وأرياش خلط mixing vanes (١٤)، حيث توضع أرياش التربين قبل أرياش الخلط بالنسبة لاتجاه تدفق الموائع.

تنقل أرياش التربين الطاقة من الموائع المتدفقة إلى عمود الإدارة لتدوير عمود الإدارة مع أرياش الخلط التربينية المتصلة به و تُحسِّن أرياش الخلط الدوارة خلط الـ TGEC وRIS. في النموذج الحالي تكون أرياش الخلط (١٣) عبارة عن ألواح مثقبة.

النموذج الرابع للجهاز

فيما يلي شرح لجهاز تنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir وفقا لنموذج رابع مفضل. على عكس النماذج السابق شرحها يتم تجسيد وسيلة الخلط

للجهاز في صورة الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing (٣) التي توضع فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية (٢) وبوسيلة خلط تربيني واحدة على الأقل توضع في شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing أسفل الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية. يمكن استخدام وسيلة الخلط التربيني مثل السابق شرحها للنموذج الثالث.

إذا تم وضع وسيلة خلط تربيني واحدة أو أكثر يفضل أن يكون لأجهزة الخلط التربيني المتتابعة اتجاهات دوران متخالفة.

هناك نموذج خاص لهذا الجهاز موضح في شكل رقم ٤. يشتمل على وسيلتي خلط تربيني لهما اتجاهات دوران مختلفة. علاوة على ذلك، في هذا النموذج تستدق شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing (٢) بين الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing (٣) ووسيلة الخلط التربيني الأولى.

كما في النموذج السابق، قسم شبكة الأنابيب الداخلية الذي له قطر يبلغ حوالي ١و ٢/١ بوصة (٣,٨١ سم) أسفل وسيلة الخلط تربيني تكوِّن غرفة التفاعل للجهاز الحالي. القسم الذي يشبه المخروط لشبكة الأنابيب الخارجية (٢) يمكن أن يُسمَّى غرفة مسبقة.

النموذج الخامس للجهاز

في شكل رقم ٥ هناك توضيح لنموذج خامس لجهاز تنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir وفقا للاختراع الحالي. على عكس الجهاز وفقا للنموذج الأول فإن الجهاز وفقا للنموذج الخامس يشتمل على الفتحات الموجودة في شبكة الأنابيب الداخلية والتي تسمح بتبادل المائع مع الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space (٨). في الجهاز وفقا للنموذج الخامس يتم تجسيد وسيلة الخلط في صورة الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower

end of the inner tubing (٣) الذي يوضع فوق الطرف السُفلِي للشبكة الخارجية (٢) وبواسطة كأس beaker (١٠) يتم إدخالها في الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية. تشتمل هذه الكأس beaker على الفتحات الموجودة في قاعها والتي تسمح بمرور الموائع الواردة خلال شبكة الأنابيب الداخلية وفقا للنموذج الخامس عدا مادة aluminum المحببة (١٦) التي تدخل مع الـ IRS. أي أنه، عند توفير حبيبات aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy في صورة معلق من خلال شبكة الأنابيب الداخلية الحبيبات فسيتم احتجازها في الكأس beaker حيث أن قطر جسيماتها يكون أكبر من قطر الفتحات الموجودة في قاع الكأس .

قسم شبكة الأنابيب الداخلية المملوء بالحبيبات يمكن اعتباره غرفة تفاعل أولى. يتم ضخ الحرارة الناتجة في غرفة التفاعل هذه لتسخين المائع thermal gas emitting composition (TGEC) من خلال الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space (٨) بحيث يتم إشعال الـ TGEC بدون استخدام المزيد من RIS. يمكن وضع قسم شبكة الأنابيب الخارجية outer tubing أسفل الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing باعتباره غرفة تفاعل.

عند استخدام الجهاز وفقا للنموذج الخامس مع الطريقة الخاصة بالنموذج الثالث يتم الوصول إلى درجة حرارة عالية تصل إلى حوالي ٦٠٠-٧٠٠°م وذلك في غرفة التفاعل الأولى بحيث أن الكأس beaker يجب عملها من مادة مقاوِمة للحرارة. مع ذلك، إذا تم استخدام هذا الجهاز لطريقة التكسير الحراري (النموذج الرابع للطريقة) يمكن استخدام كأس beaker (١٠) من نفس النوع السابق شرحه بالنسبة للنموذج ٢. لذلك يفضل عمل هذه الكأس من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions .

النموذج السادس للجهاز

هناك نموذج سادس لجهاز تنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir وفقا للاختراع الحالي موضح في شكل رقم ٦. يشتمل الجهاز على شبكة أنابيب واحدة فقط (٢٢) والتي لها قطر يبلغ حوالي ٧,٣٠ سم (٢و ٨/٧ بوصة) يتم إدخالها في بئر النفط oil reservoir . يتم إدخال شبكة الأنابيب هذه (٢٢) في الغلاف casing (٢١) لبئر النفط oil reservoir بحيث يتم توفير الحيِّز الحلقي (٢٥) بين الجزء الخارجي لشبكة الأنابيب (٢٢) والجزء الداخلي للغلاف casing (٢١)، حيث يوضع طرف سُفلِي من شبكة الأنابيب lower end of the tubing (٢٢) داخل أو فوق المنطقة المُنتِجة في بئر النفط oil reservoir . توضع حشوة داعمة packer (٢٤) لإحكام إغلاق الحيِّز الحلقي (٢٥) فوق الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب (٢٢). يتم إدخال كأس beaker (٢٣) في الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب، حيث يشتمل الكأس على الفتحات الموجودة في قاعها والتي تسمح بمرور الـ TGEC وRIS ولكن ليس المادة الحبيبية التي تقوم الـ IRS بالإمداد بها خلال شبكة الأنابيب.

بالنسبة للكأس beaker (٢٣) يمكن استخدام نفس نوع الكأس السابق شرحها للنموذج ٢. في هذه الحالة، يفضل عمل هذه الكأس من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions . عنما يكون من المقصود، ألا تتحلل الكأس beaker أثناء استخدام الجهاز يتم عمل الكأس من مادة لها مقاومة كافية في الظروف الحرارية والكيميائية الموجودة في بئر النفط oil reservoir أثناء تنفيذ طريقة المعالجة الكيميائية الحرارية.

