

## Галузь винаходу

Даний винахід відноситься до галузі екстракції вуглеводнів із вуглеводнево-місних матеріалів.

Передумови створення даного винаходу

Установлено, що скраплення, солюбілізація й/або екстракція викопного палива, так званого вуглеводнево-місного органічного матеріалу, у твердій, напівтвердій, високов'язкій або густій формі (окремо й у сукупності названого у даному контексті викопним паливом) є надзвичайно складними й викликають безліч проблем. Використаний у даному контексті термін «викопне паливо» включає, але не обмежуючись тільки ними, вуглеводнево-місний органічний матеріал у складі вугілля, горючого сланцю, гудронових пісків і нафтоносних пісків (у даному контексті у сукупності названих гудроновими пісками), а також сирової нафти, важкої або надважкої сирової нафти, природного газу й нафтового газу, сирового бітуму, керогену, природного асфальту й/або асфальтену. Складність частково пов'язана з тим, що зазначене викопне паливо включає комплексні органічні полімери, які приєднані через кисневі або сірчані зв'язки й у більшості випадків вбудовані у матрицю неорганічних сполук. У цей час існує необхідність в одержанні додаткової вихідної рідкої вуглеводневої сировини для одержання рідкого й газоподібного палива, а також для одержання різних хімічних, фармацевтичних і будівельних матеріалів, які необхідні у зв'язку з попитом, що збільшується, і споживанням матеріалів на вуглеводневій основі.

Для скраплення, солюбілізації й/або екстракції викопного палива розроблені різні технології й процеси. Однак установлено, що жодна з технологій і жоден із процесів скраплення, солюбілізації й/або екстракції, відомих у попередньому рівні техніки, не є рентабельними при масштабуванні процесів обробки всіх типів викопного палива. Зазначене обумовлене тим фактом, що всі відомі у попередньому рівні техніки технології й процеси скраплення, солюбілізації й/або екстракції вуглеводнів, розроблені у цей час, вимагають значних витрат при установці й експлуатації. Крім того, масштабування, експлуатація й/або контроль відомих у попередньому рівні техніки процесів і технологій скраплення, солюбілізації й/або екстракції вуглеводнів пов'язані з рядом труднощів внаслідок однієї або більше наступних причин: (1) експлуатація при надзвичайно високому тиску, (2) експлуатація при надзвичайно високій температурі, (3) необхідність дорогих технологічних апаратів і встаткування, для яких потрібна подача водню зі зовнішніх джерел в екстремальних умовах, (4) вплив суміші або композиції двох або більше реагентів, каталізаторів і/або активаторів, які у більшості випадків є високо токсичними й не підлягають ні регенерації, ні рециркуляції, (5) необхідність у спеціальному джерелі енергії, наприклад, у мікрохвильовому випромінюванні, (6) необхідність тривалого виробничого циклу для часткового скраплення, солюбілізації й/або екстракції, (7) необхідність надзвичайно дрібних частинок, що характеризуються розміром приблизно 200 меш (0,074 мм), виробництво й обробка яких є надзвичайно складними й дорогими, і (8) неможливість регенерації й рециркуляції необхідних реагентів, каталізаторів і/або активаторів. У зв'язку з цим, існує необхідність у розробці додаткових технологій і способів підвищення ступеня витягання вуглеводнево-місних матеріалів.

Раніше у ході маломасштабних експериментів було встановлено, що як розчинники вуглеводнево-місних матеріалів можна використовувати розчини d-лімонену. Однак d-лімонен недостатньо ефективно солюбілізує вуглеводнево-місні матеріали. Крім того, у зв'язку з тим, що d-лімонен екстрагується зі шкірки цитрусових, він доступний тільки в обмежених кількостях і характеризується високою вартістю у порівнянні з іншими розчинниками.

Інші використовувані раніше розчинники включають лужні розчини й водно-спиртові суміші. У зв'язку з низькою розчинністю вуглеводнів у водних розчинах зазначені композиції рідко використовують для солюбілізації вуглеводнево-місних матеріалів.

В інших способах, відомих у попередньому рівні техніки, для повторного розрідження парафінів і густої нафти до менше густого матеріалу використовують толуол і/або ксилол. У зазначених способах повторне розрідження парафінів здійснюють з використанням одного або більше летучих, надзвичайно небезпечних, канцерогенних хімічних реагентів. Зазначені продукти потенційно можуть забруднювати ґрунтову воду, і робота з ними повинна проводитися з надзвичайною обережністю, як зазначено у специфікаціях за безпекою для кожного хімічного реагенту (Material Safety Data Sheet). Парафіни і густа нафта повертаються у вихідний стан після повторного випаровування зазначених продуктів, викликаючи утворення відкладень у нагнітальних трубопроводах, а також приводять до аварійного стану резервуара для зберігання.

«Кислі» вуглеводнево-місні матеріали містять більше приблизно 0,5 мас.% сірки. «Кислий» газ включає більше 4 част./млн  $H_2S$  та іншого сірководневого газоподібного матеріалу. Зазначена сірка присутня у формі вільної елементарної сірки, газоподібного сірководню й різних інших сполук сірки, включаючи, але не обмежуючись тільки ними, сульфід, дисульфід, меркаптани, тіофени, бензотіофени тощо. Кожний неочищений матеріал або газ включає різні кількості або різні типи сполук сірки, але в основному найбільше високим вмістом, багатокomпонентністю й стабільністю сполук сірки характеризуються фракції важкої сирової нафти. Газоподібний сірководень становить небезпеку для здоров'я у зв'язку з його токсичними властивостями. Крім того, сірководень вступає у реакцію з водою, при цьому утворюється сірчана кислота, що викликає корозію встаткування, трубопроводів, резервуарів для зберігання тощо. У зв'язку з цим, для зниження корозивної дії й виключення ризику для здоров'я, пов'язаного з непрореагуваними сірководневими вуглеводнево-місними матеріалами, необхідно модифікувати зазначені реакційноздатні сірководнево-місні вуглеводнево-місні матеріали.

Для пробного буровлення переважно використовують спосіб, що підвищує солюбілізацію й сприяє переміщенню додаткового або захопленого вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що потім витягають, забезпечуючи рух вуглеводнево-місного органічного матеріалу через свердловину за рахунок

існуючих градієнтів тиску. Насамперед, переважно такий спосіб можна використовувати для солюбілізації важких вуглеводнів, які звичайно залишаються у нафтоносному шарі при пробному буровленні.

При видобутку нафти вторинними й третинними методами або при видобутку нафти вдосконаленими методами переважно рекомендується використовувати спосіб, що підвищує солюбілізацію нафти з метою витягання вуглеводневомісного органічного матеріалу з нафтоносного шару способом, що є недорогим і не ушкоджує нафтоносний шар. Незважаючи на те, існують ефективні способи й композиції для видобутку нафти третинними методами, недоліком сучасних способів є висока вартість технологічних операцій у порівнянні з вартістю вироблюваного вуглеводневомісного органічного матеріалу.

Короткий опис сутності винаходу

Відповідно до одного варіанта здійснення даного винаходу, спосіб екстракції вуглеводневомісного органічного матеріалу з вуглеводневомісного матеріалу включає стадії одержання першої рідини, що містить терпентинову рідину, і контактування вуглеводневомісного матеріалу з терпентиновою рідиною, при цьому одержують екстракційну суміш і залишковий матеріал. Екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу й терпентинову рідину. Залишковий матеріал включає нерозчинний матеріал із вуглеводневомісного матеріалу. Залишковий матеріал може містити також меншу частину вуглеводневомісного органічного матеріалу за умови, що не весь зазначений вуглеводневомісний матеріал солюбілізується у терпентинову рідину й переходить в екстракційну суміш. Залишковий матеріал потім відокремлюють від екстракційної суміші, і екстракційну суміш розділяють на першу частину й другу частину. Перша частина екстракційної суміші включає потік вуглеводневого продукту, що включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу, екстрагованого з вуглеводневомісного матеріалу. Друга частина екстракційної суміші включає принаймні частину терпентинової рідини. В одному варіанті принаймні частина терпентинової рідини надходить у рециркуляційну систему у рідину для екстракції вуглеводнів.

В іншому варіанті практично весь вуглеводневомісний органічний матеріал екстрагується в екстракційну суміш. У зазначеному варіанті залишкові матеріали в основному не містять нафту, та їх потім можна використовувати або утилізувати без забруднення навколишнього середовища.

В одному варіанті здійснення даного винаходу пропонується спосіб зниження ступеня корозії або придушення корозії кородуючої поверхні або матеріалу. При транспортуванні, буровленні, виконанні внутрішньосвердловинних технологічних операцій, проведенні розвідницьких робіт, одержанні вуглеводнів, зберіганні або обробці вуглеводневомісного матеріалу, наприклад, у трубопроводах, наливних баржах, обсадних колонах, ловильних інструментах або буровому долоті, металеві поверхні, які контактують з сірковмісними сполуками у складі вуглеводневомісних матеріалів, піддаються корозії. За рахунок зниження ступеня корозії кородуючих поверхонь забезпечується значне зниження собівартості.

Короткий опис фігур

На фіг. 1 представлена схема варіанта установки для витягання вуглеводнів із гудронових пісків.

На фіг. 2 представлена схема варіанта установки для витягання вуглеводнів із горючого сланцю.

На фіг. 3 представлена схема варіанта установки для витягання вуглеводнів із вугілля.

На фіг. 4 представлена схема підвищення ступеня витягання вуглеводнів із приповерхневих нафтоносних шарів.

На фіг. 5 представлена залежність відсотка витягання бітуму від часу контактування з різними рідинами (d-лимоненом, сумішшю терпентинових рідин і водою) аж до 30 с.

На фіг. 6 показана кількість бітуму, витягнутого у діапазоні співвідношень рідина/гудронові піски від 1:1 до 6:1 при контактуванні з сумішшю терпентинових рідин і d-лимоненом протягом 97 с.

На фіг. 7 показана кількість бітуму, витягнутого у діапазоні співвідношень рідина/гудронові піски від 1:1 до 6:1 при контактуванні протягом 5 хв.

На фіг. 8 показана кількість бітуму, витягнутого у діапазоні співвідношень рідина/гудронові піски від 1:1 до 3:1 при контактуванні протягом 15 хв.

Докладний опис винаходу

В одному об'єкті даного винаходу пропонується проста у застосуванні композиція для екстракції, скраплення й/або солюбілізації викопного палива з вугілля, горючого сланцю, гудронових пісків тощо, а також з нафтоносних шарів.

Відповідно до одного варіанта здійснення даного винаходу пропонується спосіб, що включає стадії скраплення, солюбілізації й/або екстракції вуглеводневомісного органічного матеріалу з вуглеводневомісного матеріалу, такого як, наприклад, вугілля, горючий сланець, гудронові піски або нафтоносний шар, що містить важку сиру нафту, сиру нафту, природний газ (який у більшості випадків присутній поряд із сировою нафтою та іншим зазначеним викопним паливом), або їхню комбінацію. Вуглеводневомісний органічний матеріал включає, але не обмежуючись тільки ними, важку сиру нафту, сиру нафту, природний газ, нафтовий газ тощо. Вуглеводневомісний органічний матеріал може бути присутнім у твердій, напівтвердій, рідкій формі, у формі шламу, густої рідини, у рідкій або газоподібній формі. Інші матеріали, які є придатними вуглеводневомісними матеріалами для обробки з використанням способу за даним винаходом, включають рідини й тверді речовини, які містять вуглеводневомісні матеріали, а також залишковий матеріал. Приклади вуглеводневомісних матеріалів також включають донні осадки нафтових резервуарів, стічної ями для нафти або шламовідстійника, а також суміш глинистих бурових розчинів, браковані харчові продукти, компост, шлам стічних вод або міське сміття. Скраплення, солюбілізація й/або екстракція вуглеводневомісного органічного матеріалу включає стадію одержання рідини для екстракції вуглеводнів, контактування вуглеводневомісного матеріалу з рідиною для екстракції вуглеводнів, при цьому екстрагують принаймні частину зазначеного вуглеводневомісного органічного

матеріалу зі зазначеного вуглеводневовмісного матеріалу у зазначену рідину для екстракції вуглеводнів, при цьому одержують екстракційну суміш, що включає вуглеводневовмісний органічний матеріал, що витягнутий з вуглеводневовмісного матеріалу, і рідину для екстракції вуглеводнів, і відділення органічного матеріалу, екстрагованого у рідину для екстракції вуглеводнів, від будь-якого не екстрагованого залишкового матеріалу. Рідина для екстракції вуглеводнів включає деяку кількість терпентинової рідини, такої як, наприклад, терпінеол. Терпентин, виділений з природних джерел, звичайно включає деяку кількість терпену. В одному варіанті терпентинова рідина включає  $\alpha$ терпінеол.

Інший варіант здійснення даного винаходу включає контактування вуглеводневовмісного матеріалу з сумішшю терпентинових рідин. Суміш терпентинових рідин включає  $\alpha$ -терпінеол,  $\beta$ терпінеол,  $\beta$ -пінен і пара-цимен. В одному варіанті багатоконпонентна терпентинова рідина включає принаймні приблизно 30%  $\alpha$ терпінеолу й принаймні приблизно 15%  $\beta$ терпінеолу. В іншому варіанті суміш терпентинових рідин включає приблизно 40-60%  $\alpha$ терпінеолу, приблизно 30-40%  $\beta$ терпінеолу, приблизно 5-20%  $\beta$ -пінену й приблизно 0-10% пара-цимену. В одному варіанті суміш терпентинових рідин включає приблизно 50%  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 35%  $\beta$ терпінеолу, приблизно 10%  $\beta$ -пінену й приблизно 5% пара-цимену. У ще одному варіанті суміш терпентинових рідин включає приблизно 40-60%  $\alpha$ терпінеолу, приблизно 30-40%  $\alpha$ -пінену, приблизно 5-20%  $\beta$ -пінену й приблизно 0-10% пара-цимену. В іншому варіанті суміш терпентинових рідин включає приблизно 50%  $\alpha$ терпінеолу, приблизно 35%  $\alpha$ пінену, приблизно 10%  $\beta$ -пінену й приблизно 5% пара-цимену.

У деяких варіантах масове співвідношення терпентинова рідина/ вуглеводневовмісний матеріал становить приблизно від 1:2 до 6:1, або приблизно від 1:2 до 4:1. В іншому варіанті масове співвідношення терпентинова рідина/ вуглеводневовмісний матеріал становить приблизно від 1:1 до 3:1. У варіантах, що відносяться до нафтовіддачі шарів, зазначене співвідношення дорівнює приблизно 3:1 або більше, а в інших варіантах, що відносяться до нафтовіддачі шарів, зазначене співвідношення дорівнює приблизно 4:1 або більше. При екстракції з нафтоносного шару для оцінки вмісту вуглеводневовмісного матеріалу використовують об'єм порового простору. В інших об'єктах даного винаходу, таких як використання гудронових пісків, а також вугілля й горючого сланцю, об'єм вуглеводневовмісного матеріалу оцінюють прямим методом.

У деяких варіантах мінімальна кількість органічного матеріалу, що міститься у вуглеводневовмісному матеріалі, дорівнює приблизно 1 мас.% або більше, в інших варіантах дорівнює приблизно 10 мас.% або більше й у ще одних варіантах дорівнює приблизно 14 мас.% або більше у розрахунку на масу вуглеводневовмісного матеріалу.

Використовувані у даному контексті гудронові піски, вугілля, горючий сланець, природний газ, кероген, бітум, асфальт містять принаймні приблизно 1% природного вуглеводневовмісного органічного матеріалу. Описані способи й рідини використовують для екстракції аж до приблизно 100% вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вуглеводневовмісних матеріалів, що включають від надзвичайно низьких до надзвичайно високих кількостей вуглеводнів (тобто матеріалів, які включають принаймні від приблизно 1 мас.% вуглеводневовмісного матеріалу, аж до приблизно 100 мас.% вуглеводневого матеріалу).

В одному варіанті як реагент для скраплення, солюбілізації або екстракції вуглеводневовмісного матеріалу вибирають природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає  $\alpha$ терпінеол або являє собою  $\alpha$ терпінеол.