يتم استخدام الجهاز وفقا للنموذج السادس بضخ TGEC (٢٦) وRIS (٢٧) في صورة طبقات يتم فصلها بطبقة مائع خامل أو مائع مباعَدة (٢٨).

يكوِّن قسم شبكة الأنابيب المملوء بالمادة الحبيبية غرفة التفاعل للجهاز الحالي.

بصفة عامة يمكن ملاحظة أن الجهاز السابق شرحه وفقا للاختراع الحالي يشتمل على كأس beaker للحفاظ على حبيبات RIS. يمكن تصميم هذه الكأس beaker بطريقة منفصلة لتلبية متطلبات طريقة المعالجة الكيميائية الحرارية التي يتم من أجلها استخدام الجهاز. على سبيل المثال، يمكن ضبط عمر الكأس beaker في الظروف الكيميائية والحرارية في بئر النفط oil reservoir باستخدام مادة لها نفس المقاومة تقريبا أو بضبط سمك قاع الكأس. إذا كان من المقصود أن الكأس لن تتحلل أثناء المعالجة الكيميائية الحرارية، فيتم تحضيرها من مادة مقاوِمة مناظرة.

الطرق الخاصة بالاختراع

النموذج الأول للطريقة

في نموذج أول من طريقة المعالجة الحرارية لخزان نفط يمكن استخدام الجهاز الموضح في الأشكال ١، ٣ أو ٤ حيث يفضل الإمداد بالـ TGEC من خلال شبكة الأنابيب الداخلية والإمداد بالـ RIS من خلال الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space حيث يتم الإمدداد بكلتا التركيبتين في صورة محاليل أو معلقات قابلة للضخ.

النموذج الثاني للطريقة

في نموذج ثان من طريقة المعالجة الحرارية لخزان نفط يتم استخدام الجهاز وفقا للنموذج الثاني كما هو موضح في شكل رقم ٢ عندما تكون الـ RIS هي الواردة خلال شبكة الأنابيب الداخلية (٣) والـ TGEC يتم توصيلها خلال الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space (٨). مثل الـ RIS، يتم استخدام aluminum الحبيبي أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy ويتم الإمداد بهذه المادة الحبيبية في صورة مُعلَّق. الفتحات الموجودة في قاع الكأس beaker (١٠) يكون لها أبعاد بحيث أن المادة الحبيبية لا يمكن أن تمر وبالتالي يتم الاحتفاظ بها في الكأس beaker . بالنسبة لهذا النموذج، فإن

كمية TGEC المستخدمة تكون حوالي ٢-٣ مرة قدر كمية aluminum ، حيث تشير هذه النسبة إلى كتلة العوامل كما هي بدون المذيب المستخدم (المذيبات solvents المستخدمة) لتحضير المحاليل أو المعلقات القابلة للضخ. حيث أن مُركَّب TGEC المفضل هو منتج تفاعل اليوريا مع nitric acid ، يتم استخدام أي مُركَّب إضافة لليوريا و nitric acid . بالنسبة لهذا النموذج يمكن تفاعل ما يصل إلى ٣ طن من العوامل في الساعة. نواتج التفاعل الساخنة الناتجة من تفاعل aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy تشتمل على hydrogen غازي. قيمة الرقم الهيدروجيني pH يمكن أن تتراوح بين ٣ و١٤، مع ذلك، يفضل أن يتراوح الرقم الهيدروجيني pH بين ٣ و٤ لأن كمية hydrogen الناتجة عندئذ يمكن أكسدتها مما يزيد من كمية الحرارة الناتجة بحوالي ٣٠ ٪. بهذه الطريقة للمعالجة الكيميائية الحرارية يتم الوصول إلى ضغط مرتفع أسفل الحشوة الداعمة بحيث يتم الوصول إلى خصائص جديدة في الطبقة المُنتِجة.

يمكن تعديل هذا النموذج الثاني للطريقة بإزاحة التفاعل إلى الصدوع الموجودة في الطبقة المُنتِجة كما هو مشروح لاحقا في النموذج الخامس للطريقة.

النموذج الثالث للطريقة

بالنسبة لهذه الطريقة يمكن استخدام الجهاز وفقا للنموذج الخامس. أولا، يتم ضخ مُعلَّق من aluminum الحبيبي أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy في صورة مُعلَّق إلى شبكة الأنابيب الداخلية (٣) بحيث أنه عند الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing حيث يتم الاحتفاظ بكأس beaker مقاوم للحرارة (١٠)، يتم إدخال المادة الحبيبية لعمل طبقة (١٦) من مادة حبيبية لها ارتفاع حوالي ٢٠٠-٣٠٠ متر. عندئذ يتم ضخ TGEC أول إلى شبكة الأنابيب الداخلية بحيث يتم بدء التفاعل ويتم انتاج طاقة حرارية في غرفة التفاعل الأولى. في هذه الطريقة يمكن إنتاج غازات ساخنة لها درجة حرارة تصل إلى ٦٠٠-٧٠٠°م. تؤدي الحرارة

الناتجة في غرفة التفاعل الأولى إلى تسخين جدران غرفة التفاعل الأولى، أي أن الطرف البعيد لشبكة الأنابيب الداخلية، وبالتالي فإن المائع (TGEC الثاني) يتم ضخه خلال الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space (٨) بحيث يشتعل الـ TGEC بدون استخدام أي RIS إضافي. يتدفق TGEC المشتعل خلال الثاني غرفة تفاعل، أي البقسم البعيد لشبكة الأنابيب الخارجية outer tubing (٢) أسفل الكأس beaker ، حيث يتفاعل الـ TGEC في ظروف إنتاج حرارة وغازات.

النموذج الرابع للطريقة

عبارة عن طريقة خاصة للمعالجة الحرارية لخزان نفط تستخدم عملية التكسير الحراري للبترول في خزان النفط aqueous solution . عند درجة حرارة وضغط مرتفعين وفي وجود hydrogen غازي يتم تكسير جزيئات الهيدروكربون hydrocarbon molecules المعقدة إلى جزيئات هيدروكربون أبسط simpler hydrocarbon molecules .

بالنسبة لهذه الطريقة يمكن استخدام النماذج الخاصة للجهاز وفقا للاختراع مثل الموضحة في شكل رقم ٢ وشكل رقم ٥. يتميز كلا الجهازين باحتوائه على كأس beaker عند الطرف السُفلِي لشبكة الأنابيب الداخلية lower end of the inner tubing والتي يمكن أن تحتجز وتحتفظ بحبيبات aluminum أو سبائكه التي تدخل مع الـ IRS. بالنسبة لهذه الطريقة يتم أيضا عمل الكأس beaker من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy .

عند البداية يتم توريد مُعلَّق من حبيبات aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy كجزء من الـ RIS خلال شبكة الأنابيب الداخلية إلى كأس aluminum beaker . هناك يتلامس مع الـ TGEC الوارد عن عن طريق الحيِّز الحلقي الداخلي inner annular space (النموذج الثاني الموضح في شكل رقم ٢) أو شبكة الأنابيب الداخلية (النموذج الخامس الموضح في شكل رقم ٥) حيث الـ TGEC من المفضل أن يكون له رقم ايدروجيني يبلغ ٣ أو ١٤ بحيث يتصاعد hydrogen

نواتج التفاعل الساخنة تدخل إلى خزان النفط aqueous solution ، وتؤدي إلى تسخين الطبقة المُنتِجة وزيادة الضغط تحت الحشوة الداعمة بحيث تتكون صدوع جديدة في الطبقة المُنتِجة.

كما في النموذج الثاني من الطريقة، من المفضل استخدام مُركَّب إضافة urea nitric acid باعتباره مُركَّب TGEC وبكمية تبلغ حوالي ٢-٣ مرات كمية aluminum المستخدمة. علاوة على ذلك، إذا تم استخدام رقم هيدروجيني pH ٣-٤ يمكن أكسدة غاز hydrogen الناتج مما يزيد من كمية الحرارة الناتجة.

بعد زيادة درجة الحرارة والضغط وتكوُّن الصدوع في الطبقة المُنتِجة، تتم إزاحة منطقة التفاعل من بئر النفط oil reservoir إلى الطبقة المُنتِجة. يتم ذلك بعمل تفتُّت مسموح به لكأس beaker aluminum الناتجة من ظروف حمضية أو قلوية.

أي أنه، بعد حوالي ١٠-٣٠ دقيقة من الضخ لمحلول له رقم هيدروجيني pH يبلغ ٣ أو ١٤ خلال الكأس beaker فإن قاع الكأس ينكسر والحبيبات يتم دفعها إلى الصدوع الموجودة في الطبقة المُنتِجة.

هذه الإزاحة لمنطقة التفاعل من المفضل تنفيذها بعد وصول المناطق المجاورة للصدوع إلى درجة حرارة تبلغ ٣٠٠°م. هذه الإزاحة تقلل أيضا من الحمل الحراري للحشوة الداعمة وشبكة الأنابيب لأنه يمكن للموائع الواردة الآن أن تقوم بتبريد الحشوة الداعمة وشبكات الأنابيب.

نتيجة لهذه الإزاحة تزداد درجة حرارة الطبقة المُنتِجة لأن تفاعل aluminum أو سبائكه مع محاليل TGEC الحمضية أو القلوية يحدث في الصدوع. ينتج عن ذلك درجات حرارة تصل إلى ٤٠٠-٥٠٠°م، وضغط أكثر ارتفاعا ووجود hydrogen . لأنه فوق درجات الحرارة التي تبلغ ٣٠٠-٣٥٠°م

تبدأ عملية التكسير الحراري ويخضع البترول في الطبقة المُنتِجة لتكسير حراري إلى جزيئات صغيرة مما يؤدي إلى تقليل لزوجة البترول. عملية التكسير الحراري يمكن تحسينها أيضا بالإمداد بمُركَّبات نشطة حفزيا إلى مكان التفاعل. كأمثلة على المحفزات السابق ذكرها يمكن استخدام الأملاح المعدنية القابلة للذوبان لـ Mn، Fe، Cr، Co، Ni أو V والتي يمكن إضافتها إلى الـ RIS أو TGEC. بالنسبة للكتلة الكلية من الـ RIS يمكن وجود هذه الأملاح المعدنية لـ RIS بكمية لا تزيد عن ١٠ ٪ بالوزن.

الأملاح المعدنية المفضلة بصفة خاصة هي $Fe\ (NO_3)_3$، $Mn\ (NO_3)_2.6H_2O$، Mn، $(SO_4)\cdot 6H_2O$، $KMnO_4$، K_2MnO_4، K_2CrO_4، Na_2CrO_4، $K_2CR_2O_7$، $Na_2CR_2O_7$، Co، $(NO_3)_3$، NH_4VO_3، $NaVO_3$ و KVO_3.

وينبغي أثناء عملية التكسير الحراري للبترول تجنب ضخ أي مُركَّبات مؤكسدة في الطبقة بحيث أن hydrogen المنتج يتم استهلاكه في عملية التكسير الحراري فقط.

ويمكن بعد أن يتم استنفاد حبيبات aluminum أو سبائكه تسخين الطبقة من جديد من خلال الإمداد بـ TGEC و RIS ويمكن بدء عملية التكسير الحراري من خلال الإمداد بالجزء القادم من الحبيبات. يؤدي ذلك إلى السيطرة الدورية على التفاعل لزيادة الحرارة والضغط في الطبقة المُنتِجة ومن تنفيذ عملية التكسير الهيدروجيني.

ينتج عن عملية التكسير الحراري هذه انخفاض كبير في لزوجة البترول في خزان النفط aqueous solution الذي تتم معالجته لأنه بالإضافة إلى درجة الحرارة المرتفعة في المنطقة المنتجة يتم تكسير جزيئات الهيدروكربون hydrocarbon molecules الأكثر تعقيدا إلى جزيئات هيدروكربون أبسط simpler hydrocarbon molecules .