У деяких варіантах скраплення, солюбілізацію й/або екстракцію викопного палива або вуглеводневовмісного органічного матеріалу можна проводити при температурі у діапазоні від приблизно 2°C до приблизно 300°C. В інших варіантах органічний матеріал або матеріал контактує з терпентиновою рідиною при температурі менше приблизно 300°C, або менше приблизно 60°C. У деяких варіантах температура скраплення, солюбілізації й/або екстракції перебуває у діапазоні від приблизно 20°C до приблизно 200°C. Тиск, при якому проводять скраплення, солюбілізацію й/або екстракцію викопного палива, звичайно становить величину у діапазоні від  $1,0 \times 10^4$  Па (0,1 атм) до приблизно  $5,0 \times 10^6$  Па (50,0 атм). В інших варіантах зазначений процес проводять при тиску від приблизно  $5,0 \times 10^4$  Па (0,5 атм) до приблизно  $8,0 \times 10^5$  Па (8,0 атм). У деяких інших варіантах викопне паливо або вуглеводневовмісний органічний матеріал, що призначений для скраплення, солюбілізації й/або екстракції при зануренні в одну або більше терпентинових рідин або при контактуванні з ними, є присутнім у формі частинок, грудок, шматків або блоків викопного палива, розмір яких становить величину у діапазоні від приблизно 0,74 мм до приблизно 10 мм, присутніх у внутрішньому просторі ємності для скраплення, солюбілізації або екстракції (у даному контексті взаємозамінно названої також реактором або ємністю для контактування), що включає один або більше зазначених реагентів для скраплення, солюбілізації й/або екстракції. В інших варіантах розмір частинок, грудок, шматків або блоків викопного палива становить величину у діапазоні від приблизно 0,149 мм (100 меш) до приблизно 20 мм. У деяких варіантах частинки, грудки, шматки або блоки викопного палива перемішують при пропусканні реагенту або реагентів для скраплення, солюбілізації й/або екстракції у формі рідини через частинки, грудки, шматки або блоки при кипінні реагенту або реагентів. В інших варіантах тривалість скраплення, солюбілізації й/або екстракції становить від приблизно 1 хв до приблизно 90 хв. Викопне паливо скраплюють, солюбілізують й/або екстрагують частково або повністю, і ступінь скраплення, солюбілізації й/або екстракції можна контролювати, змінюючи умови процесу обробки, такі як температура, тиск, інтенсивність перемішування й тривалість процесу обробки, й/або змінюючи тип, відносну кількість і концентрацію реагенту або реагентів для скраплення, солюбілізації й/або екстракції у реакторі.

Об'єкт даного винаходу заснований на зневацька встановленому факті, що при додаванні у лоток

приблизно 500 г реагенту,  $\alpha$ -терпінеолу, до приблизно 250 г зразка вугілля, діаметр частинок якого становить менше приблизно 25 мм, добутого з пітсбургського шару округу Вашингтон, штат Пенсільванія, реагент практично миттєво здобуває вугільно-чорний колір, що зберігається протягом декількох годин. Зазначений факт свідчить про те, що зміна кольору пов'язана не з суспензією частинок вугілля, а скоріше обумовлена екстракцією вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вугілля. Потім зазначену суміш  $\alpha$ -терпінеолу/зразок вугілля, 2:1, переносять з лотка у герметично закритий контейнер і витримують при температурі приблизно 20°C і тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм) протягом приблизно 25 діб. Після фільтрування, промивання етанолом, висушування й зважування конверсія (тобто ступінь скраплення) зразка вугілля становить приблизно 71 мас.%. Зазначена конверсія (71 мас.%) відповідає практично повній солюбілізації бітуму (органічного матеріалу), присутнього у зразку вугілля, дані експрес-аналізу якого свідчать про присутність 2,00 мас.% вологи безпосередньо після видобутку, 9,25 мас.% сухої золи, 38,63 мас.% сухого летучого матеріалу й 50,12 мас.% сухого зв'язаного вуглецю. При проведенні серій наступних експериментів з вугіллям, а також з горючим сланцем і гудроновими пісками у різних умовах обробки було встановлено, що сімейство реагентів, яке включає природні й/або синтетичні терпентини, що містять пінени, а також спиртові похідні піненив, тобто терпінеоли, є надзвичайно ефективними для скраплення, солюбілізації й/або екстракції керогену (органічного матеріалу), бітуму (органічного матеріалу) й/або асфальтену (органічного матеріалу), що входять до складу викопного палива, включаючи вугілля, горючий сланець, гудронові піски, важку сиру нафту й/або сиру нафту, при цьому не потрібне застосування ніякого каталізатора або лужних металів. Зазначені реагенти (за винятком неорганічного терпентину, що виділяють з нафти) є поновлюваними й екологічно чистими, тобто характеризуються низькою токсичністю, а також є відносно недорогими у порівнянні з усіма іншими відомими реагентами для скраплення, солюбілізації й/або екстракції викопного палива, такими як тетралін, ксилол, антрацен і різні розчини або суміші зазначених реагентів із іншими сполуками. Навіть отриманий з нафти неорганічний терпентин, що є поновлюваним, характеризується низькою токсичністю, низькою вартістю, та його можна використовувати у рециркуляційній системі. Було також встановлено, що будь-який зі зазначених реагентів для скраплення, солюбілізації й/або екстракції проникає або дифундує з високою швидкістю у частинки, грудки, блоки або шматки викопного палива через пори, у такий спосіб забезпечуючи у більшості випадків практично повне наступне вивільнення зі зазначених частинок, грудок, шматків або блоків зрідженої, солюбілізованої або екстрагованої фракції у більше м'яких умовах, наприклад, при температурі й тиску навколишнього середовища у порівнянні з умовами, які потрібні, як описано у відомих винаходах, що відносяться до скраплення, солюбілізації й/або екстракції викопного палива, такого як вугілля, гарячий сланець, гудронові піски, сира нафта й важка сира нафта.

В об'єкті даного винаходу пропонується спосіб скраплення, солюбілізації й/або екстракції викопного палива або вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вуглеводневовмісного матеріалу, такого як вугілля, горючий сланець і гудронові піски, причому частина зазначеного твердого або напівтвердого викопного палива контактує з терпентиною рідиною у суміші для екстракції, причому зазначене контактування можна здійснювати під час відсутності лужного металу, каталізатора, водню ( $H_2$ ) й/або оксиду вуглецю ( $CO$ ). Хоча водень і  $CO$  можна використовувати як агент для перемішування, один варіант здійснення даного винаходу включає спосіб і композицію під час відсутності водню й  $CO$ .

У деяких варіантах терпентинову рідину вибирають з природного терпентину, синтетичного терпентину, неорганічного терпентину, хвойного масла,  $\alpha$ пінену,  $\beta$ -пінену,  $\alpha$ терпінеолу,  $\beta$ -терпінеолу,  $\gamma$ -терпінеолу, полімерів і сумішей зазначених сполук. У деяких інших варіантах терпентинову рідину вибирають з гераніолу, 3-карену, дипентену (пара-мента-1,8-діену), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, пара-ментан-8-олу,  $\alpha$ терпінілацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-ілацетату, 7-гідроксидигідрокитронелалу, ментолу й сумішей зазначених сполук. В інших варіантах терпентинову рідину вибирають з анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадіену, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідрокитронелалу, 10-камфорсульфонової кислоти, цитронелалу, ментону й сумішей зазначених сполук.

У даному винаході виключаються екологічні, економічні й практичні недоліки, якими характеризуються системи для екстракції, описані у попередньому рівні техніки. У цей час із деяким ступенем ефективності використовуються розчинники, що містять різні детергенти, поверхнево-активні речовини (ПАР), лужні або кислотні розчини, солі, летучі органічні сполуки й спирти. Однак кожна зі зазначених відомих композицій розчинників характеризується певними недоліками, які виключаються в одному або більше варіантів здійснення даного винаходу. В одному варіанті поновлювані екологічно чисті рідини для екстракції за даним винаходом одержують з природних джерел, і вони в основному не містять ПАР. В іншому варіанті рідини для екстракції не містять ПАР. Крім того, при використанні рідин для екстракції за даним винаходом для екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу з природних геологічних шарів виключаються економічні й екологічні витрати, пов'язані зі застосуванням інших відомих реагентів для скраплення, солюбілізації й/або екстракції викопного палива.

У деяких варіантах об'єктом даного винаходу є спосіб екстракції вуглеводневовмісних матеріалів із використанням неводної рідини, яка в основному не містить ПАР, що включає терпентинову рідину. Перевагами неводних розчинників є зниження витоків у навколишнє середовище, підвищений ступінь екстракції вуглеводнів, виключення утворення сірчаної кислоти при контактуванні з газоподібним сірководнем та іншими реакційноздатними сполуками сірки, вбудованими у вуглеводневовмісні матеріали, придушення корозії, зниження в'язкості й виключення капілярного ефекту.

Відповідно до одного об'єкта тверде або напівтверде викопне паливо або інші вуглеводневовмісні

матеріали, такі як вугілля, горючий сланець, гудронові піски й важка сира нафта, або, наприклад, донні осадки нафтових резервуарів, стічної ями для нафти або шламовідстійника, браковані харчові продукти, компост, шлам стічних вод або міське сміття, одержують у вигляді утворень будь-якого розміру, які прискорюють контактування з терпентиновою рідиною. Викопне паливо або вуглеводневомісні матеріали одержують у вигляді частинок, грудок, шматків або блоків, наприклад, у вигляді більших фрагментів або шматків вугілля або горючого сланцю. Відповідно до одного об'єкта даного винаходу викопне паливо або вуглеводневомісний матеріал одержують у вигляді частинок. Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу частинки викопного палива або вуглеводневомісних матеріалів характеризуються середнім розміром від приблизно 0,01 мм до приблизно 100 мм. У деяких інших варіантах частинки викопного палива характеризуються середнім розміром від приблизно 4 мм до приблизно 25 мм.

Згідно ще одному об'єкту даного винаходу у терпентинову рідину можна додавати другу рідину. Відповідно до зазначеного об'єкта даного винаходу другу рідину вибирають з (низч.)аліфатичних спиртів, алканів, ароматичних вуглеводнів, аліфатичних амінів, ароматичних амінів, сірчистого вуглецю й сумішей зазначених сполук. Приклади сумішей включають розчинники, отримані на нафтопереробних заводах, такі як декантована нафта, легкий рецикловий газойль і нафта, або розчинники, отримані при сухій перегонці вугілля й фракціонуванні зрідженого вугілля.

Використаний у даному контексті термін «(низч.)аліфатичні спирти» відноситься до первинних, вторинних і третинних одноатомних і багатоатомних спиртів, що містять від 2 до 12 атомів вуглецю. Використаний у даному контексті термін «алкани» відноситься до алканів із прямим або розгалуженим ланцюгом, що містять від 5 до 22 атомів вуглецю. Використаний у даному контексті термін «ароматичні вуглеводні» відноситься до моноциклічних, гетероциклічних і поліциклічних сполук. Використаний у даному контексті термін «аліфатичні аміни» відноситься до первинних, вторинних і третинних амінів, що містять алкільні замісники, що включають від 1 до 15 атомів вуглецю. У деяких варіантах використовують бензол, нафталін, толуол або їхні комбінації. В іншому варіанті використовують згадані вище (низч.)аліфатичні спирти. В одному варіанті розчинник вибирають з етанолу, пропанолу, ізопропанолу, бутанолу, пентану, гектану, бензолу, толуолу, ксилолу, нафталіну, антрацену, тетраліну, триетиламіну, аніліну, сірчистого вуглецю й сумішей зазначених сполук, які при робочих температурі й тиску присутні у рідкій формі.

У деяких варіантах співвідношення терпентинова рідина/будь-який інший розчинник, який змішується з терпентином, що міститься у зазначеному флюїді, дорівнює приблизно 1:1 або більше, у деяких варіантах дорівнює приблизно 9:4 або більше. У деяких варіантах зазначене співвідношення дорівнює приблизно 3:1 або більше. У ще одному варіанті зазначене співвідношення дорівнює приблизно 4:1 або більше.

Відповідно до об'єкта даного винаходу викопне паливо й терпентинова рідина контактують при температурі від приблизно 2°C до приблизно 300°C. У деяких варіантах викопне паливо контактує з терпентиновою рідиною при температурі менше приблизно 200°C.

Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу викопне паливо й терпентинова рідина контактують при тиску від приблизно  $1,0 \times 10^4$  Па (0,1 атм) до приблизно  $5,0 \times 10^6$  Па (50 атм). Відповідно до одного об'єкта спосіб здійснюють при тиску від приблизно 0,5 атм до приблизно 8 атм.

Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу спосіб додатково включає використання екстракційної ємності, в якій тверде або напівтверде викопне паливо контактує з терпентиновою рідиною. В одному об'єкті використовують способи перемішування, за допомогою яких викопне паливо й терпентинова рідина, які контактують у реакторі або в екстракційній ємності, змішують і перемішують.

Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу викопне паливо й терпентинову рідину інкубують у збірнику, трубопроводі, або в іншій придатній ємності, щоб збільшити тривалість їх контактування. Відповідно до одного об'єкта ступінь скраплення, солюбілізації й/або екстракції контролюють при зміні тривалості контактування твердого або напівтвердого викопного палива з терпентиновою рідиною й/або температури суміші викопного палива й терпентинової рідини.

Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу викопне паливо контактує з гетерогенною рідиною, що включає терпентинову рідину й киплячу воду як перемішувачий агент. За рахунок пухирців, що утворюються при кипінні води, відбувається перемішування, при цьому збільшується поверхня контактування викопного палива й терпентинової рідини. Таким чином, у результаті спостерігається більше високий ступінь екстракції. Після екстракції терпентинову рідину, що включає вуглеводень, відокремлюють від води з використанням різних густин рідин, наприклад, у відстійному резервуарі, приймачі, або в інших відомих пристроях для поділу.

У деяких варіантах об'ємне співвідношення терпентиновий флюїд/вода дорівнює приблизно 1:1 або більше, щоб виключити утворення суспензії, що може утрудняти відділення екстрагованого органічного матеріалу від флюїду, що містить терпентинову рідину.

Відповідно до одного об'єкта даного винаходу викопне паливо контактує з терпентиновою рідиною при споживанні енергії, вибраної з теплової енергії, при температурі вище приблизно 300°C, тиску вище 50 атм, мікрохвильового випромінювання, ультразвукової енергії, енергії іонізуючого випромінювання, енергії механічного зрушення й сумішей зазначених видів енергії.

Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу у суміш викопного палива й терпентинової рідини додають каталізатор скраплення або солюбілізації.

Відповідно до одного об'єкта даного винаходу у реакційну або солюбілізаційну суміш додають сполуку, вибрану з водню, монооксиду вуглецю, води, оксидів металів, металів і їх сумішей.

Відповідно до іншого об'єкта даного винаходу у реакційну або солюбілізаційну суміш додають мікроорганізм. При біологічній обробці палицеподібними термофільними й хемолітотрофними

мікроорганізмами, вибраними з природних ізолятів, виділених із термальних сірковмісних джерел, розщеплюються певні хімічні зв'язки, наприклад, поперечні зв'язки атомів сірки й поперечні зв'язки атомів кисню у вуглеводнях у складі викопного палива та інших вуглеводневовмісних матеріалів. Розщеплення зазначених певних хімічних зв'язків прискорює солюбілізацію вуглеводнів у складі викопного палива та інших вуглеводневовмісних матеріалів.

В одному варіанті здійснення даного винаходу пропонується спосіб екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вуглеводневовмісного матеріалу, що включає грузлий рідкий, рідкий або газоподібний матеріал викопного палива. Відповідно до зазначеного способу використовують першу рідину, що включає терпентинову рідину. Терпентинова рідина контактує з вуглеводневовмісним матеріалом безпосередньо у підземному шарі, що містить зазначений матеріал викопного палива, при цьому утворюється екстракційна суміш, у такий спосіб вуглеводневовмісний органічний матеріал екстрагується зазначеною терпентиновою рідиною, при цьому одержують екстракційну рідину. Екстракційну рідину витягають зі зазначеного шару, при цьому екстракційна рідина включає терпентинову рідину, що включає екстрагований вуглеводневовмісний органічний матеріал. Екстрагований вуглеводневовмісний органічний матеріал відокремлюють від не екстрагованого залишкового матеріалу. Спосіб додатково включає відділення зазначеного екстрагованого вуглеводневовмісного органічного матеріалу від терпентинової рідини. Грузлим рідким, рідким або газоподібним матеріалом викопного палива є важка сира нафта, сира нафта, природний газ або їхня комбінація. Підземним шаром є, наприклад, шар сирової нафти або шар природного газу.

Даний винахід можна ефективно використовувати в умовах шару для прямого скраплення й/або солюбілізації викопного палива у підземних шарах, а також для екстракції отриманих рідких продуктів із зазначених шарів.