هناك تأثير آخر مفيد لاستخدام aluminum أو سبائكه في هذه العملية وهو الحد من كمية الماء الموجودة في بئر النفط oil reservoir . أثناء تفاعل aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy في ظروف قلوية يتم استهلاك الماء. علاوة على ذلك، فإن الهيدروكسيدات المعدنية الناتجة من تفاعل aluminum أو سبائك aluminum تتميز بالقدرة على امتزاز الماء أو ربطه مثل ماء في صورة ماء تبلر. يمكن استخدام هذه التأثيرات لتقليل كمية المياه في آبار النفط التي تلوثت أو تلفت بسبب المحتويات العالية من المياه.

أثناء هذه المعالجة الحرارية الكيميائية لخزان النفط aqueous solution تذوب الغازات الناتجة في البترول وبذلك تزيد من خفض لزوجة البترول.

وينبغي عموما ملاحظة أن المواد المستخدمة في الـ TGEC تبدأ في التحلل وإخراج الحرارة والغازات إذا كانت أسخن من حوالي ٢٠٠-٣٠٠ْ م. وبالتالي، إذا تم في هذا الطلب ذكر أن TGEC و RIS يتم توفيرهما لتسخين منطقة معينة، فإن ذلك يشمل أيضا الإمداد بـ TGEC فقط إذا كانت هذه المنطقة بها بالفعل درجة حرارة سوف تتحلل عندها TGEC مما يؤدي إلى انبعاث الطاقة.

في هذه الطريقة يمكن استخدام جهاز وفقا للاختراع كما هو موضح في شكل رقم في ٢ وشكل رقم ٥ بالاشتراك مع المواد الكيميائية مثل ammonium nitrate ، و/ أو potassium nitrate ، و/ أو sodium nitrate و/ أو calcium nitrate ، ومُركَّب إضافة urea nitric acid ومُركَّبات RIS من ١ إلى ٤ على النحو المحدد في الجدول السابق تقديمه.

النموذج الخامس للطريقة : هناك طريقة خامسة للمعالجة الحرارية لخزان نفط باستخدام الـ TGEC و RIS المذكورة أعلاه وهي تتميز بأنه يمكن استخدام جهاز يتألف من شبكة أنابيب واحدة فقط يتم إدخالها في بئر النفط oil reservoir .

يتم تصوير هذا الجهاز تجريبيا في شكل رقم ٦ وقد سبق شرحه باعتباره النموذج السادس من جهاز تنفيذ المعالجة الكيميائية الحرارية لخزان نفط thermally treating an oil reservoir .

مع هذه الطريقة والجهاز، يتم تحقيق إمداد منفصل ولكنه مستمر من TGEC وRIS بضخ الموائع في صورة طبقات من المائع خلال شبكة الأنابيب. لتجنُّب خلط وتفاعل طبقات الـ TGEC وRIS قبل الوصول إلى المنطقة المنتجة يتم وضع طبقة من مائع فاصل بين طبقات RIS وTGEC. كمائع فاصل، يمكن استخدام مائع خامل بشأن التفاعلات مع الـ TGEC وRIS. هذا المائع الفاصل قد يكون كلوروفورم، على سبيل المثال. ويكون سُمك طبقة المائع الفاصل حوالي ٢٠-٣٠ م.

بعد وصول حبيبات من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy في صورة معلق إلى الكأس beaker التي تتراكم فيها المادة الحبيبية، يتم ضخ طبقة من مائع فاصل من TGEC (محلول حمضي أو قلوي) في شبكة الأنابيب. فترة الاتصال بين الـ TGEC والـ RIS الحبيبي التي تبلغ حوالي ٢٠٠ دقيقة تكون كافية لبدء والحفاظ على التفاعلات التي تؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات لتسخين الطبقة المحيطة المنتجة لإحداث صدوع فيها. كما هو الحال في الطريقة السابق شرحها، عندما يتم عمل كأس beaker من aluminum فإنها سوف تتلف بعد زمن محسوب وتتم إزاحة منطقة التفاعل إلى الطبقة المُنتِجة بحيث يمكن توزيع الطاقة الحرارية بصورة أكبر في الطبقة المُنتِجة.

في هذه الطريقة تتكون غرفة التفاعل من شبكة الأنابيب المملوءة بالمادة الحبيبية والتي قد تُشكِّل طبقة تصل إلى ٥٠-٢٠٠ مترا.

لذلك، لا يصلح هذا الأسلوب إلا لآبار النفط التي توضع فيها الحشوة الداعمة على مسافة لا تقل عن ٢٠٠-٣٠٠ مترا فوق الطبقة المُنتِجة المطلوب معالجتها.

بصفة عامة يجب ملاحظة أنه في الأساليب السابق شرحها حيث يتم توزيع حبيبات من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy في صدوع الطبقة المُنتِجة، يمكن زيادة الصدوع فيما يتعلق بالطول والحجم ويمكن زيادة سخونة الطبقة المُنتِجة بإضافة عامل مؤكسِد قوي strong oxidizing agent مثل potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$ على حبيبات aluminum في الطبقة المُنتِجة. تدعم هذه العوامل المؤكسِدة القوية إنتاج كميات كبيرة من الطاقة للأكأس beaker يد الصلبة المعدنية مثل Al_2O_3 التي تعمل بوصفها حشوات داعمة (عوامل داعمة) للاحتفاظ بالصدوع مفتوحة.

مع هذه الطرق يتم توفير طريقة لتصديع طبقة ساخنة. وعلى النقيض من صريقة التصديع المائي الباردة المعروفة حيث في الخطوة الأولى يتم حقن السائل (سائل تصديع) في بئر النفط oil reservoir تحت ضغط لعمل صدوع في التكوين وفي الخطوة الثانية يتم ضخ مادة حبيبية صلبة مثل الرمال (حشوة داعمة packer) في الصدوع المتكونة، فإن طريقة تصديع الطبقة الساخنة الحالية تضم ثلاث خطوات. في الخطوة الأولى لا يتم إنتاج الضغط المطلوب لتشكيل صدوع جديدة بواسطة مضخات تضخ المواد الى بئر النفط ولكن عن طريق تفاعلات في بئر النفط تؤدي إلى إنتاج الغازات الساخنة. في الخطوة الثانية يتم ضخ حبيبات aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy إلى الصدوع. ثم، في الخطوة الثالثة، يتم حقن TGEC في بئر النفط oil reservoir وفي الصدوع التي تحتوي على حبيبات الـ RIS بحيث يتم إنتاج غازات ساخنة في الصدوع. يؤدي ذلك إلى تسخين المنطقة المحيطة بها وتشكيل المزيد من الصدوع. في هذه الخطوة الثالثة يمكن اختياريا توفير عامل مؤكسِد قوي strong oxidizing agent مثل potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$ بالإضافة إلى حبيبات الـ RIS المترسبة في الصدوع كما سبق ذكره بالفعل.

مع الجهاز والطرق السابق شرحها يصبح من الممكن انتاج الطاقة الحرارية بشكل مستمر مع إنتاج

غازات ساخنة تؤدي إلى تسخين الطبقة المُنتِجة مما يسمح باستخراج النفط بكفاءة حتى من أنواع النفط الثقيلة والقار.

أمثلة

مثال المقارنة

بالنسبة لهذا المثال المقارن تم اختيار بئر النفط oil reservoir رقم ٢٤١٩٣ في حقل النفط "Irkenneft" (Russia, Tatarstan). تم حقن ١,٢ طن من ammonium nitrate في محلول مائي بتركيز من حوالي ٥٠ ٪ بالوزن في بئر النفط ، حيث تم بدء التحلل بخلطه مع محلول مائي من ٠,٣ طن من ($NaNO_2$). كانت درجة الحرارة في الحفرة المواجهة للطبقة المُنتِجة قبل المعالجة ٦٦°م. كانت درجة الحرارة في الحفرة (بئر النفط رقم ٢٤١٩٣) المواجهة للطبقة المُنتِجة بعد ساعة واحدة من المعالجة هي ١٢٦°م. كانت سرعة استخراج البترول من بئر النفط رقم ٢٤١٩٣ قبل العلاج هي ٠,٧٨ طن في اليوم وبعد العلاج ١,٨٦ طن في اليوم.

أمثلة وفقا للاختراع

تم حقن محلول مائي من ١,٣ طن من mono ethanol amine nitrate في بئر النفط oil reservoir رقم ٢١ في حقل نفط Razumovsky في منطقة ساراتوف. كان تركيز المحلول الذي تم حقنه حوالي ٧٦ ٪ بالوزن من mono ethanol amine nitrate و٢ ٪ بالوزن من nitric acid . وتم بدء التحلل له في وجود ٠,٠١٢ طن من ($NaB H_4$). كانت درجة الحرارة في الحفرة المواجهة للطبقة المُنتِجة قبل العلاج هي ٨٦°م. كانت درجة الحرارة في الحفرة (بئر النفط رقم ٢١) المواجِهة للطبقة المُنتِجة بعد ساعتين من العلاج ٢٦٩°م. كانت سرعة استخراج البترول من آبار النفط رقم ٢١ قبل العلاج ٢,٦ طن في اليوم وبعد العلاج ١٢,٣ طن في اليوم.

المثال المقارن أعلاه والمثال وفقا للاختراع يوضحان بوضوح أنه مع الاختراع الحالي يمكن تحقيق زيادة أعلى في استخراج البترول (حوالي ٣٧٣ ٪ من المثال وفقا لاختراع) بالمقارنة مع الطرق المستخدمة حتى الآن (حوالي ١٣٨ ٪ من المثال المقارن).

وأخيرا، تجدر الإشارة إلى أن الاختراع الحالي لا يقتصر على النماذج المفضلة السابق شرحها ولكنه يشمل النماذج البديلة التي يمكن للشخص ذي المهارة العادية من أهل المهنة إدراكها.

عناصر الحماية

١ ١ - نظام كيميائي chemical system للمعالجة الحرارية لخزان نفط ببدء تفاعل كيميائي في
٢ منطقة مُنتِجة من خزان النفط المذكور، حيث يشتمل النظام الكيميائي chemical system المذكور
٣ على التركيبتين التاليتين على الأقل:
٤ تركيبة باعثة لغاز حراري thermal gas emitting composition (TGEC) تكون عبارة عن محلول
٥ أو معلق مائي aqueous solution or suspension يشتمل على مُركَّب واحد على الأقل يتم اختياره
٦ من المجموعة التي تتكون من:
٧ hydrazine nitrate, 1,1-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates and 1,2-di C_{2-6} alkyl hydrazine
٨ nitrates, such as 1,1-dimethyl hydrazine nitrate or 1,2-dimethyl hydrazine nitrate,
٩ guanidine nitrate, formamide nitric acid adduct, acetamide nitric acid adduct,
١٠ acetonitrile nitric acid adduct, urea nitric acid adduct, ammonium nitrate, potassium
١١ nitrate, sodium nitrate, calcium nitrate, mono, di and tri C_{1-5} alkyl amine nitrates,
١٢ mono, di and tri C_{1-5} alkanol amine nitrates, C_{2-6} alkylene diamine mono and dinitrates
١٣ and poly C_{1-5} alkylene polyamine polynitrates;
١٤ ومثبت لبادئ التفاعل reaction initiator stabilizer (RIS) يكون عبارة عن محلول سائل أو معلق
١٥ ويشتمل على مُركَّب واحد على الأقل يتم اختياره من المجموعة التي تتكون من:
١٦ - metal borohydrides MBH_4 ، حيث M هي Li، Na أو K؛
١٧ - aminoboranes $(R^1R^2R^3)N{\cdot}BH_3$ ، حيث R^1، R^2 وR^3 هي بصفة مستقلة hydrogen أو
١٨ C_{1-10} alkyl ، أو حيث تكون R^1 عبارة عن aryl أو pyridine بها ما يصل إلى ١٠ ذرات كربون
١٩ وR^2 وR^3 عبارة عن hydrogen ؛

٢٠ – dialkylaluminates $MAlH_2R^1R^2$ ، حيث M هي Li، Na أو K، وR^1 وR^2 كل منهما على

٢١ حدة عبارة عن C_{1-10} alkyl ؛

٢٢ – aminoalanes $(R^1R^2R^3)N{\cdot}AlH_3$ ، حيث R^1، R^2 وR^3 هما بصفة مستقلة hydrogen أو

٢٣ C_{1-10} alkyl ؛

٢٤ – alkali metal nitrites MNO_2 ، و

٢٥ – aluminum أو سبائك aluminum مع magnesium أو معادن أخرى، والتي تضمن حدوث

٢٦ تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous solutions .