Прикладом реагенту для екстракції за даним винаходом є флюїд, наприклад, рідина, що може характеризуватися надзвичайно високою фізико-хімічною афінністю до бітумінозного органічного матеріалу, включаючи бітум, кероген і/або дьоготь, у вугіллі, горючому сланці й гудронових пісках. При прямому контактуванні реагенту для екстракції за даним винаходом і бітумінозному органічному матеріалу, який в основному включає вуглеводні, органічний матеріал екстрагується реагентом для екстракції за даним винаходом й у такий спосіб скраплюється. При контактуванні вуглеводні й реагент для екстракції за даним винаходом швидко утворюють гомогенний розчин, тобто однофазну рідину.

Фізико-хімічна афінність між реагентом для екстракції за даним винаходом і бітумінозним матеріалом є перевагою, тому що дозволяє підвищити об'єм видобутку нафти з нафтоносних шарів в умовах шару. У застосовуваних до цього часу технологіях витягання нафти з нафтоносних шарів в умовах шару, описаних у попередньому рівні даної галузі техніки, в основному використовується так званий спосіб фронтального витиснення. Зазначений процес строго контролюється характеристиками багатофазного потоку флюїду у пористому середовищі. При цьому значна частина, у більшості випадків більше приблизно 40% вихідної нафти, не витягається з шару навіть у випадку «гарних» шарів, що містять нафту з низькою в'язкістю. Реагент для екстракції за даним винаходом підвищує об'єм нафтовидобутку за рахунок виключення складного режиму багатофазного потоку, що переважає в умовах шару, який характерний для технологій, описаних у попередньому рівні даної галузі техніки.

У даному винаході пропонується вдосконалений спосіб підвищення плинності й екстракції грузлих або нерухливих вуглеводневовмісних матеріалів при контактуванні вуглеводневовмісного матеріалу з терпентиновою рідиною, що знижує в'язкість вуглеводневовмісного матеріалу. Неводна природа терпентинової рідини також прискорює швидкість потоку за рахунок виключення капілярного ефекту, характерного для водних розчинів. Контакткування здійснюється у шарі або поза шаром.

Перевага даного винаходу полягає у надзвичайно високій фізико-хімічній афінності терпентинової рідини.

В одному способі за даним винаходом агент для екстракції за даним винаходом закачують у нафтоносний шар або у шар природного газу через нагнітальну свердловину.

Нафту екстрагують реагентом для екстракції за даним винаходом при контактуванні нафти й реагенту для екстракції за даним винаходом у нафтоносному шарі, при цьому утворюється гомогенний розчин, тобто однофазна рідина. Реагент для екстракції за даним винаходом не просто витісняє нафту у міру її пересування з нагнітальної свердловини в експлуатаційну свердловину через канал для руху флюїдів у підземному шарі. Швидше за все, екстракція нафти, попередньо захопленої реагентом для екстракції за даним винаходом, триває до повного споживання реагенту для екстракції, при цьому утворюється гомогенний розчин у нафті. Потім зазначений гомогенний розчин, що включає екстраговані вуглеводні, просто проходить через пори нафтоносного шару у вигляді однофазної рідини, у підсумку досягаючи експлуатаційної свердловини.

Наступні приклади ілюструють три конкретних варіанти способів витягання нафти у шарі за даним винаходом.

У першому варіанті (безпосередньо у шарі) реагент для екстракції за даним винаходом закачують у нафтоносний шар у кількості приблизно від трьох (3,0) до семи (7,0) об'ємів порового простору, причому нафтоносний шар попередньо обводнюють до залишкової нафтонасиченості, при цьому з вихідного шару витягають приблизно 51% нафти. Зненацька було встановлено, що при наступному закачуванні реагенту для екстракції можна додатково витягати приблизно 41% нафти, що міститься у вихідному шарі. Зазначений варіант способу підтверджений експериментально, як описано нижче у прикладі 22.

У другому варіанті (безпосередньо у шарі) реагент для екстракції за даним винаходом закачують у нафтоносний шар у кількості приблизно від (2,0) до п'яти (5,0) об'ємів порового простору. Спочатку нафту

витагають при закачуванні реагенту для екстракції за даним винаходом у кількості тільки приблизно від однієї третини (0,3) до трьох чвертей (0,75) об'єму порового простору, потім витягають реагент для екстракції за даним винаходом, що включає екстраговану нафту. Основну частину присутньої у шарі нафти витягають при закачуванні реагенту у кількості приблизно від півтора (1,5) до трьох з половиною (3,5) об'ємів усього порового простору. Зазначений спосіб забезпечує витягання приблизно 90% вихідної нафти з шару. Зазначений варіант способу також підтверджений експериментально, як описано нижче у прикладі 22.

У третьому варіанті (безпосередньо у шарі) реагент для екстракції за даним винаходом закачують для підвищення ступеня витягання нафти з нафтоносних шарів, що містять надзвичайно грузлу нафту, наприклад, з шарів «Ориноцького нафтоносного пояса» у Венесуелі. Способи нафтовидобутку, описані у попередньому рівні техніки, характеризуються низьким коефіцієнтом витягання надважкої нафти, що звичайно становить від приблизно 10% до приблизно 15% вихідної нафти у зазначених шарах. Зненацька було встановлено, що коефіцієнт витягання зі зазначених шарів можна додатково підвищити при закачуванні реагенту для екстракції на основі терпентинової рідини за даним винаходом за рахунок застосування горизонтальних свердловин, експлуатаційної й нагнітальної, а також за рахунок періодичного парового просочення зазначених свердловин.

Сумарний видобуток природного газу з великого газового шару можна підвищити при закачуванні у шар реагенту для екстракції за даним винаходом. Видобуток газу зі зазначеного шару у більшості випадків приводить до небезпечного великомасштабного осідання порід на поверхні газового родовища, наприклад, родовище Гронінген у Голландії. По суті, у більшості випадків необхідно підтримувати тиск у шарі за рахунок закачування води. Вода, яку закачали у шар, захоплює у шарі аж до приблизно 30% газу при високому тиску за рахунок двофазного потоку води й газу через шар, що характеризується низькою проникністю. Однак при закачуванні реагенту для екстракції за даним винаходом газ, захоплений у шарі, екстрагується реагентом і направляється в експлуатаційні свердловини. При поділі реагенту й газу на поверхні газ витягають, а реагент направляють у рециркуляційну систему для повторного використання.

Способи екстракції за даним винаходом можна використовувати після застосування одного або більше відомих способів для підвищення нафтовидобутку, наприклад, можна закачувати CO<sub>2</sub> або природний газ і додавати ПАР.

Інші об'єкти й переваги даного винаходу представляються очевидними фахівцям у даній галузі техніки на підставі зазначеного опису, в якому деякі варіанти здійснення даного винаходу представлені й описані тільки для ілюстрації представленого оптимального варіанта здійснення даного винаходу. Варто розуміти, що можливі інші різні варіанти здійснення даного винаходу й модифікації його деяких елементів у різному ступені, які включені в обсяг даного винаходу. Відповідно наведений опис варто розглядати як ілюстрацію сутності даного винаходу, що не обмежують його обсяг.

Типові варіанти здійснення даного винаходу

Вугілля

У деяких варіантах антрацит або бітумінозне вугілля подрібнюють до розмірів від приблизно 0,841 мм (20 меш) до приблизно 0,149 мм (100 меш) і потім солюбілізують і/або екстрагують, тобто скраплюють при зануренні у терпентинову рідину при тиску у діапазоні від приблизно  $1,0 \times 10^5$  Па (1 атм) до приблизно  $2,0 \times 10^5$  Па (2,0 атм). У деяких інших варіантах терпентиноюватою є природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає аж до приблизно 50-70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 20-40 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 10 об. % інших компонентів. Як визначено у даному контексті, термін «інші компоненти» включає природний терпентин, синтетичний терпентин, неорганічний терпентин, хвойне масло,  $\alpha$ -пінен,  $\beta$ -пінен,  $\alpha$ -терпінеол,  $\beta$ -терпінеол,  $\gamma$ -терпінеол, терпенові смоли,  $\alpha$ -терпен,  $\beta$ -терпен,  $\gamma$ -терпен і суміші зазначених сполук. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з гераніолу, 3-карену, дипентену (пара-мента-1,8-дієну), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, пара-ментан-8-олу,  $\alpha$ -терпінілацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-ілацетату, 7-гідроксидигідроцитронелалу, ментолу й сумішей зазначених сполук. У ще одних варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадієну, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідроцитронелалу, 10-камфорсульфонової кислоти, цитронелалу, ментону й/або сумішей зазначених сполук. У деяких варіантах основу шару антрациту або бітумінозного вугілля можна перемішувати при пропущенні зазначеної терпентинової рідини при температурі у діапазоні від 80°C до приблизно 130°C, або переважно при температурі кипіння зазначеної терпентинової рідини. У деяких інших варіантах тривалість солюбілізації й/або екстракції, тобто скраплення, становить приблизно від 10 хв до приблизно 40 хв. У деяких варіантах тривалість контактування, необхідна для екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вугілля, становить менше приблизно 5 хв.

У деяких варіантах лігніт, буре вугілля або будь-які інші низькоякісні вугілля подрібнюють до розмірів від приблизно 0,419 мм (40 меш) до приблизно 0,074 мм (200 меш) і потім солюбілізують і/або екстрагують, тобто скраплюють при зануренні у терпентинову рідину при тиску у діапазоні від приблизно  $1,0 \times 10^5$  Па (1 атм) до приблизно  $2,0 \times 10^5$  Па (2,0 атм). У деяких інших варіантах терпентинова рідина являє собою природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає приблизно 70-90 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 5-25 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 5 об. % інших компонентів. В інших варіантах основу шару лігніту, бурого вугілля або будь-яких інших низькоякісних вугілля перемішують при пропущенні зазначеної терпентинової рідини при температурі у діапазоні від приблизно 80°C до приблизно 130°C, або переважно

при температурі кипіння зазначеної терпентинової рідини. У деяких інших варіантах солюбілізацію й/або екстракцію, тобто скраплення проводять протягом приблизно від 20 хв до приблизно 60 хв. У деяких варіантах тривалість контактування, необхідна для екстракції вуглеводнево-місного органічного матеріалу з вугілля, становить менше приблизно 5 хв.

#### Горючий сланець

У деяких варіантах горючий сланець подрібнюють до розмірів від приблизно 0,419 мм (40 меш) до 0,074 мм (200 меш) і потім солюбілізують й/або екстракують, тобто скраплюють при зануренні у терпентинову рідину при тиску у діапазоні від приблизно  $1,0 \times 10^5$  Па (1 атм) до приблизно  $2,0 \times 10^5$  Па (2,0 атм). В інших варіантах терпентинова рідина являє собою природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає приблизно 70-90 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 5-25 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 5 об. % інших компонентів. У деяких інших варіантах основу шару горючого сланцю перемішують при пропусненні зазначеної терпентинової рідини при температурі у діапазоні від приблизно 80°C до приблизно 130°C, або переважно при температурі кипіння зазначеної терпентинової рідини. В інших варіантах солюбілізацію й/або екстракцію, тобто скраплення проводять протягом приблизно від 30 хв до приблизно 60 хв. У деяких варіантах тривалість контактування, необхідна для екстракції вуглеводнево-місного органічного матеріалу з горючого сланцю, становить менше приблизно 5 хв.

#### Гудронові піски

У деяких варіантах гудронові піски подрібнюють до розмірів від приблизно 25,4 мм (1 меш) до 4,76 мм (4 меш) і потім солюбілізують й/або екстракують, тобто скраплюють при зануренні у терпентинову рідину при тиску у діапазоні від приблизно  $1,0 \times 10^5$  Па (1 атм) до приблизно  $2,0 \times 10^5$  Па (2,0 атм). В інших варіантах терпентинова рідина являє собою природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає приблизно 40-60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 30-50 об. %  $\beta$ -терпінеолу, приблизно 5 об. %  $\alpha$ - і/або  $\beta$ -пінену й приблизно 5 об. % інших компонентів. У ще одному варіанті основу шару гудронових пісків перемішують при пропусненні зазначеної терпентинової рідини при температурі у діапазоні від приблизно 60°C до приблизно 90°C, або переважно при температурі кипіння зазначеної терпентинової рідини. В інших варіантах солюбілізацію й/або екстракцію, тобто скраплення, проводять протягом приблизно від 10 хв до приблизно 30 хв. У деяких варіантах тривалість контактування, необхідна для екстракції вуглеводнево-місного органічного матеріалу з гудронових пісків, становить менше приблизно 5 хв.

#### Сира нафта

У деяких варіантах парафінову нафту й середньоважку сиру нафту добувають у шарі, тобто витягають з підземного шару з використанням первинного, вторинного або третинного методу видобутку нафти при закачуванні терпентинової рідини у кількості приблизно від одного (1,0) до приблизно п'яти (5,0) об'ємів порового простору. В інших варіантах терпентинову рідину закачують у кількості від приблизно двох (2,0) до приблизно чотирьох (4,0) об'ємів порового простору. У деяких варіантах терпентинова рідина являє собою природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає приблизно 40-70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 30-40 об. %  $\beta$ -терпінеолу, приблизно 10 об. %  $\alpha$ - і/або  $\beta$ -пінену й приблизно 10 об. % інших компонентів. У деяких варіантах після закачування терпентинової рідини проводять обводнювання при закачуванні води у кількості приблизно від одного (1,0) до приблизно трьох (3,0) об'ємів порового простору.

У деяких варіантах важку й надважку сиру нафту добувають у шарі, тобто витягають з підземного шару первинним, вторинним або третинним методом видобутку нафти при закачуванні терпентинової рідини у кількості приблизно від одного (1,0) до приблизно п'яти (5,0) об'ємів порового простору. В інших варіантах терпентинову рідину закачують у кількості від приблизно двох (2,0) до приблизно чотирьох (4,0) об'ємів порового простору. У деяких варіантах терпентинова рідина являє собою природний, синтетичний або неорганічний терпентин, що включає приблизно 50-70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 20-35 об. %  $\beta$ -терпінеолу, приблизно 10 об. %  $\alpha$ - і/або  $\beta$ -пінену й приблизно 5 об. % інших компонентів. В інших варіантах зазначений спосіб використовують у сполученні з нагнітанням пари у шар до, протягом або після закачування рідин для екстракції вуглеводнів.

На фіг. 1 показана установка для витягання вуглеводнево-місного органічного матеріалу з гудронових пісків. Установка 100 включає резервуар 102 для терпентинової рідини, що необов'язково приєднаний до насоса 104, з якого терпентинову рідину подають в ємність для контактування або в екстракційну ємність 110. У деяких варіантах резервуар для подачі терпентинової рідини забезпечений пристроєм для нагрівання терпентинової рідини. У деяких варіантах ємністю для контактування є похилий ротаційний фільтр або барабан. Зразок гудронового піску 106 направляють на конвеєр 108 або у подібний живильний пристрій для подачі гудронового піску у вхідний отвір ємності для контактування 110. Конвеєр 108 необов'язково забезпечений сітчастим фільтром або подібним сортувальним пристроєм, щоб виключити влучення великих частинок у робочий процес. Ємність для контактування 110 забезпечена принаймні одним вхідним отвором для введення терпентинової рідини та її контактування з гудроновим піском. Ємність для контактування 110 включає безліч тарілок і ребер 114, призначених для втримання гудронового піску в ємності для контактування протягом заданого періоду часу, а також для збільшення або контролю контактування частинок гудронового піску з терпентиновою рідиною. У деяких варіантах ємністю для контактування є похилий ротаційний фільтр. Екстракційну суміш, що включає екстракційну рідину й екстрагований з гудронового піску вуглеводнево-місний органічний матеріал, видаляють з ємності для контактування 110 через вихідний отвір 116, у який вбудований фільтр 118 для запобігання видалення твердих речовин разом із екстракційною сумішшю, що включає екстрагований вуглеводнево-місний органічний матеріал. Насос 120 приєднують до вихідного отвору 116 для закачування екстракційної суміші у збірник 122. Трубопровід 124 приєднують до збірника 112 для подачі екстракційної суміші для подальшої

переробки. Після екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу неорганічні тверді речовини й інші матеріали, які не розчинні у терпентиновій рідині, видаляють з ємності для контактування з використанням другого конвеєра 126. Терпентинові рідини, які використовують для витягання вуглеводнів із гудронових пісків із використанням установки 100, включають, але не обмежуючись тільки ними, рідини, які містять  $\alpha$ -терпінеол і  $\beta$ -терпінеол.