١ ٢ – النظام لكيميائي وفقا لعنصر الحماية رقم ١، حيث thermal gas emitting composition

٢ (TGEC) هي محلول أو معلق مائي suspension يشتمل على مُركَّب واحد على الأقل يتم

٣ اختياره من المجموعة التي تتكون من مُركَّبات hydrazine nitrate ، مُركَّبات 1,1-di C_{2-6} alkyl

٤ hydrazine nitrates and 1,2-di C_{2-6} alkyl hydrazine nitrates, such as 1,1-dimethyl

٥ hydrazine nitrate or 1,2-dimethyl hydrazine nitrate, guanidine nitrate ، مُركَّب إضافة

٦ formamide nitric acid، مُركَّب إضافة acetamide nitric acid ، مُركَّب إضافة urea nitric

٧ acid ومُركَّب إضافة acetonitrile nitric acid .

١ ٣ – النظام لكيميائي وفقا لعنصر الحماية رقم ١ أو ٢، حيث الـ thermal gas emitting

٢ composition (TGEC) هو ناتج التفاعل من تفاعل nitric acid مع مُركَّب amino مناظر.

١ ٤ - النظام الكيميائي chemical system وفقا لأي من عناصر الحماية من ١ إلى ٣، حيث الرقم
٢ الهيدروجيني pH للـ thermal gas emitting composition (TGEC) يكون حوالي ٣ إلى ١٤.
٣

١ ٥ - النظام الكيميائي chemical system وفقا لأي من عناصر الحماية من ١ إلى ٤، حيث
٢ يكون الـ reaction initiator stabilizer (RIS) عبارة عن محلول solution أو معلقsuspension
٣ في مذيب solvent مناسب.

١ ٦ - النظام لكيميائي وفقا لعنصر الحماية رقم ٥، حيث يكون مذيب الـ reaction initiator
٢ stabilizer (RIS) هو الماء أو مذيب عضوي يتم اختياره من المجموعة التي تتكون من البترول،
٣ ligroin ، الكحول الأبيض white spirit ، kerosene و naphtha .

١ ٧ - النظام الكيميائي chemical system وفقا لأي من عناصر الحماية من ١ إلى ٦، حيث
٢ يكون aluminum أو سبائك aluminum مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن
٣ حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية alkaline and acidic aqueous
٤ solutions مشتتة تشتيتا دقيقا، أو ذاتية الاشتعال أو محببة.

١ ٨ - النظام الكيميائي chemical system وفقا لأي من عناصر الحماية من ١ إلى ٧، حيث الـ
٢ thermal gas emitting composition (TGEC) أو الـ reaction initiator stabilizer (RIS) تحتوي
٣ أيضا على ملح قابل للذوبان واحد أو أكثر من Mn، Fe، Cr، Co، Ni أو V.
١ ٩ - طريقة للمعالجة الحرارية لخزان نفط ببدء تفاعل كيميائي في منطقة مُنتِجة من خزان النفط

aqueous solution المذكور، باستخدام النظام الكيميائي chemical system وفقا لأي من عناصر الحماية من ١ إلى ٩، حيث التركيبة المذكورة الباعثة للغاز thermal gas emitting composition (TGEC) ومثبت بادئ التفاعل المذكور reaction initiator stabilizer (RIS) يتم إدخالهما بصورة منفصلة إلى خزان النفط aqueous solution المذكور ويتلامسان في المنطقة المنتجة من خزان النفط aqueous solution المذكور لبدء تفاعل كيميائي مما يؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات.

١٠ - الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ٩ ، حيث يتم إدخال الـ thermal gas emitting composition (TGEC) بصورة مستمرة إلى خزان النفط aqueous solution ويتم إدخال الـ reaction initiator stabilizer (RIS) في نفس الوقت وبصورة مستمرة أو متقطعة إلى خزان النفط aqueous solution .

١١ - الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ٩ أو ١٠، حيث يتم ضخ الـ thermal gas emitting composition (TGEC) و reaction initiator stabilizer (RIS) إلى خزان النفط aqueous solution بمعدل يبلغ حوالي ٤-٨ لتر في الثانية.

١٢- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ٩ إلى ١١، والتي تتضمن الخطوات التالية:

أ) إدخال حبيبات من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع مُركَّب قاعدي وحمضي، مثل الـ reaction initiator stabilizer (RIS) إلى بئر نفط في خزان النفط aqueous solution المذكور والحفاظ

على هذه الحبيبات في غرفة تفاعل توجد في بئر النفط oil reservoir ؛

ب) إدخال الـ thermal gas emitting composition (TGEC) أو واحد أو أكثر من الأحماض أو واحد أو أكثر من القلويات إلى بئر النفط oil reservoir بحيث يتلامس مع الحبيبات المذكورة المحفوظة في غرفة التفاعل لبدء والحفاظ على تفاعل كيميائي حراري مما يؤدي إلى إنتاج حرارة وغازات؛

ج) إمرار الغازات الساخنة التي تم إنتاجها إلى المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution ؛

د) إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution بالسماح للحبيبات المذكورة بالدخول إلى المنطقة المُنتِجة؛ و

هـ) تلامُس الحبيبات في المنطقة المُنتِجة مع الـ thermal gas emitting composition (TGEC) الذي تم إدخاله إلى بئر النفط oil reservoir .

١٣- الطريقة وفقا لعنصر الحماية رقم ١٢ ، حيث توجد غرفة التفاعل المذكورة داخل أو بجوار المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution .

١٤- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ١١ إلى ١٣، حيث يتم استخدام مُركَّب إضافة urea nitric acid باعتباره الـ thermal gas emitting composition (TGEC).

١٥- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ١٢ إلى ١٤، حيث تكون قيمة الرقم الهيدروجيني

pH في غرفة التفاعل حوالي ٣-٤ وحيث تتم أكسدة غاز hydrogen الذي تم إنتاجه بالتفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى H_2O.

١٦- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ١١ إلى ١٥، حيث تتم إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction وبالتالي الحبيبات إلى الصدوع الموجودة في المنطقة المُنتِجة.

١٧- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ١١ إلى ١٦، حيث تتم إزاحة التفاعل الكيميائي الحراري thermochemical reaction إلى المنطقة المُنتِجة بعد تسخين المنطقة المُنتِجة إلى حوالي ٣٠٠°م.

١٨- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ١١ إلى ١٧، حيث الحبيبات في المنطقة المُنتِجة تتم ملامستها أيضا مع عامل مؤكسِد قوي strong oxidizing agent واحد على الأقل مثل potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$.

١٩- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ١١ إلى ١٨، حيث يتم إخضاع البترول في خزان النفط aqueous solution إلى عملية تكسير حراري.

٢٠- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ٨ إلى ١٩، حيث يتم إدخال الـ thermal gas

٢ emitting composition (TGEC) و RIS في صورة طبقات من المائع يتم فصلها بواسطة طبقات

٣ من مائع فاصل layers of a spacer fluid.

١ ٢١- الطريقة وفقا لأي من عناصر الحماية من ٩ إلى ١١، والتي تتضمن الخطوات التالية:

٢ أ) إدخال حبيبات من aluminum أو سبيكة الومينيوم aluminum alloy مع magnesium أو

٣ المعادن الأخرى، والتي تضمن حدوث تفاعل ثابت مع المحاليل المائية الحمضية والقلوية

٤ alkaline and acidic aqueous solutions ، مثل الـ RIS إلى بئر نفط في خزان النفط aqueous

٥ solution المذكور والحفاظ على هذه الحبيبات في غرفة تفاعل أولى توضع في بئر النفط oil

٦ reservoir ؛

٧ ب) إدخال thermal gas emitting composition (TGEC) أول أو واحد أو أكثر من الأحماض

٨ أو واحد أو أكثر من القلويات إلى بئر النفط oil reservoir بحيث يتلامس مع الحبيبات المذكورة

٩ المحفوظة في غرفة التفاعل الأولى المذكورة لبدء والحفاظ على تفاعل كيميائي حراري مما يؤدي

١٠ إلى إنتاج طاقة حرارية وتسخين جدران غرفة التفاعل الأولى المذكورة؛

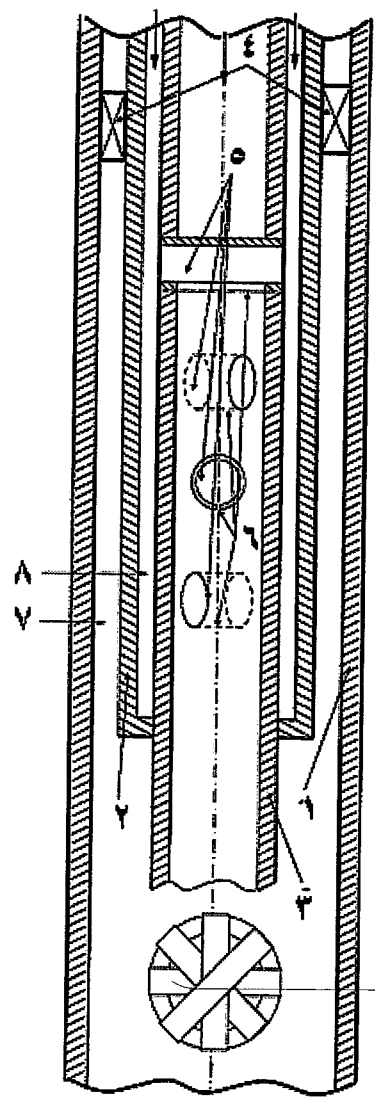
١١ ج) إدخال thermal gas emitting composition (TGEC) ثان إلى بئر النفط oil reservoir

١٢ بحيث يتلامس مع الجدران التي تم تسخينها من غرفة التفاعل الأولى المذكورة ويتم حرقه؛

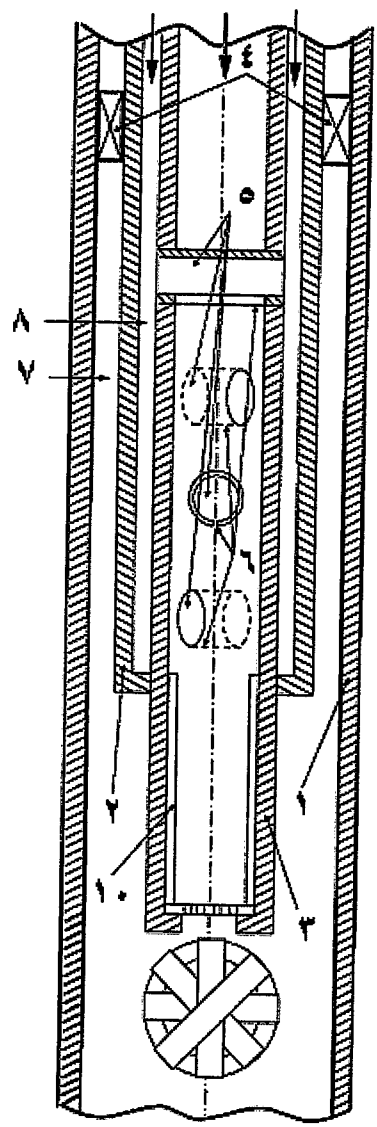
١٣ د) إمرار الـ thermal gas emitting composition (TGEC) المحترق إلى غرفة تفاعل ثانية حيث

١٤ الـ thermal gas emitting composition (TGEC) يتفاعل في ظروف إنتاج حرارة وغازات؛ و

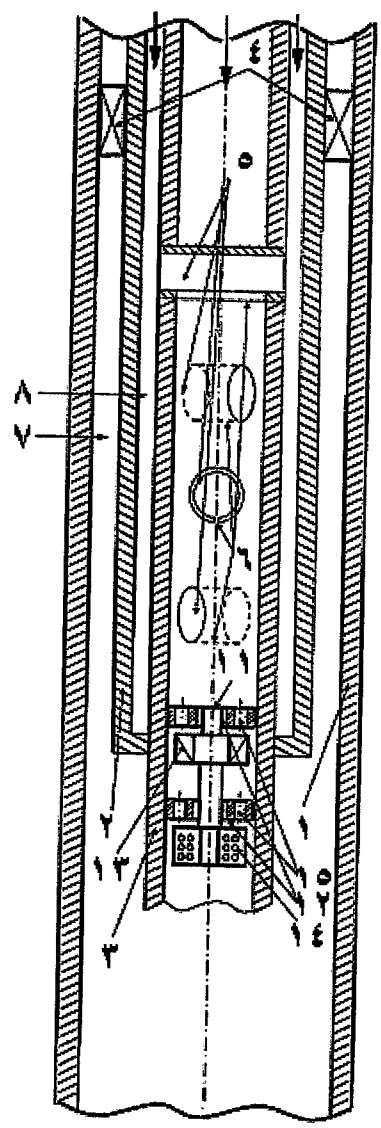
١٥ هـ) إمرار الغازات الساخنة التي تم إنتاجها إلى المنطقة المُنتِجة في خزان النفط aqueous solution