На фіг. 2 показана установка 200 для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з горючого сланцю та інших шарів осадових порід, які містять вуглеводневі матеріали, що витягаються. Зразок горючого сланцю 202 завантажують у млин або дробарку 204 для зменшення розміру частинок горючого сланцю. В одному варіанті млин або дробарку 204 дозволяє знизити розмір частинок горючого сланцю до величини від приблизно 0,074 мм до 0,42 мм. Подрібнений горючий сланець необов'язково подають на фільтр для забезпечення однорідності й/або відповідного розміру частинок. Перший конвеєр 206 подає частинки з млина або дробарки 204 в ємність для контактування 208. Ємність для контактування 208 з'єднана з резервуаром для терпентинові рідини 210, до якого необов'язково приєднаний насос і який закачує терпентинову рідину принаймні в один вхідний отвір 212, з'єднаний з ємністю для контактування 208. У деяких варіантах резервуар для терпентинові рідини забезпечений пристроєм для нагрівання терпентинові рідини. Ємність для контактування 208 включає безліч тарілок і ребер 214, призначених для втримання горючого сланцю в ємності для контактування протягом заданого періоду часу, а також для збільшення або контролю контактування частинок горючого сланцю з терпентиновою рідиною. У деяких варіантах ємність для контактування є похилий ротаційний фільтр або барабан. Потік екстракційної суміші, що включає терпентинову рідину й витягнутий з горючого сланцю вуглеводневовмісний органічний матеріал, надходить з вихідного отвору 216 у збірник 220. Насос 218 необов'язково приєднують до вихідного отвору 216 для прискорення подачі потоку екстракційної суміші у збірник 220. Потік екстракційної суміші можна направляти у трубопровід 222 для подачі потоку екстракційної суміші на подальшу переробку. Другий конвеєр 224 забезпечує видалення неорганічних або нерозчинних матеріалів з ємності для контактування 208. Терпентинові рідини, які використовують для витягання вуглеводнів із горючого сланцю зі застосуванням установки 200, включають, але не обмежуючись тільки ними,  $\alpha$ -терпінеол і  $\beta$ -терпінеол.

На фіг. 3 показана установка 300 для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вугілля. Зразок вугілля 302 подають у млин або дробарку 304 для зменшення розміру частинок вугілля. В одному варіанті млин або дробарку 304 дозволяє знизити розмір частинок вугілля до величини від приблизно 0,01 мм до приблизно 1 мм залежно від якості зразка вугілля. У деяких варіантах млин або дробарку 304 являє собою бігуни для мокрого розмелу. Подрібнене вугілля необов'язково пропускають через фільтр для забезпечення однорідності й/або відповідного розміру частинок. Подрібнене вугілля завантажують у першу ємність для контактування 306. Перша ємність для контактування 306 також з'єднана з резервуаром для терпентинові рідини 308, до якого необов'язково приєднують насос 310, що закачує терпентинову рідину у першу ємність для контактування 306. У деяких варіантах резервуар для терпентинові рідини включає пристрій для нагрівання терпентинові рідини. Перша ємність для контактування 306 включає пристрій 312, що перемішує, призначений для перемішування й поліпшення або контролю контактування твердих частинок вугілля з терпентиновою рідиною. Потік екстракційної суміші, що включає терпентинову рідину й витягнутий з вугілля вуглеводневовмісний органічний матеріал, надходить з вихідного отвору 313 першої ємності для контактування у другу ємність для контактування 316. Насос 314 необов'язково приєднують до вихідного отвору 313 для прискорення подачі потоку екстракційної суміші у другу ємність для контактування 316. Друга ємність для контактування 316 включає серії тарілок або ребер 318, призначених для збільшення або контролю поділу твердих речовин і терпентинових рідин. Друга ємність для контактування 316 необов'язково являє собою похилий ротаційний фільтр або барабан. Потік екстракційної суміші надходить через вихідний отвір 320 другої ємності для контактування, до якого необов'язково приєднують насос 322 для прискорення подачі потоку екстракційної суміші, у збірник 324. Зріджене вугілля й будь-яку терпентинову рідину, що перебувають у збірнику 324, направляють на нафтопереробну установку або на іншу стадію переробки за трубопроводом 326. Конвеєр 328 приєднують до другої ємності для контактування 316 для видалення й регенерації твердих речовин, що є побічним продуктом процесу. Терпентинові рідини, які використовують для витягання вуглеводнів із вугілля зі застосуванням установки 300, включають, але не обмежуючись тільки ними,  $\alpha$ -терпінеол і  $\beta$ -терпінеол. Установку 300 можна використовувати також для переробки високосортного й низькосортного горючого сланцю.

На фіг. 4 показаний процес 400, призначений для підвищення ступеня витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вуглеводневовмісного приповерхневого шару. Вуглеводневовмісний шар 404 розташований нижче поверхні 402. Експлуатаційна свердловина 406 вже експлуатується. Нагнітальна свердловина 408 призначена для закачування терпентинові рідини за трубопроводом 410. Терпентинова рідина прискорює скраплення, солубілізацію й/або екстракцію вуглеводневовмісного органічного матеріалу, який присутній у шарі, а також забезпечує рушійну силу для переміщення вуглеводневовмісного органічного матеріалу у шарі в експлуатаційну свердловину. Потік вуглеводневих продуктів, що включає закачану терпентинову рідину, надходить у трубопровід 412. Терпентинові рідини, які використовують для витягання вуглеводнів із вуглеводневовмісного приповерхневого шару з застосуванням установки 400, включають, але не обмежуючись тільки ними,  $\alpha$ -терпінеол і  $\beta$ -терпінеол.

У деяких варіантах одержують терпентинову рідину, призначену для підвищення продуктивності нафтової свердловини, що включає принаймні приблизно 30 об. % природного терпентину, синтетичного терпентину, неорганічного терпентину, хвойного масла,  $\alpha$ -пінену,  $\beta$ -пінену,  $\alpha$ -терпінеолу,  $\beta$ -терпінеолу,  $\gamma$ -терпінеолу, терпенових смол,  $\alpha$ -терпену,  $\beta$ -терпену,  $\gamma$ -терпену або сумішею зазначених сполук. В інших

варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 30 об. % гераніолу, 3-карену, дипентену (пара-мента-1,8-дієну), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, пара-ментан-8-олу,  $\alpha$ терпінілацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-ілацетату, 7-гідроксидигідроцитронелалю, ментолу або сумішей зазначених сполук. У ще одних варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 30 об. % анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадієну, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідроцитронелалю, 10-камфорсульфонової кислоти, цинтронелалю, ментону або сумішей зазначених сполук.

У деяких варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 40 об. %  $\alpha$ -терпінєолу. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 25 об. %  $\beta$ -терпінєолу. У ще одних варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 40 об. %  $\alpha$ -терпінєолу й принаймні приблизно 25 об. %  $\beta$ -терпінєолу. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 50%  $\alpha$ -терпінєолу й у деяких варіантах включає також  $\beta$ -терпінєол. У деяких варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 20 об. %  $\beta$ -терпінєолу. В інших варіантах терпентинова рідина включає приблизно від 50 об. % до 70 об. %  $\alpha$ -терпінєолу й приблизно від 10 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінєолу.

В іншому об'єкті пропонується спосіб збільшення видобутку з приповерхневого вуглеводневомісного шару з використанням удосконалених режимів, і зазначений спосіб полягає у тому, що терпентинову рідину закачують у шар через нагнітальну свердловину для прискорення видобутку вуглеводневомісного матеріалу. Терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з природного терпентину, синтетичного терпентину, неорганічного терпентину, хвойного масла,  $\alpha$ -пінєну,  $\beta$ -пінєну,  $\alpha$ терпінєолу,  $\beta$ -терпінєолу,  $\gamma$ терпінєолу, терпєнових смол,  $\alpha$ -терпєну,  $\beta$ -терпєну,  $\gamma$ -терпєну й сумішей зазначених сполук. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з гераніолу, 3-карену, дипентену (пара-мента-1,8-дієну), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, пара-ментан-8-олу,  $\alpha$ терпінілацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-ілацетату, 7-гідроксидигідроцитронелалю, ментолу й сумішей зазначених сполук. У ще одних варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадієну, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідроцитронелалю, 10-камфорсульфонової кислоти, цинтронелалю, ментону й/або сумішей зазначених сполук. Отриманий потік вуглеводневомісного органічного матеріалу, що включає терпентинову рідину й витягнуті вуглеводні, витягають з експлуатаційної свердловини, з'єднаної з вуглеводневомісним шаром. Отриманий потік вуглеводневомісного органічного матеріалу розділяють на потік витягнутих вуглеводнів і терпентинову рідину, що направляють у рециркуляційну систему. У деяких варіантах спосіб додатково включає стадію закачування рециркулюючого потоку терпентинової рідини у нагнітальну свердловину.

В іншому об'єкті пропонується спосіб витягання вуглеводневомісного органічного матеріалу зі збагаченого вугіллям вуглеводневомісного приповерхневого шару. Спосіб включає стадії екстракції вуглеводневомісного органічного матеріалу способом, що в основному включає стадії одержання зразка вугілля, який включає вуглеводневомісний органічний матеріал, що витягається, і подрібнювання вугілля, при цьому одержують подрібнене вугілля. Подрібнене вугілля фільтрують і завантажують в ємність для контактування, що забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування рідини для екстракції вуглеводнів в ємність для контактування. Подрібнене вугілля контактує з неводною рідиною для екстракції вуглеводнів, яка в основному не містить ПАВ, що складається в основному з терпентинової рідини, вибраної з групи, що включає природний терпентин, синтетичний терпентин, неорганічний терпентин, хвойне масло,  $\alpha$ -пінєн,  $\beta$ -пінєн,  $\alpha$ терпінєол,  $\beta$ терпінєол,  $\gamma$ терпінєол, терпєнові смоли,  $\alpha$ -терпєн,  $\beta$ -терпєн,  $\gamma$ -терпєн, гераніол, 3-карєн, дипентєн (пара-мента-1,8-дієн), нопол, пінан, гідропероксид 2-пінану, гідрат терпіну, 2-пінанол, дигідроміцєнол, ізоборнеол, пара-ментан-8-ол,  $\alpha$ терпінілацетат, цитронелол, пара-ментан-8-ілацетат, 7-гідроксидигідроцитронелаль, ментол, анетол, камфєн, пара-цимен, ганусовий альдегид, 3,7-диметил-1,6-октадієн, ізоборнілацетат, оцимен, алооцимен, алооцименові спирти, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктан, камфору, цитраль, 7-метоксидигідроцитронелаль, 10-камфорсульфову кислоту, цинтронелаль, ментон і суміші зазначених сполук, таким чином, що при цьому утворюється екстракційна суміш і залишковий матеріал. Екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу у терпентиновій рідині, а залишковий матеріал включає принаймні частину нерозчинного матеріалу з вугілля, що не розчинний у терпєнових рідинах. Залишковий матеріал відокремлюють від екстракційної суміші, а вуглеводневомісний органічний матеріал відокремлюють від терпентинової рідини, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів і потік терпентинової рідини, причому потік вуглеводневих продуктів включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу з вугілля. Принаймні частина потоку терпентинової рідини надходить у рециркуляційну систему на стадію контактування.

В іншому об'єкті пропонується спосіб збільшення видобутку з вуглеводневомісного приповерхневого вуглеводневого шару з використанням удосконалених режимів. Спосіб включає стадії закачування терпентинової рідини у шар через нагнітальну свердловину. У деяких варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 40 об. %  $\alpha$ -терпінєолу й принаймні приблизно 10 об. %  $\beta$ -терпінєолу. Терпентинова рідина солюбілізує, екстрагує й/або витісняє вуглеводневомісні матеріали з шару, які потім витягають з шару з терпентиновою рідиною через експлуатаційну свердловину. У деяких варіантах спосіб додатково включає відділення вуглеводнів від терпентинової рідини. У ще одних варіантах спосіб додатково включає рециркуляцію терпентинової рідини у нагнітальну свердловину. У деяких варіантах

вміст  $\alpha$ -терпінеолу становить приблизно від 40 об. % до 70 об. %. У деяких інших варіантах вміст  $\alpha$ -терпінеолу становить принаймні приблизно 70 об. %. У ще одних варіантах вміст  $\beta$ -терпінеолу становить приблизно від 10 об. % до 40 об. %. В інших варіантах терпентинова рідина додатково включає аж до приблизно 10 об. %  $\gamma$ -терпінеолу. В інших варіантах терпентинова рідина включає аж до приблизно 25 об. % органічного розчинника, вибраного з метанолу, етанолу, пропанолу, толуолу й ксилолу. Спосіб можна використовувати для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу при видобутку первинними, вторинними й третинними методами, включаючи методи, які використовують після вторинних методів видобутку, що включають обводнювання.

В іншому об'єкті пропонується терпентинова рідина для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з гудронових пісків. В одному варіанті терпентинова рідина включає принаймні приблизно 30 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно 25 об. %  $\beta$ -терпінеолу. В іншому варіанті терпентинова рідина включає приблизно від 30 об. % до 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно від 25 об. % до 55 об. %  $\beta$ -терпінеолу, аждо приблизно 10 об. %  $\alpha$ -терпену й аждо приблизно 10 об. %  $\beta$ -терпену.

В іншому об'єкті пропонується терпентинова рідина для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з джерел високосортного вугілля, такого як, наприклад, антрацит або бітумінозне вугілля. В одному варіанті терпентинова рідина включає принаймні приблизно 45 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно 15 об. %  $\beta$ -терпінеолу. В іншому варіанті терпентинова рідина включає приблизно від 45 об. % до 80 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно від 15 об. % до 45 об. %  $\beta$ -терпінеолу, аждо приблизно 10 об. %  $\alpha$ -терпену й аждо приблизно 10 об. %  $\beta$ -терпену.

В іншому об'єкті пропонується терпентинова рідина для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з джерел низькосортного вугілля. В одному варіанті терпентинова рідина включає принаймні приблизно 60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й аждо приблизно 30 об. %  $\beta$ -терпінеолу. В іншому варіанті терпентинова рідина включає приблизно від 60 об. % до 95 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, аждо приблизно 30 об. %  $\beta$ -терпінеолу, аждо приблизно 5 об. %  $\alpha$ -терпену й аждо приблизно 5 об. %  $\beta$ -терпену.

В іншому об'єкті пропонується терпентинова рідина для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з горючого сланцю. Використаний у даному контексті термін «горючий сланець» звичайно означає будь-яку осадову гірську породу, що включає бітумінозні матеріали. В одному варіанті терпентинова рідина включає принаймні приблизно 60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й аждо приблизно 30 об. %  $\beta$ -терпінеолу. В іншому варіанті терпентинова рідина включає приблизно від 60 об. % до 95 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, аждо приблизно 30 об. %  $\beta$ -терпінеолу, аждо приблизно 5 об. %  $\alpha$ -терпену й аждо приблизно 5 об. %  $\beta$ -терпену.

В іншому об'єкті пропонується терпентинова рідина для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з парафінової нафти й середньоважкої сирої нафти. В одному варіанті терпентинова рідина включає принаймні приблизно від 40 об. % до 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно від 30 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінеолу. У ще одному варіанті терпентинова рідина включає приблизно від 40 об. % до 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно від 30 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінеолу, аждо приблизно 10 об. %  $\alpha$ -терпену й аждо приблизно 10 об. %  $\beta$ -терпену.

В іншому об'єкті пропонується терпентинова рідина для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з важкої й надважкої сирої нафти. В одному варіанті терпентинова рідина включає принаймні приблизно від 50 об. % до 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно від 30 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінеолу. В іншому варіанті терпентинова рідина включає приблизно від 50 об. % до 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно від 30 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінеолу, аждо приблизно 10 об. %  $\alpha$ -терпену й аждо приблизно 10 об. %  $\beta$ -терпену.

В іншому об'єкті пропонується спосіб витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з гудронових пісків. Спосіб полягає у тому, що одержують зразок гудронового піску, наприклад, при розробці збагаченого гудроновими пісками шару, при цьому одержують зразок гудронового піску, який включає вуглеводневовмісний органічний матеріал, що витягається, і залишковий неорганічний або нерозчинний матеріал. Зразок гудронового піску завантажують в ємність для контактування, при цьому ємність для контактування забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування рідини для екстракції вуглеводнів, що в основному складається з терпентинової рідини, призначеної для витягання вуглеводнів із гудронових пісків. Зразок гудронового піску контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів і перемішується, при цьому вуглеводневовмісний органічний матеріал екстрагується з гудронових пісків, при цьому одержують залишковий матеріал і екстракційну суміш. Екстракційна суміш включає рідину для екстракції вуглеводнів і витягнутий вуглеводневовмісний органічний матеріал, а також залишковий матеріал, що включає принаймні частину нерозчинного матеріалу. Екстракційну суміш відокремлюють від залишкового матеріалу й потім розділяють на потік вуглеводневих продуктів і потік рідини для екстракції вуглеводнів, при цьому потік рідини для екстракції вуглеводнів включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу, екстрагованого з гудронових пісків. У деяких варіантах спосіб додатково включає стадію рециркуляції потоку терпентинової рідини в ємність для контактування. В інших варіантах екстракційну суміш розділяють перегонкою, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів і рециркулюючий потік терпентинової рідини.

У деяких варіантах терпентинова рідина включає  $\alpha$ -терпінеол. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 40 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно від 10 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінеолу. У деяких варіантах приблизно від 0,5 до 4 еквівалентів терпентинової рідини використовують для контактування з гудроновими пісками й витягання вуглеводнів. У деяких варіантах приблизно від 0,5 до 2,0

еквівалентів терпентинової рідини використовують для контактування з гудроновими пісками й витягання вуглеводнів.

В іншому об'єкті пропонується спосіб витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу зі збагаченого вуглеводнями горючого сланцю. Спосіб полягає у тому, що розробляють осадове гірське родовище, яке включає вуглеводневовмісний органічний матеріал, при цьому одержують вуглеводневовмісний горючий сланець, який включає вуглеводневий матеріал, що витягається, а також неорганічний або нерозчинний матеріал. Горючий сланець подрібнюють, при цьому одержують подрібнений вуглеводневовмісний горючий сланець. Потім подрібнений вуглеводневовмісний горючий сланець фільтрують через сітчастий фільтр для запобігання або контролю введення занадто великих частинок в екстракційний процес. Подрібнений вуглеводневовмісний горючий сланець завантажують в ємність для контактування, при цьому ємність для контактування забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування рідини для екстракції вуглеводнів, яка в основному складається з терпентинової рідини, призначеної для витягання вуглеводнів з подрібненого вуглеводневовмісного горючого сланцю. Подрібнений вуглеводневовмісний горючий сланець контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів, при цьому одержують екстракційну суміш і залишковий матеріал, причому екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу у розчиннику для екстракції вуглеводнів, а залишковий матеріал включає принаймні частину нерозчинного матеріалу з горючого сланцю. Екстракційну суміш відокремлюють від залишкового матеріалу. Вуглеводневовмісний органічний матеріал з рідини для екстракції вуглеводнів у складі екстракційної суміші відокремлюють від терпентинової рідини, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів, що включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу, і потік рідини для екстракції вуглеводнів. У деяких варіантах потік терпентинової рідини надходить у рециркуляційну систему й в ємність для контактування. В інших варіантах подрібнений вуглеводневовмісний горючий сланець характеризується середнім діаметром частинок менше приблизно 0,4 мм. В інших варіантах способу витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з горючого сланцю терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з природного терпентину, синтетичного терпентину, неорганічного терпентину, хвойного масла,  $\alpha$ -пінену,  $\beta$ -пінену,  $\alpha$ -терпінеолу,  $\beta$ -терпінеолу,  $\gamma$ -терпінеолу, терпенових смол,  $\alpha$ -терпену,  $\beta$ -терпену,  $\gamma$ -терпену або сумішей зазначених сполук. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з гераніолу, 3-карену, дипентену (пара-мента-1,8-дієну), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, пара-ментан-8-олу,  $\alpha$ -терпініацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-іацетату, 7-гідроксидигідроцитронелалу, ментолу й сумішей зазначених сполук. У ще одних варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадієну, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідроцитронелалу, 10-камфорсульфонованої кислоти, цитронелалу, ментону й сумішей зазначених сполук. У деяких варіантах терпентинова рідина включає  $\alpha$ -терпінеол. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 40 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно від 10 об. % до 40 об. %  $\beta$ -терпінеолу. У деяких варіантах приблизно від 0,5 до 4 еквівалентів терпентинової рідини використовують для контактування з горючим сланцем і витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу. У деяких варіантах приблизно від 0,5 до 2,0 еквівалентів терпентинової рідини використовують для контактування з горючим сланцем і витягання вуглеводнів.

В іншому об'єкті пропонується спосіб витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу зі збагаченого вугіллям приповерхневого шару. Спосіб полягає у тому, що одержують вугілля, наприклад, при розробці приповерхневого шару у ході видобутку вугілля, при цьому вугілля включає вуглеводневовмісний органічний матеріал, що витягається, а також неорганічний або нерозчинний матеріал. Вугілля подрібнюють, при цьому одержують подрібнене вугілля, що фільтрують, при цьому одержують зразок, що характеризується рівномірним або необхідним розміром частинок. Подрібнене вугілля завантажують в ємність для контактування, при цьому ємність для контактування забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування рідини для екстракції вуглеводнів, яка в основному складається з терпентинової рідини, призначеної для витягання вуглеводнів з подрібненого вугілля, і при контактуванні подрібненого вугілля з рідиною для екстракції вуглеводнів одержують екстракційну суміш і залишковий матеріал, при цьому екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу у складі рідини для екстракції вуглеводнів. Залишковий матеріал включає принаймні частину нерозчинного матеріалу з вугілля. Залишковий матеріал відокремлюють від екстракційної суміші. Вуглеводневовмісний органічний матеріал відокремлюють від рідини для екстракції вуглеводнів, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів, що включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вугілля, і потік рідини для екстракції вуглеводнів. У деяких варіантах спосіб додатково включає рециркуляцію потоку рідини для екстракції вуглеводнів в ємність для контактування. У ще одних варіантах потік зрідженого вугільного продукту направляють на нафтопереробну установку. У деяких варіантах зразок вугілля включає низькосортне вугілля, що характеризується середнім розміром частинок менше приблизно 0,4 мм. В інших варіантах зразок вугілля включає високосортне вугілля, що характеризується середнім розміром частинок менше приблизно 1 мм.

У ще одних варіантах способу витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вугілля терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з природного терпентину, синтетичного терпентину, неорганічного терпентину, хвойного масла,  $\alpha$ -пінену,  $\beta$ -пінену,  $\alpha$ -терпінеолу,  $\beta$ -терпінеолу,  $\gamma$ -терпінеолу, терпенових смол,  $\alpha$ -терпену,  $\beta$ -терпену,  $\gamma$ -терпену або сумішей зазначених сполук. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з гераніолу, 3-карену, дипентену

(пара-мента-1,8-дієну), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, параментан-8-олу,  $\alpha$ терпінілацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-ілацетату, 7гидроксидигідроцитронелалю, ментолу й сумішей зазначених сполук. У ще одних варіантах терпентинова рідина включає принаймні одну сполуку, вибрану з анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадієну, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідроцитронелалю, 10-камфорсульфонової кислоти, цитронелалю, ментону й сумішей зазначених сполук. У деяких варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 60 об. %  $\alpha$ терпінеолу. В інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 45 об. %  $\alpha$ терпінеолу й принаймні приблизно 15 об. %  $\beta$ терпінеолу. У деяких інших варіантах терпентинова рідина включає принаймні приблизно 60 об. %  $\alpha$ терпінеолу й аж до приблизно 30 об. %  $\beta$ терпінеолу. У деяких варіантах приблизно від 0,5 до 4 еквівалентів терпентинової рідини використовують для контактування з вугіллям і витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу. В інших варіантах приблизно від 0,5 до 2,0 еквівалентів терпентинової рідини використовують для контактування з вугіллям і витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу.

В іншому об'єкті пропонується спосіб підвищення ступеня витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з експлуатаційної свердловини, при цьому експлуатаційна свердловина з'єднана з вуглеводневовмісним приповерхневим шаром, що включає вуглеводневовмісний матеріал. Спосіб включає стадії екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу способом, що включає стадії експлуатації нагнітальної свердловини, яка являє собою канал для руху флюїдів із приповерхневого шару. Одержують першу рідину, яка в основному не включає ПАР, що включає неводну рідину для екстракції вуглеводнів, яка в основному складається з терпентинової рідини, що включає терпінеол. Рідину для екстракції вуглеводнів закачують через нагнітальну свердловину у шар, де рідина для екстракції вуглеводнів і вуглеводневовмісний органічний матеріал з вуглеводневовмісного приповерхневого шару утворюють екстракційну суміш, що включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу у складі екстракційної суміші принаймні у частині терпентинової рідини. Екстракційну суміш витягають з шару через експлуатаційну свердловину й з екстракційної суміші одержують потік вуглеводневих продуктів і потік терпентинової рідини.

В іншому об'єкті пропонується система для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з гудронових пісків. Система для видобутку гудронових пісків включає резервуар для терпентинової рідини і ємність для контактування, причому ємність для контактування забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування терпентинової рідини й принаймні одним вихідним отвором для витягання екстракційної суміші з ємності для контактування. Система також включає перший конвеєр, призначений для завантаження гудронових пісків в ємність для контактування. Використовують збірник, що включає трубопровід, який з'єднує збірник з ємністю для контактування, причому трубопровід, який з'єднує ємність для контактування й збірник, включає фільтр для запобігання влучення твердих речовин у збірник. Система включає також другий конвеєр, призначений для витягання й транспортування твердих речовин.

В одному варіанті ємність для контактування являє собою похилий ротаційний фільтр, що включає серії ребер або тарілок, призначених для поділу або контролю гудронових пісків. В іншому варіанті ребра або тарілки використовують для збільшення або контролю тривалості контактування гудронових пісків із терпентиновою рідиною. У деяких варіантах терпентинова рідина включає  $\alpha$ терпінеол. В інших варіантах терпентинова рідина включає від приблизно 30 об. % до приблизно 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й від приблизно 25 об. % до приблизно 55 об. %  $\beta$ терпінеолу.

В іншому об'єкті пропонується система для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з горючого сланцю. Система включає резервуар для терпентинової рідини й млин для подрібнювання горючого сланцю, при цьому одержують більше дрібні частинки. Використовують ємність для контактування, що забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування терпентинової рідини, принаймні одним вхідним отвором для завантаження подрібненого горючого сланцю, принаймні одним вихідним отвором для витягання твердих речовин з ємності для контактування й принаймні одним вихідним отвором для витягання екстракційної суміші з ємності для контактування. Використовують перший конвеєр, призначений для завантаження подрібненого горючого сланцю в ємність для контактування. Система крім того включає збірник, причому збірник включає трубопровід, який з'єднує збірник з ємністю для контактування, а трубопровід включає фільтр для запобігання влучення твердих речовин у збірник, і система крім того включає другий конвеєр, призначений для витягання твердих речовин. У деяких варіантах система крім того включає трубопровід для подачі реакційної суміші, що містить витягнуті вуглеводні й терпентинову рідину, на нафтопереробну установку для подальшого поділу й/або переробки. У деяких варіантах терпентинова рідина включає  $\alpha$ терпінеол. У деяких варіантах терпентинова рідина включає від приблизно 60 об. % до приблизно 95 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й аж до приблизно 30 об. %  $\beta$ терпінеолу. В інших варіантах терпентинова рідина включає від приблизно 70 об. % до приблизно 90 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й від приблизно 5 об. % до приблизно 25 об. %  $\beta$ терпінеолу.

В іншому об'єкті пропонується система для витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вугілля. Система включає резервуар для терпентинової рідини й млин для подрібнювання вугілля, при цьому одержують тверді частинки меншого розміру. Система необов'язково включає фільтр для запобігання влучення більших частинок. Використовують ємність для контактування, що забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування терпентинової рідини й принаймні одним вихідним отвором для витягання твердих речовин і рідин з ємності для контактування. Ємність для контактування включає також пристрій, що перемішує, для інтенсивного перемішування терпентинової рідини й

подрібненого вугілля. Використовують сепаратор для поділу твердих речовин і рідин, причому сепаратор включає вхідний отвір, вихідний отвір і трубопровід, який з'єднує вхідний отвір сепаратора з вихідним отвором ємності для контактування. Система включає також збірник, причому збірник забезпечений трубопроводом, який з'єднує збірник із сепаратором, а трубопровід забезпечений фільтром для запобігання влучення твердих речовин у збірник.

У деяких варіантах система крім того включає фільтр, що запобігає влученню частинок із середнім діаметром більше приблизно 1 мм в ємність для контактування. У деяких інших варіантах система крім того включає трубопровід, призначений для подачі зрідженого вугільного продукту на нафтопереробну установку для подальшої переробки. У деяких варіантах система крім того включає перший конвеєр, призначений для завантаження подрібненого вугілля в ємність для контактування. В інших варіантах система крім того включає другий конвеєр, призначений для видалення твердих речовин із сепаратора. У деяких варіантах терпентинова рідина включає  $\alpha$ -терпінеол. У варіантах, що відносяться до витягання вуглеводнів із високосортного вугілля, терпентинова рідина включає від приблизно 45 об. % до приблизно 80 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й від приблизно 15 об. % до приблизно 45 об. %  $\beta$ -терпінеолу. У варіантах, що відносяться до витягання вуглеводнів із низькосортного вугілля, терпентинова рідина включає від приблизно 60 об. % до приблизно 95 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й від приблизно 0 об. % до приблизно 30 об. %  $\beta$ -терпінеолу.

У деяких варіантах рідину для екстракції вуглеводнів відокремлюють від вуглеводневоємісного органічного матеріалу у ділянці проведення екстракції, у сусідній ділянці або у безпосередній близькості з ділянкою проведення екстракції вуглеводневоємісного матеріалу, тобто вугілля, горючого сланцю, гудронових пісків, сирої нафти, важкої сирої нафти, природного газу й нафтового газу, сирого бітуму, керогену, природного асфальту й/або асфальтену.

У наступних варіантах рідину для екстракції вуглеводнів частково відокремлюють від вуглеводневоємісного органічного матеріалу у ділянці проведення екстракції, у сусідній ділянці або у безпосередній близькості з ділянкою проведення екстракції. У зазначених варіантах частина рідини для екстракції вуглеводнів залишається у вуглеводневоємісному органічному матеріалі, у такий спосіб знижуючи в'язкість і запобігаючи корозії при зберіганні й транспортуванні.

В інших варіантах відділення рідини для екстракції вуглеводнів від вуглеводневоємісного органічного матеріалу здійснюють у пристрої, розташованому донизу за потоком на деякій відстані від ділянки проведення екстракції, наприклад, у нафтопереробній установці.

В іншому об'єкті часткове або повне відділення рідин для екстракції вуглеводнів можна використовувати в інших способах витягання вуглеводнів для реалізації переваг за даним винаходом.

В іншому об'єкті пропонується спосіб оптимізації терпентинової рідини, призначеної для екстракції вуглеводневоємісного органічного матеріалу з вуглеводневоємісного матеріалу. В основному спосіб полягає у тому, що одержують зразок вуглеводневоємісного органічного матеріалу й проводять аналіз вуглеводневоємісного матеріалу з метою визначення типу екстрагованих вуглеводнів. Пропонується композиція для екстракції вуглеводневоємісного органічного матеріалу з вуглеводневоємісного матеріалу, причому склад композиції залежить від типу шару, основних експлуатаційних умов і розміру частинок вуглеводневоємісного матеріалу. Звичайно композиція включає принаймні приблизно 40 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно 10 об. %  $\beta$ -терпінеолу. Потім кількість  $\alpha$ -терпінеолу й  $\beta$ -терпінеолу у композиції варіюють залежно від згаданих вище параметрів. В основному, незважаючи на те, що згаданий вище спосіб дозволяє досить ефективно визначити склад необхідної композиції для екстракції різних вуглеводневоємісних матеріалів, для створення оптимальної композиції рідкого терпентину для інших вуглеводневоємісних матеріалів в інших специфічних умовах експлуатації необхідно проводити серію статистично спланованих експериментів або серію експериментів для оптимізації методики.