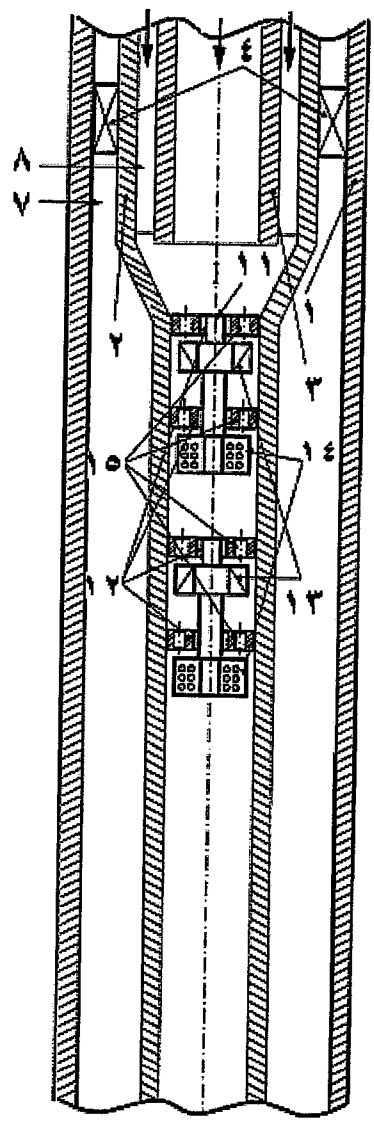
شكل ١



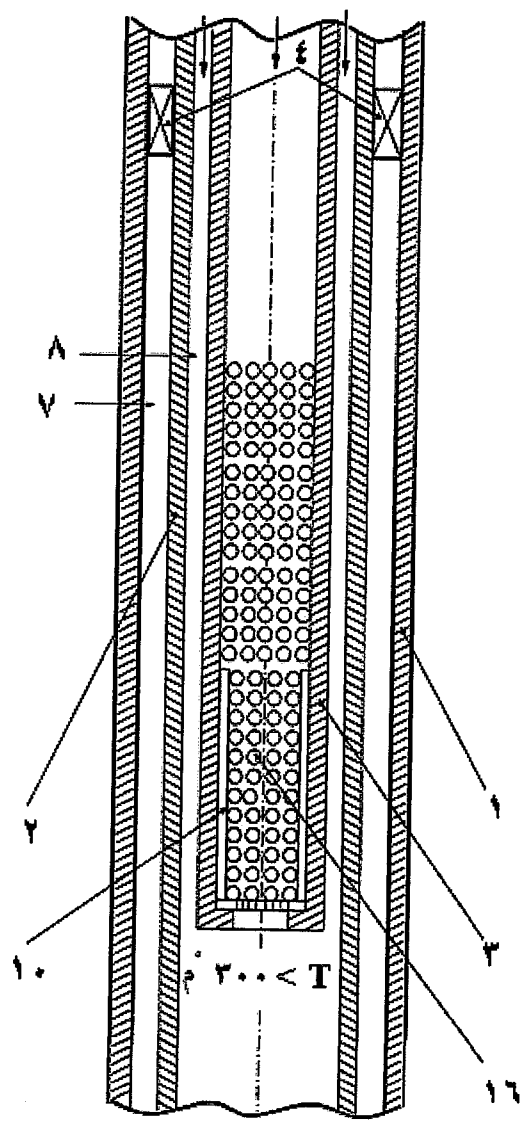
شکل ٢



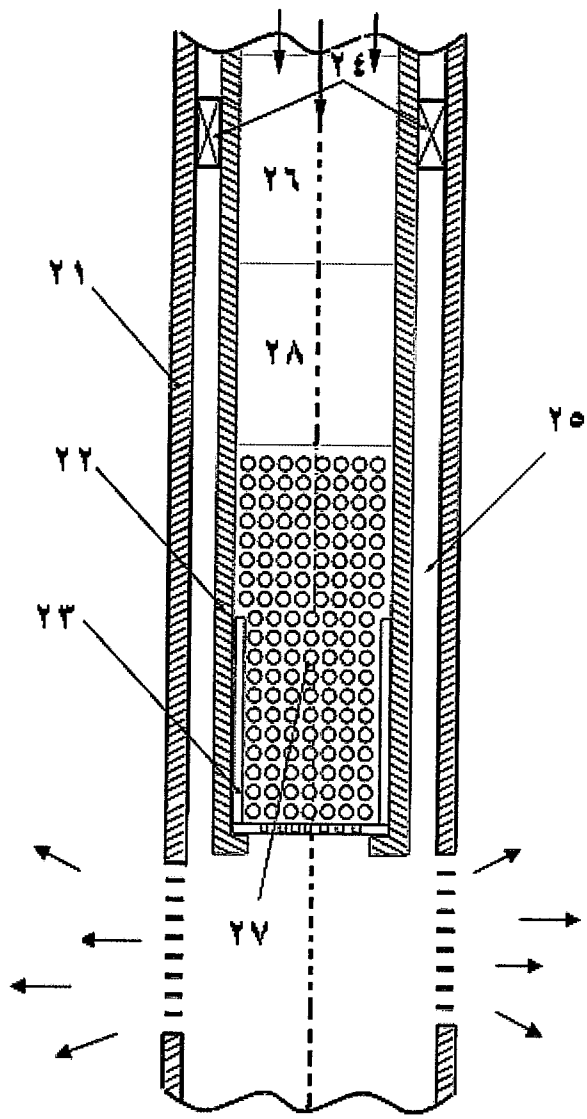
شکل ٣



شكل ٤



شكل ٥



شكل ٦