Як зазначено у табл. 1, склад конкретних композицій для екстракції, скраплення й/або солюбілізації вуглеводневоємісного органічного матеріалу з гудронових пісків змінюється залежно від розміру частинок. У деяких варіантах спосіб одержання терпентинової рідини, призначеної для екстракції вуглеводневоємісного органічного матеріалу з гудронових пісків, полягає у тому, що змінюють кількість  $\alpha$ -терпінеолу й  $\beta$ -терпінеолу у композиції залежно від розміру екстрагованих збагачених вуглеводнями твердих частинок. В інших варіантах, якщо частинки вуглеводневоємісного органічного матеріалу включають низькосортне вугілля або горючий сланець, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують. В інших варіантах, якщо частинки вуглеводневоємісного органічного матеріалу включають гудронові піски, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. В інших варіантах, якщо частинки вуглеводневоємісного органічного матеріалу включають гудронові піски, і середній діаметр частинок матеріалу становить менше приблизно 4,76 мм, то кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. В інших варіантах, якщо частинки вуглеводневоємісного органічного матеріалу включають гудронові піски, і середній діаметр частинок матеріалу становить більше приблизно 25 мм (1 меш), то кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують.

Таблиця 1

Композиції для екстракції гудронових пісків залежно від розміру частинок

Розмір частинок (діаметр, мм)	$\alpha$ -Терпінеол	$\beta$ -Терпінеол	$\alpha$ -/ $\beta$ -Терпен	Інші сполуки
<5 мм	30-50 об.%	35-55 об.%	10 об.%	5 об.%
5 мм-25 мм	40-60 об.%	30-50 об.%	10 об.%	5 об.%
>25 мм	50-70 об.%	25-45 об.%	10 об.%	5 об.%

Аналогічно тому, як описано вище для екстракції гудронових пісків, у табл. 2 і 3 представлений склад композицій для екстракції, скраплення й/або солюбілізації вугілля залежно від розміру частинок, якості екстрагованого вугілля й основних експлуатаційних умов. В одному варіанті способу одержання терпентиновій рідини для екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу, якщо вуглеводневовмісний матеріал включає антрацит, бітумінозне вугілля або інше високосортне вугілля, і середній діаметр частинок матеріалу становить менше приблизно 0,1 мм, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. В інших варіантах, якщо частинки збагаченого вуглеводнями матеріалу включають антрацит, бітумінозне вугілля або інше високосортне вугілля, і середній діаметр частинок матеріалу становить більше приблизно 1 мм, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. У ще одному варіанті, якщо частинки збагаченого вуглеводнями матеріалу включають низькосортне вугілля, і середній діаметр частинок матеріалу становить менше приблизно 0,07 мм, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. В іншому варіанті, якщо частинки збагаченого вуглеводнями матеріалу включають низькосортне вугілля, і середній діаметр частинок матеріалу становить більше приблизно 0,4 мм, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують.

Таблиця 2

Композиції для екстракції високосортного вугілля залежно від розміру частинок

Розмір частинок (діаметр, мм)	$\alpha$ -Терпінеол	$\beta$ -Терпінеол	$\alpha$ -/ $\beta$ -Терпен	Інші сполуки
<0,15 мм	45-65 об.%	35-45 об.%	10 об.%	0 об.%
0,8 мм-0,15 мм	50-70 об.%	20-40 об.%	10 об.%	0 об.%
>0,8 мм	60-80 об.%	15-35 об.%	10 об.%	0 об.%

Таблиця 3

Композиції для екстракції низькосортного вугілля залежно від розміру частинок

Розмір частинок (діаметр, мм)	$\alpha$ -Терпінеол	$\beta$ -Терпінеол	$\alpha$ -/ $\beta$ -Терпен	Інші сполуки
<0,07 мм	60-80 об.%	10-30 об.%	5 об.%	0 об.%
0,07 мм-0,4 мм	70-90 об.%	5-25 об.%	5 об.%	0 об.%
>0,4 мм	75-95 об.%	0-20 об.%	5 об.%	0 об.%

Аналогічно тому, як описано вище для екстракції гудронових пісків і вугілля, у табл. 4 представлений склад композицій для екстракції, скраплення й/або солюбілізації пального сланцю залежно від розміру частинок. В одному варіанті способу одержання композиції для екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу, якщо частинки збагаченого вуглеводнями матеріалу включають горючий сланець, і середній діаметр частинок матеріалу становить менше приблизно 0,074 мм, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. В іншому варіанті, якщо частинки збагаченого вуглеводнями матеріалу включають горючий сланець, і середній діаметр частинок матеріалу становить більше приблизно 0,42 мм, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують.

Таблиця 4

Композиції для екстракції горючого сланцю залежно від розміру частинок

Розмір частинок (діаметр, мм)	$\alpha$ -Терпінеол	$\beta$ -Терпінеол	$\alpha$ -/ $\beta$ -Терпен	Інші сполуки
<0,07 мм	60-80 об.%	10-30 об.%	5 об.%	0 об.%
0,07 мм-0,4 мм	70-90 об.%	5-25 об.%	5 об.%	0 об.%
>0,4 мм	75-95 об.%	0-20 об.%	5 об.%	0 об.%

Склад композицій для екстракції сирової нафти аналогічним чином залежить від типу сирової нафти, яка екстрагується, скраплюється й/або солюбілізується. Як описано у табл. 5, склад композицій для екстракції, скраплення й/або солюбілізації сирової нафти залежить від розміру пор, а також від якості, тобто щільності екстрагованої сирової нафти. Спосіб полягає у тому, що одержують композицію терпентиновій рідині, яка включає принаймні приблизно 50 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно 20 об. %  $\beta$ -терпінеолу,

змінюють кількість  $\alpha$ -терпінеолу й  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині залежно від щільності екстрагованого рідкого вуглеводню. В одному варіанті, якщо щільність екстрагованого рідкого вуглеводню за шкалою американського нафтового інституту (АНІ) становить більше приблизно 22°, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують. В іншому варіанті, якщо щільність екстрагованого рідкого вуглеводню за шкалою АНІ становить менше приблизно 22°, кількість  $\alpha$ -терпінеолу у терпентиновій рідині збільшують, а кількість  $\beta$ -терпінеолу у терпентиновій рідині зменшують. У даному контексті легкі фракції нафти характеризуються щільністю за шкалою АНІ принаймні приблизно 31°, середньоважка сира нафта характеризується щільністю за шкалою АНІ від приблизно 22° до приблизно 31°, важка нафта характеризується щільністю за шкалою АНІ від приблизно 10° до приблизно 22°, а надважка нафта характеризується щільністю за шкалою АНІ менше приблизно 10°.

Таблиця 5

Композиції для екстракції сирової нафти залежно від щільності за шкалою АНІ

Тип сирової нафти	$\alpha$ - Терпінеол	$\beta$ - Терпінеол	$\alpha$ -/ $\beta$ - Терпен	Інші сполуки
Легка/Сира середньоважка (щільність за шкалою АНІ більше 22°)	40-70 об.%	30-40 об.%	10 об.%	10 об.%
Важка/Надважка (щільність за шкалою АНІ менше 22°)	50-70 об.%	20-35 об.%	10 об.%	5 об.%

В іншому об'єкті пропонується спосіб одержання терпентинові рідини, призначеної для підвищення ефективності витягання рідкого вуглеводневовмісного органічного матеріалу з приповерхневого шару. Спосіб полягає у тому, що одержують композицію, яка включає принаймні приблизно 50 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно 20 об. %  $\beta$ -терпінеолу, і змінюють кількість  $\alpha$ -терпінеолу й  $\beta$ -терпінеолу у композиції залежно від геологічних особливостей приповерхневого шару.

В іншому об'єкті пропонується композиція для очищення й/або витягання вуглеводнів з ємності, що містить рідкі вуглеводні, причому композиція включає принаймні одну сполуку, вибрану з природного терпентину, синтетичного терпентину, неорганічного терпентину, хвойного масла,  $\alpha$ -пінену,  $\beta$ -пінену,  $\alpha$ -терпінеолу,  $\beta$ -терпінеолу,  $\gamma$ -терпінеолу, терпенових смол,  $\alpha$ -терпену,  $\beta$ -терпену,  $\gamma$ -терпену або сумішей зазначених сполук. В інших варіантах композиція для очищення й/або витягання вуглеводнів включає принаймні одну сполуку, вибрану з гераніолу, 3-карену, дипентену (пара-мента-1,8-дієну), нополу, пінану, гідропероксиду 2-пінану, гідрату терпіну, 2-пінанолу, дигідроміценолу, ізоборнеолу, параментан-8-олу,  $\alpha$ -терпінілацетату, цитронелолу, пара-ментан-8-ілацетату, 7-гідроксидигідрокитронелалю, ментолу й сумішей зазначених сполук. У ще одних варіантах композиція для очищення й/або витягання вуглеводнів включає принаймні одну сполуку, вибрану з анетолу, камфену, пара-цимену, ганусового альдегіду, 3,7-диметил-1,6-октадієну, ізоборнілацетату, оцимену, алооцимену, алооцименових спиртів, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктану, камфори, цитралю, 7-метоксидигідрокитронелалю, 10-камфорсульфонові кислоти, цитронелалю, ментону й сумішей зазначених сполук. В одному варіанті композиція включає принаймні одну з наступних сполук:  $\alpha$ -пінен,  $\beta$ -пінен,  $\alpha$ -терпінеол і  $\beta$ -терпінеол. В іншому варіанті композиція включає принаймні приблизно 25 об. %  $\alpha$ -терпінеолу або  $\beta$ -терпінеолу.

В іншому об'єкті пропонується спосіб очищення й/або витягання вуглеводнів із ємності, що містить рідкі вуглеводні. Спосіб полягає у тому, що вміст ємності контактує з композицією для очищення вуглеводнів, яка включає принаймні одну сполуку, вибрану з  $\alpha$ -пінену,  $\beta$ -пінену,  $\alpha$ -терпінеолу і  $\beta$ -терпінеолу, при цьому одержують суміш, і суміш включає рідкий вуглеводневий залишок і композицію для очищення вуглеводнів. Суміш витягають і видаляють з ємності. У деяких варіантах композиція для очищення включає принаймні приблизно 25 об. %  $\alpha$ -терпінеолу або  $\beta$ -терпінеолу. У деяких інших варіантах композиція для очищення включає принаймні приблизно 25 об. %  $\alpha$ -терпінеолу й принаймні приблизно 25 об. %  $\beta$ -терпінеолу.

В одному варіанті здійснення даного винаходу пропонується спосіб екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вуглеводневовмісного матеріалу, який полягає у тому, що вуглеводневовмісний органічний матеріал екстрагують способом, що в основному включає або полягає у тому, що одержують першу рідину, яка в основному не включає ПАР, що включає неводну рідину для екстракції вуглеводнів, яка складається в основному з терпентинові рідини, причому вуглеводневовмісний матеріал контактує з неводною рідиною для екстракції вуглеводнів, при цьому одержують екстракційну суміш, що включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу, екстрагованого у неводну рідину для екстракції вуглеводнів, і екстракційну суміш відокремлюють від будь-якого залишкового матеріалу, що включає нерозчинний матеріал із вуглеводневовмісного матеріалу, який не розчинний у неводній рідині для екстракції вуглеводнів.

В іншому варіанті вуглеводневовмісний органічний матеріал контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів безпосередньо у підземному шарі, що містить вуглеводневовмісний органічний матеріал, при цьому використовують засоби для екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу з підземного шару.

У наступному варіанті екстракційну суміш розділяють на першу частину й другу частину, причому перша частина екстракційної суміші включає вуглеводневий продукт, що включає принаймні частину

вуглеводнево-місного органічного матеріалу, а друга частина екстракційної суміші включає принаймні частину рідини для екстракції вуглеводнів.

В одному варіанті кількість органічного матеріалу, екстрагованого з вуглеводнево-місного матеріалу, становить принаймні приблизно 50%. В іншому варіанті принаймні приблизно 70% органічного матеріалу екстрагують з вуглеводнево-місного матеріалу. У ще одному варіанті приблизно 75-100% органічного матеріалу екстрагують з вуглеводнево-місного матеріалу.

В іншому варіанті, наприклад, якщо матеріалом є нафтопродукт, наприклад, венесуельська нафтопродукт, способи за даним винаходом забезпечують екстракцію з вуглеводнево-місного матеріалу принаймні приблизно 30-35% органічного матеріалу.

У наступному варіанті принаймні приблизно 80% вуглеводнів, що є присутніми у вуглеводнево-місному матеріалі та екстраговані у неводну рідину для екстракції вуглеводнів, можна екстрагувати у неводну рідину для екстракції вуглеводнів при контактуванні протягом приблизно 5 хв. В інших варіантах принаймні приблизно 80% вуглеводнів, що є присутніми у вуглеводнево-місному матеріалі та екстраговані у неводну рідину для екстракції вуглеводнів, можна екстрагувати у неводну рідину для екстракції вуглеводнів при контактуванні протягом приблизно 3 хв.

В одному варіанті вуглеводнево-місний матеріал контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів при співвідношенні терпентинова рідина/вуглеводнево-місний матеріал принаймні 2:1.

У деяких варіантах при екстракції, наприклад, з вугілля, переважно екстрагуються вуглеводні з летучої частини вугілля на відміну від зв'язаного вуглецю у складі вугілля.

В одному варіанті вуглеводнево-місним матеріалом є вуглеводнево-місний матеріал із природного геологічного шару. Деякі приклади природних вуглеводнево-місних матеріалів включають вугілля, сирову нафту, дьоготь, гудронові піски, горючий сланець, нафтоносні піски, природний газ, нафтовий газ, сирий бітум, природний кероген, природний асфальт і природний асфальтен.

В одному варіанті способу кількість вуглеводнево-місного органічного матеріалу, екстрагованого у рідину для екстракції вуглеводнів, відповідає від приблизно 1% до приблизно 100% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному природному вуглеводнево-місному матеріалі. У деяких варіантах у рідину для екстракції вуглеводнів можна екстрагувати принаймні приблизно 40% або 50%, в одному варіанті принаймні приблизно 60%, в іншому варіанті принаймні приблизно 70%, у ще одному варіанті принаймні приблизно 80%, а в іншому варіанті принаймні приблизно 90% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному природному вуглеводнево-місному матеріалі. Екстракцію певної частини або всього вуглеводнево-місного органічного матеріалу з природного вуглеводнево-місного матеріалу у рідину для екстракції вуглеводнів здійснюють при контактуванні протягом від приблизно 3 с до 180 хв, від приблизно 97с до 30 хв, або від приблизно 15 хв до 30 хв, в одному варіанті протягом менше приблизно 10 хв, в іншому варіанті протягом менше приблизно 5 хв, у ще одному варіанті протягом від 3 с до приблизно 3 хв, при температурі контактування у діапазоні від приблизно 10°C до 400°C, в одному варіанті нижче 100°C, в іншому варіанті у діапазоні приблизно 2030°C, при масовому співвідношенні рідина для екстракції вуглеводнів/природний вуглеводнево-місний матеріал від приблизно 10% до приблизно 600%. В іншому варіанті масове співвідношення рідина для екстракції вуглеводнів/природний вуглеводнево-місний матеріал становить від приблизно 1:1 до 2:1.

В одному варіанті кількість вуглеводнево-місного органічного матеріалу, екстрагованого у рідину для екстракції вуглеводнів з вугілля, відповідає від приблизно 60% до 100% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному зразку вугілля, і/або загальна кількість вуглецю, екстрагованого при контактуванні протягом від приблизно 3 с до 3 хв при температурі контактування у діапазоні від приблизно 80°C до 100°C, при масовому співвідношенні рідина для екстракції вуглеводнів/вугілля від приблизно 1:1 до 2:1, становить від приблизно 30% до 90% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному зразку вугілля.

В іншому варіанті кількість вуглеводнево-місного органічного матеріалу, екстрагованого у рідину для екстракції вуглеводнів із гудронових пісків при контактуванні протягом від приблизно 3 с до 3 хв при температурі контактування у діапазоні від приблизно 30°C до 60°C, при масовому співвідношенні рідина для екстракції вуглеводнів/гудронові піски від приблизно 1:1 до 2:1, відповідає від приблизно 85% до 100% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному зразку гудронових пісків.

В іншому варіанті кількість вуглеводнево-місного органічного матеріалу, екстрагованого у рідину для екстракції вуглеводнів із горючого сланцю при контактуванні протягом від приблизно 3 с до 3 хв при температурі контактування у діапазоні від приблизно 100°C до 130°C, при масовому співвідношенні рідина для екстракції вуглеводнів/горючий сланець від приблизно 1:1 до 2:1, відповідає від приблизно 50% до 100% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному зразку горючого сланцю.

В іншому варіанті сирову нафту у підземному шарі контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів безпосередньо у підземному шарі. Кількість вуглеводнево-місного органічного матеріалу, екстрагованого з сирої нафти у рідину для екстракції вуглеводнів при контактуванні протягом від приблизно 3 с до 3 хв, при співвідношенні рідина для екстракції вуглеводнів/загальний об'єм порового простору підземного шару від приблизно 1:1 до 1:2, відповідає від приблизно 80% до 100% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у вихідному зразку сирої нафти.

В іншому варіанті кількість вуглеводнево-місного органічного матеріалу, екстрагованого з природного газу у рідину для екстракції вуглеводнів при контактуванні протягом від приблизно 3 с до 60 хв, при температурі контактування у діапазоні від приблизно 10°C до 300°C, при масовому співвідношенні рідина для екстракції вуглеводнів/зазначений вуглеводнево-місний матеріал від приблизно 0,1% до 600%, відповідає від приблизно 50% до 100% вуглеводнево-місного органічного матеріалу, що міститься у

вихідному зразку природного газу.

В іншому варіанті здійснення даного винаходу пропонується спосіб модифікації сірковмісних сполук у складі вуглеводневовмісного матеріалу з природного геологічного шару, який полягає у тому, що вуглеводневовмісний матеріал контактує або його змішують з рідиною для екстракції вуглеводнів, при цьому у результаті взаємодії терпентинової рідини з сіркою у складі вуглеводневовмісного матеріалу відбувається модифікація вуглеводневовмісного матеріалу, наприклад, при придушенні корозованої й токсичної дії реакційноздатних сполук сірки. Крім того, зазначений варіант здійснення даного винаходу можна використовувати для десульфуризації газу. Десульфуризацію проводять з використанням модуля для десульфуризації газопереробної установки, і зазначений процес включає застосування тарілок, насадок або тому подібного.

Сірковмісні вуглеводневовмісні матеріали включають, але не обмежуючись тільки ними, природний газ, нафтовий газ, сира нафта, гудронові піски, горючий сланець і вугілля. Сірка може бути присутньою у вигляді елементарної сірки, сірководню, сульфідів, дисульфідів, меркаптанів, тіофенів, бензотіофенів тощо.

У наступному варіанті для десульфуризації газу сірковмісні вуглеводневовмісні матеріали у газоподібній формі, такий як природний газ або нафтовий газ, пропускають через рідину для екстракції вуглеводнів.

В одному варіанті здійснення даного винаходу пропонується спосіб зниження корозії корозованої поверхні. При транспортуванні, буравленні, внутрішньо-свердловинних операціях, проведенні розвідницьких робіт, видобутку вуглеводнів, зберіганні, обробці або одержанні вуглеводневовмісного матеріалу, наприклад, з використанням трубопроводів, танкерів, обсадних колон, ловильних інструментів або бурового долота, металеві поверхні, які контактують з сірковмісними сполуками у складі вуглеводневовмісних матеріалів, піддаються корозії. У даному винаході пропонується спосіб значного зниження корозії за рахунок додавання рідини, що знижує корозійність, у вуглеводневовмісний матеріал. У даному винаході пропонуються способи придушення рівномірної й крапкової корозії. При змішуванні вуглеводневовмісного матеріалу з рідиною, що знижує корозійність, одержують суміш, при цьому ступінь корозії корозійних поверхонь, що контактують з сумішшю, значно знижена у порівнянні зі ступенем корозії зазначених поверхонь при контактуванні з вуглеводневовмісним матеріалом під час відсутності рідини, що знижує корозійність. В одному варіанті рідина, що знижує корозійність, не приводить до утворення стабільного сульфатованого компонента. В іншому варіанті сірка не накопичується у терпентиновій рідині для екстракції.

У деяких варіантах суміш включає принаймні від приблизно 0,0001 об. % до 0,002 об. % рідини, що знижує корозійність. В іншому варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,0005 об. % рідини, що знижує корозійність. У ще одному варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,001 об. % рідини, що знижує корозійність. В іншому варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,0015 об. % рідини, що знижує корозійність. В одному варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,001 об. % до 0,002 об. % рідини, що знижує корозійність. В іншому варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,01 об. % до 10 об. % рідини, що знижує корозійність. В одному варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,1 об. % до 5 об. % рідини, що знижує корозійність. У ще одному варіанті суміш включає принаймні від приблизно 0,5 об. % до 2 об. % рідини, що знижує корозійність. В іншому варіанті суміш включає принаймні від приблизно 1 об. % рідини, що знижує корозійність.

В одному варіанті ступінь корозії знижена принаймні приблизно у 2 рази у порівнянні зі ступенем корозії поверхні при контактуванні з вуглеводневовмісним матеріалом під час відсутності рідини, що знижує корозійність.

В іншому варіанті ступінь корозії знижена принаймні приблизно у 3 рази. У ще одному варіанті ступінь корозії знижена принаймні приблизно у 4 рази у порівнянні зі ступенем корозії поверхні при контактуванні з вуглеводневовмісним матеріалом під час відсутності рідини, що знижує корозійність.

В одному варіанті рідина, що знижує корозійність, включає  $\alpha$ -терпінєол,  $\beta$ -терпінєол,  $\beta$ -пінен і пара-цимен. В іншому варіанті рідина, що знижує корозійність, включає приблизно від 40% до приблизно 60%  $\alpha$ -терпінєолу, приблизно від 30% до приблизно 40%  $\beta$ -терпінєолу, приблизно від 5% до приблизно 20%  $\beta$ -пінену й приблизно від 0% до приблизно 10% пара-цимену. У ще варіанті рідина, що знижує корозійність, включає суміш терпентинових рідин.

У деяких варіантах вуглеводневовмісним матеріалом, призначеним для обробки рідиною, що знижує корозійність, є сира нафта, важка сира нафта, гудронові піски, нафтоносні піски, горючий сланець, природний газ, нафтовий газ або комбінація зазначених матеріалів.

В іншому варіанті здійснення даного винаходу пропонується спосіб одержання вуглеводневовмісного газу, який полягає у тому, що вуглеводневовмісний матеріал контактує з першою рідиною, яка в основному не містить ПАР, що включає неводну рідину для екстракції вуглеводнів, при цьому неводна рідина для екстракції вуглеводнів включає терпентинову рідину, причому утворюється суміш, що включає принаймні частину вуглеводневовмісного органічного матеріалу, екстрагованого у рідину для екстракції вуглеводнів, і суміш нагрівають, при цьому одержують газ, що містить матеріал, який екстрагує вуглеводні, і вуглеводні, екстраговані з вуглеводневовмісного матеріалу.

У деяких варіантах вуглеводневовмісним матеріалом є сира нафта, важка сира нафта, гудронові піски, нафтоносні піски, горючий сланець, природний газ, нафтовий газ або комбінація зазначених матеріалів.

У даному винаході пропонується спосіб підвищення ступеня витягання вуглеводневовмісного органічного матеріалу з експлуатаційної свердловини, з'єднаної з вуглеводневовмісним приповерхневим шаром, що включає вуглеводневовмісний матеріал. Спосіб полягає у тому, що використовують нагнітальну свердловину, яка являє собою канал для руху флюїдів із приповерхневого шару, закачують у шар першу

рідину, яка в основному не включає ПАР, що включає неводну рідину для екстракції вуглеводнів, яка в основному складається з терпентинової рідини, наприклад, з терпінеолу, при цьому одержують екстракційну суміш, що включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу принаймні у частині терпентинової рідини, витягають екстракційну суміш із шару через експлуатаційну свердловину й відокремлюють екстракційну суміш, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів і потік терпентинової рідини. Рідину для екстракції вуглеводнів можна направляти у рециркуляційну систему для повторного закачування.

У даному винаході пропонується спосіб витягання вуглеводневомісного органічного матеріалу з гудронових пісків. Спосіб полягає у тому, що одержують гудронові піски, які містять вуглеводневомісний органічний матеріал, що витягається, одержують першу рідину, яка в основному не включає ПАР, що включає рідину для екстракції вуглеводнів, яка включає терпентинову рідину, що включає принаймні одну з наступних сполук:  $\alpha$ -терпінеол або  $\beta$ -терпінеол, і зразок гудронових пісків завантажують в ємність для контактування, при цьому зразок гудронових пісків контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів в ємності для контактування, і зразок гудронових пісків перемішують з рідиною для екстракції вуглеводнів, при цьому утворюється екстракційна суміш і залишковий матеріал. Екстракційну суміш відокремлюють від залишкового матеріалу й розділяють на потік вуглеводневих продуктів і потік рідини для екстракції вуглеводнів і принаймні частину рідини для екстракції вуглеводнів направляють у рециркуляційну систему на стадію контактування. Екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу у рідині для екстракції вуглеводнів, а залишковий матеріал включає принаймні частину нерозчинного матеріалу з гудронових пісків, який не розчинний у рідині для екстракції вуглеводнів, при цьому потік вуглеводневих продуктів включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу з гудронових пісків.

У даному винаході пропонується спосіб витягання вуглеводневомісного органічного матеріалу з подрібненого вуглеводневомісного горючого сланцю. Спосіб полягає у тому, що подрібнений вуглеводневомісний горючий сланець контактує з першою рідиною, яка в основному не містить ПАР, що включає неводну рідину для екстракції вуглеводнів, яка в основному складається з терпентинової рідини, вибраної з групи, що включає природний терпентин, синтетичний терпентин, неорганічний терпентин, хвойне масло,  $\alpha$ -пінен,  $\beta$ -пінен,  $\alpha$ -терпінеол,  $\beta$ -терпінеол,  $\gamma$ -терпінеол, терпенові смоли,  $\alpha$ -терпен,  $\beta$ -терпен,  $\gamma$ -терпен, гераніол, 3-карен, дипентен (пара-мента-1,8-дієн), нопол, пінан, гідропероксид 2-пінану, гідрат терпіну, 2-пінанол, дигідроміценол, ізоборнеол, пара-ментан-8-ол,  $\alpha$ -терпінілацетат, цитронелол, пара-ментан-8-ілацетат, 7-гідроксидигідроцитронелаль, ментол, анетол, камфен, пара-цимен, ганусовий альдегід, 3,7-диметил-1,6-октадієн, ізоборнілацетат, оцимен, алооцимен, алооцименові спирти, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктан, камфору, цитраль, 7-метоксидигідроцитронелаль, 10-камфорсульфонову кислоту, цитронелаль, ментон і сумішей зазначених сполук, потім фільтрують подрібнений вуглеводневомісний горючий сланець, подрібнений вуглеводневомісний горючий сланець завантажують в ємність для контактування, подрібнений вуглеводневомісний горючий сланець контактує з рідиною для екстракції вуглеводнів, при цьому утворюється екстракційна суміш і залишковий матеріал, екстракційну суміш відокремлюють від залишкового матеріалу, вуглеводневомісний органічний матеріал відокремлюють від рідини для екстракції вуглеводнів в екстракційній суміші, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів і потік рідини для екстракції вуглеводнів, причому потік вуглеводневих продуктів включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу з подрібненого вуглеводневомісного горючого сланцю, і принаймні частину потоку рідини для екстракції вуглеводнів направляють у рециркуляційну систему на стадію контактування. Екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу у рідині для екстракції вуглеводнів, а залишковий матеріал включає принаймні частину нерозчинного матеріалу з горючого сланцю, що не розчинний у рідині для екстракції вуглеводнів.

У даному винаході пропонується спосіб витягання вуглеводневомісного органічного матеріалу зі збагаченого вугіллям вуглеводневомісного приповерхневого шару. Спосіб полягає у тому, що одержують і подрібнюють вугілля, яке включає вуглеводневомісний органічний матеріал, що витягається, при цьому одержують подрібнене вугілля, що фільтрують і завантажують в ємність для контактування, причому зазначена ємність для контактування забезпечена принаймні одним вхідним отвором для закачування рідини для екстракції вуглеводнів в ємність для контактування, і подрібнене вугілля контактує з неводною рідиною для екстракції вуглеводнів, яка в основному не містить ПАР і в основному складається з терпентинової рідини, вибраної з групи, що включає природний терпентин, синтетичний терпентин, неорганічний терпентин, хвойне масло,  $\alpha$ -пінен,  $\beta$ -пінен,  $\alpha$ -терпінеол,  $\beta$ -терпінеол,  $\gamma$ -терпінеол, терпенові смоли,  $\alpha$ -терпен,  $\beta$ -терпен,  $\gamma$ -терпен, гераніол, 3-карен, дипентен (пара-мента-1,8-дієн), нопол, пінан, гідропероксид 2-пінану, гідрат терпіну, 2-пінанол, дигідроміценол, ізоборнеол, пара-ментан-8-ол,  $\alpha$ -терпінілацетат, цитронелол, пара-ментан-8-ілацетат, 7-гідроксидигідроцитронелаль, ментол, анетол, камфен, пара-цимен, ганусовий альдегід, 3,7-диметил-1,6-октадієн, ізоборнілацетат, оцимен, алооцимен, алооцименові спирти, 2-метокси-2,6-диметил-7,8-епоксіоктан, камфору, цитраль, 7-метоксидигідроцитронелаль, 10-камфорсульфонову кислоту, цитронелаль, ментон і сумішей зазначених сполук, при цьому утворюється екстракційна суміш і залишковий матеріал, екстракційна суміш включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу у рідині для екстракції вуглеводнів, а залишковий матеріал включає принаймні частину нерозчинного матеріалу з вугілля, який не розчинний у рідині для екстракції вуглеводнів, і залишковий матеріал відокремлюють від екстракційної суміші, вуглеводневомісний органічний матеріал відокремлюють від рідини для екстракції вуглеводнів, при цьому одержують потік вуглеводневих продуктів і потік рідини для екстракції вуглеводнів, при цьому потік

вуглеводневих продуктів включає принаймні частину вуглеводневомісного органічного матеріалу з вугілля, і принаймні частину потоку рідини для екстракції вуглеводнів направляють у рециркуляційну систему на стадію контактування, причому зазначена перша рідина не включає воду або в основному не включає воду.

Приклади

Приклад 1

У зазначеному прикладі вугілля з піттсбургського шару округу Вашингтон, штат Пенсільванія, скраплювали з використанням реагенту,  $\alpha$ -терпінеолу. Використовували зразок вугілля з банку зразків вугілля при університеті штату Пенсільванія, представлені результати експрес-аналізу свідчили про присутність у зазначеному зразку 2,00 мас.% води безпосередньо після видобутку, 9,25 мас.% сухої золи, 38,63 мас.% сухого летучого матеріалу й 50,12 мас.% сухого зв'язаного вуглецю. Розмір частинок зразка вугілля становив приблизно 60 меш.  $\alpha$ -Терпінеол (приблизно 60 г) повільно додавали до зразка вугілля (приблизно 30 г), завантаженого в екстракційну ємність, при цьому співвідношення реагент/зразок становило 2:1. Закриту, але не герметично закупорену екстракційну ємність, що включає отриману суміш  $\alpha$ -терпінеолу й вугілля, витримували при постійній температурі приблизно 96°C і безупинно перемішували. У відсутності кипіння  $\alpha$ -терпінеолу тиск в екстракційній ємності підтримували на рівні атмосферного тиску, трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Приблизно через 30 хв суміш фільтрували, частинки вугілля на фільтрі промивали етанолом і сушили до постійної маси. Розрахована на основі втрати маси конверсія, тобто ступінь скраплення зразка вугілля, склала приблизно 68 мас.%.

Приклад 2

У зазначеному прикладі обробку проводили аналогічно тому, як описано у прикладі 1, за винятком двох параметрів. Після витримання при температурі приблизно 96°C протягом 30 хв аналогічно тому, як описано у прикладі 1, екстракційну ємність, що включає зразок вугілля й  $\alpha$ -терпінеол, витримували при температурі приблизно 135°C протягом ще приблизно 30 хв. Тиск в екстракційній ємності підтримували на рівні атмосферного тиску, трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Розрахована конверсія, тобто ступінь скраплення зразка вугілля, склала приблизно 70 мас.%.

Приклад 3

Використовували зразок вугілля з того ж джерела, що характеризується аналогічними результатами експрес-аналізу, як і у двох попередніх прикладах.  $\alpha$ -терпінеол (приблизно 31 г) додавали до зразка вугілля (приблизно 31 г) в екстракційній ємності. Суміш витримували приблизно при 96°C і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм) протягом приблизно 30 хв. Конверсія, тобто ступінь скраплення зразка вугілля, розрахована при зважуванні зразка після фільтрування, промивання й висушування, проведених аналогічно тому, як описано у двох попередніх прикладах, склала приблизно 71 мас.%.

Приклад 4

У зазначеному прикладі обробку проводили аналогічно тому, як описано у прикладі 3, за винятком того, що приблизно 30 мас.%  $\alpha$ -терпінеолу заміняли на гексан, при цьому використовували реагент, що включав 70 мас.%  $\alpha$ -терпінеолу й 30 мас.% гексану. При цьому конверсія, тобто ступінь скраплення, знижувалася приблизно до 1,3 мас.%.

Приклад 5

У зазначеному прикладі використовували джерело й результати експрес-аналізу зразка вугілля, а також експериментальні умови (температура, тиск і співвідношення реагент/зразок), аналогічні описаним у прикладі 3. Однак тривалість екстракції зменшували від приблизно 30 хв до приблизно 20 хв. Крім того, приблизно 30 мас.%  $\alpha$ -терпінеолу заміняли на 1-бутанол, при цьому використовували реагент, що включав 70 мас.%  $\alpha$ -терпінеолу й 30 мас.% 1-бутанолу. Кількість зрідженого вугілля склала приблизно 0,30 г, що відповідало конверсії приблизно 1,0 мас.%.

Приклад 6

У зазначеному прикладі використовували джерело й результати експрес-аналізу зразка вугілля, а також температуру, тиск і тривалість екстракції, аналогічні описаним у прикладі 3. Однак кількість використаного зразка вугілля становила приблизно 25 г, а реагент включав приблизно 24 г (80 мас.%)  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно 6 г (20 мас.%) ксилолу, при цьому використовували реагент, що включав 70 мас.%  $\alpha$ -терпінеолу й 30 мас.% ксилолу. Кількість зрідженого вугілля склала приблизно 10,0 г, що відповідало конверсії приблизно 40 мас.%.

Приклад 7

У зазначеному прикладі вугілля з шару Wyodak округу Кемпбелл, штат Вайомінг, скраплювали з використанням реагенту,  $\alpha$ -терпінеолу. Використовували зразок вугілля з банку зразків вугілля при університеті штату Пенсільванія, представлені результати експрес-аналізу свідчили про присутність у зазначеному зразку 26,30 мас.% води безпосередньо після видобутку, 7,57 мас.% сухої золи, 44,86 мас.% сухого летучого матеріалу й 47,57 мас.% сухого зв'язаного вуглецю. Розмір частинок зразка вугілля становив приблизно 20 меш.  $\alpha$ -Терпінеол (приблизно 60 г) повільно додавали до зразка вугілля (приблизно 30 г), завантаженого в екстракційну ємність, при цьому співвідношення реагент/зразок становило приблизно 2:1. Закриту, але не герметично закупорену екстракційну ємність, що включає отриману суміш  $\alpha$ -терпінеолу й вугілля, витримували при постійній температурі приблизно 96°C і безупинно перемішували. У відсутності кипіння  $\alpha$ -терпінеолу тиск в екстракційній ємності підтримували на рівні атмосферного тиску, трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Приблизно через 30 хв суміш в екстракційній ємності фільтрували, частинки вугілля на фільтрі промивали етанолом і сушили до постійної маси. Розрахована на

основі втрати маси конверсія, тобто ступінь скраплення зразка вугілля, склала приблизно 75 мас.%.

#### Приклад 8

Експеримент у зазначеному прикладі проводили в умовах, аналогічних описаним у попередньому прикладі, з одним виключенням. До зразка вугілля (приблизно 30 г) додавали 15 г  $\alpha$ -терпінеолу замість приблизно 60 г, як у попередньому прикладі, при цьому співвідношення реагент/вугілля становило 0,5:1. Розрахована конверсія, тобто ступінь скраплення зразка вугілля, знижувалася до приблизно 69 мас.% у порівнянні з приблизно 75 мас.% конверсії, яку спостерігали у попередньому прикладі.

#### Приклад 9

У зазначеному прикладі горючий сланець (приблизно 3 г) з регіону Грін-Рівер, Колорадо, солубілізували  $\alpha$ -терпінеолом (приблизно 9 г), у такий спосіб співвідношення реагент/зразок становило 3:1, при цьому з горючого сланцю екстрагували кероген (органічний матеріал) і/або бітум (органічний матеріал). За даними сертифікованої аналітичної компанії вміст органічного вуглецю, включаючи летучий і зв'язаний вуглець, склав приблизно 22,66 мас.%. Зразки горючого сланцю, що характеризуються розміром частинок 60 меш, використовували для проведення двох експериментів при температурі й тиску навколишнього середовища приблизно 25°C і трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм), відповідно. Втрату маси зразків визначали при зважуванні після фільтрування, промивання етанолом і висушування. Зазначена втрата склала приблизно 9 мас.% через приблизно 30 хв і приблизно 17 мас.% через приблизно 45 хв. Розрахована з використанням зазначених величин втрати маси конверсія, тобто ступінь екстракції органічного матеріалу, тобто керогену й/або бітуму, склала приблизно 40 мас.% для першого й приблизно 75 мас.% для останнього.

#### Приклад 10

У зазначеному прикладі обробку проводили, як описано у попередньому прикладі, за винятком того, що єдиний експеримент проводили протягом 15 хв при температурі приблизно 96°C замість приблизно 25°C. Втрата маси зразка горючого сланцю склала приблизно 12 мас.%, що відповідало конверсії, тобто ступеня екстракції керогену (органічного матеріалу), приблизно 53 мас.%

#### Приклад 11

У зазначеному прикладі бітум (органічний матеріал) у гудронових пісках із провінції Альберта, Канада, солубілізували й екстрагували з використанням комерційного синтетичного терпентину. Використовували зразок гудронових пісків компанії Alberta Research Council, представлені результати експрес-аналізу свідчили про присутність у зазначеному зразку 84,4 мас.% сухих твердих речовин, 11,6 мас.% сухого бітуму й 4,0 мас.% вологи безпосередньо після видобутку. Синтетичний терпентин (приблизно 30 г) повільно додавали до зразка гудронових пісків (приблизно 15 г) у закритій, але не герметично закупореній екстракційній ємності при масовому співвідношенні реагент/зразок приблизно 2:1. Зазначену екстракційну ємність, що включає отриману суміш синтетичного терпентину й гудронових пісків, витримували при постійній температурі приблизно 96°C і безупинно перемішували. У відсутності кипіння синтетичного терпентину тиск в екстракційній ємності підтримували на рівні атмосферного тиску, трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Приблизно через 20 хв суміш в екстракційній ємності фільтрували й тверді речовини (гудронові піски) на фільтрі промивали етанолом і сушили до постійної маси. Розрахована за втратою маси конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму зі зразка гудронових пісків, склала приблизно 100 мас.%.

#### Приклад 12

У зазначеному прикладі для екстракції зразка гудронових пісків (приблизно 60 г), отриманого з того ж джерела й експрес-аналізу, що характеризується алогічними результатами, як і зразок у попередньому прикладі, замість комерційного синтетичного терпентину, що включає  $\alpha$ -терпінеол, використовували  $\alpha$ -терпінеол (приблизно 60 г). Отримане співвідношення реагент/зразок становило 1:1 замість 2:1, як у попередньому прикладі. Експеримент проводили протягом приблизно 30 хв при температурі приблизно 96°C і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Розрахована конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу) зі зразка гудронових пісків, склала приблизно 100 мас.%.

#### Приклад 13

У зазначеному прикладі для екстракції зразка гудронових пісків (приблизно 60 г), отриманого з того ж джерела й експрес-аналізу, що характеризується алогічними результатами, як і зразки у попередніх двох прикладах, використовували комерційний синтетичний терпентин (приблизно 60 г). Отримане у такий спосіб співвідношення реагент/зразок становило приблизно 1:1. Експеримент проводили протягом приблизно 30 хв при температурі приблизно 96°C і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Розрахована конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу) зі зразка гудронових пісків, склала приблизно 70 мас.%.

#### Приклад 14

У зазначеному прикладі повторювали експеримент, як описано у прикладі 8, за винятком того, що співвідношення реагент/зразок зменшували від приблизно 2:1 до приблизно 0,5:1. Зразок гудронових пісків (приблизно 60 г) екстрагували комерційним синтетичним терпентином (30 г). Конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу), знижувалася до приблизно 70 мас.% у порівнянні з приблизно 100 мас.% конверсії, яку спостерігали у прикладі 9.

#### Приклад 15

У зазначеному прикладі повторювали експеримент, як описано у попередньому прикладі, але замість комерційного синтетичного терпентину використовували  $\alpha$ -терпінеол. Конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу) зі зразка гудронових пісків, склала приблизно 70 мас.%, як у попередньому прикладі.

#### Приклад 16

У зазначеному прикладі експеримент проводили при атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм) з використанням зразка гудронових пісків із того ж джерела й експрес-аналізу, що характеризується алогічними результатами, як описано у попередніх прикладах обробки гудронових пісків. Комерційний синтетичний терпентин (приблизно 60 г) додавали до зразка гудронових пісків (приблизно 60 г), при цьому співвідношення реагент/зразок становило приблизно 1:1. Суміш зразка й комерційного синтетичного терпентину витримували при приблизно  $65^\circ\text{C}$  протягом приблизно 30 хв, потім охолоджували до приблизно  $15^\circ\text{C}$  протягом приблизно 5 хв. Зразок гудронових пісків фільтрували, промивали, сушили й зважували. Розрахована за втратою маси конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу) зі зразка гудронових пісків, склала приблизно 70 мас. %.

#### Приклад 17

У зазначеному прикладі повторювали експеримент, описаний у попередньому прикладі, але замість комерційного синтетичного терпентину використовували  $\alpha$ -терпінеол. Конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу), збільшилася приблизно до 90 мас. % у порівнянні з приблизно 70 мас. % конверсії, як описано у попередніх прикладах.

#### Приклад 18

У зазначеному прикладі зразок гудронових пісків масою приблизно 30 г, отриманий з того ж джерела та який характеризується аналогічними результатами експрес-аналізу, що й зразки, використані у прикладах 1117, екстрагували рідиною, що включала приблизно 20 г (80 мас. %)  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно 5 г (20 мас. %) толуолу, при температурі приблизно  $96^\circ\text{C}$  і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Тривалість експерименту (час реакції або екстракції) становила приблизно 15 хв для кожного зразка гудронових пісків. Розрахована за зазначеною втратою маси конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу), склала приблизно 33 мас. %.

#### Приклад 19

Три зразки гудронових пісків, отримані з того ж джерела та які характеризуються аналогічними результатами експрес-аналізу, що й зразки, використані у всіх попередніх прикладах обробки гудронових пісків, екстрагували з використанням реагентів, що включають різні кількості  $\alpha$ -терпінеолу та етанолу, при температурі приблизно  $15^\circ\text{C}$  і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Тривалість кожного експерименту (час реакції або екстракції) становила приблизно 15 хв для кожного зразка гудронових пісків. Перший зразок екстрагували сумішшю, що включає приблизно 0 г (0 мас. %)  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно 15 г (100 мас. %) етанолу, тобто чистим етанолом. Другий зразок екстрагували сумішшю, що включає приблизно 7,5 г (50 мас. %)  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно 7,5 г (50 мас. %) етанолу. Третій зразок екстрагували сумішшю, що включає приблизно 12 г (80 мас. %)  $\alpha$ -терпінеолу й приблизно 3 г (20 мас. %) етанолу. Втрата маси й розрахована конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму (органічного матеріалу), для трьох зразків склала приблизно 0,2 г (1,0 мас. %), 0,6 г (3,0 мас. %) і 0,9 г (4,5 мас. %) для першого, другого й третього зразків, відповідно.

#### Приклад 20

Пелети неправильної форми комерційного асфальту, що характеризуються середнім розміром приблизно 15 мм, солюбілізували й екстрагували  $\alpha$ -терпінеолом при температурі навколишнього середовища (приблизно  $22^\circ\text{C}$ ) і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Перший зразок масою приблизно 20 г солюбілізували й екстрагували приблизно 40 г  $\alpha$ -терпінеолу, а другий зразок масою також приблизно 20 г солюбілізували й екстрагували приблизно 20 г  $\alpha$ -терпінеолу. Повну екстракцію вуглеводнів із обох зразків спостерігали через 30 хв. Зазначені експерименти проводили для моделювання солюбілізації й екстракції важкої сирової нафти, що у більшості випадків збагачена асфальтенами, аналогічно асфальту.

#### Приклад 21

У зазначеному експерименті бітум (органічний матеріал) у гудронових пісках із того ж джерела та який характеризується аналогічними результатами експрес-аналізу, що й зразки, використані у всіх попередніх прикладах обробки гудронових пісків, солюбілізували й екстрагували двома різними композиціями рослинних масел, соєвого масла й кукурудзяного масла. Рослинні масла повністю змішуються з терпентиною рідиною. У першому експерименті зразок гудронових пісків масою приблизно 15 г змішували й безупинно перемішували з соєвим маслом (приблизно 30 г) протягом приблизно 20 хв при температурі приблизно  $96^\circ\text{C}$  і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Втрата маси склала приблизно 0,5 г, розрахована за цією величиною конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму зі зразка, склала приблизно 3,3 мас. %. У другому експерименті зразок гудронових пісків масою приблизно 30 г змішували й безупинно перемішували з кукурудзяним маслом (приблизно 60 г) протягом приблизно 30 хв при температурі приблизно  $175^\circ\text{C}$  і атмосферному тиску трохи нижче приблизно  $1,01 \times 10^5$  Па (1 атм). Втрата маси склала приблизно 4,8 г, розрахована за цією величиною конверсія, тобто ступінь екстракції бітуму зі зразка, склала приблизно 12 мас. %.

#### Приклад 22

Два випробування проводили з використанням зразків керна пісковика Верія при закачуванні реагенту й визначенні впливу на витягання нафти з керна. У першому випробуванні визначали збільшення ступеня витягання нафти при закачуванні  $\alpha$ -терпінеолу після повного обводнювання родовища. Вибраний kern містив 9,01 мл лабораторної нафти, що моделює сирову нафту. При обводнюванні з використанням водного розчину, що містить 3,0% хлориду калію, одержували 4,6 мл нафти. При закачуванні  $\alpha$ -терпінеолу у кількості п'ять (5) об'ємів порового простору одержували додаткові 3,61 мл нафти, у такий спосіб

залишаючи у керні менше 8,0% нафти, що містилася у вихідному об'ємі. У ході другого випробування визначали очікуване при закачуванні  $\alpha$ -терпінеолу збільшення ступеня витягання нафти з шару, що раніше не розроблявся. Вибраний керн містив 8,85 мл лабораторної нафти, що моделює сиру нафту. Видобуток нафти починали після закачування  $\alpha$ -терпінеолу у кількості приблизно 0,5 об'ємів порового простору й видобуток продовжували доти, поки кількість закачаного  $\alpha$ -терпінеолу не досягала 3,5 об'ємів порового простору, однак основну частину нафти витягали вже після закачування  $\alpha$ -терпінеолу у кількості 2,5 об'ємів порового простору. У цілому було витягнуто 7,94 мл лабораторної нафти, у такий спосіб у керні залишалось менше приблизно 7,5% нафти, що містилася у вихідному об'ємі.

В одному експерименті випробовували різні співвідношення терпентинова рідина/зразок гудронових пісків. Терпентинова рідина для кожного з представлених нижче експериментів характеризується однаковим складом, при цьому композиція включає приблизно 60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 20 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 20 об. %  $\gamma$ -терпінеолу. Гудронові піски являють собою різні суміші руд із провінції Альберта, Канада, що містять приблизно 12 мас.% бітуму й приблизно 4-5 мас.% води. Всі експерименти проводили при різних температурах, як зазначено у таблиці 6.

Як зазначено у табл. 6 нижче, при всіх представлених нижче співвідношеннях (тобто співвідношеннях терпентинова рідина/гудронові піски від приблизно 1:2 до приблизно 2:1) спостерігається досить високий ступінь витягання вуглеводнів із гудронових пісків із незначним видимим розходженням. Відносно температури проведення екстракції передбачалося, що оптимальна температура екстракції, солюбілізації й/або скраплення вуглеводнів із гудронових пісків становить приблизно 65°C. Як зазначено у таблиці, при температурі приблизно 130°C кількість вуглеводнів, витягнутих із гудронових пісків, зменшується. Однак слід зазначити, що для деяких твердих речовин, з яких витягання вуглеводнів у значній мірі утруднене, при підвищенні температури розчинника для екстракції можна збільшувати кількість витягнутих вуглеводнів. Нарешті, було встановлено, що час контактування робить лише незначний вплив на кількість екстрагованих матеріалів. Зазначений ефект очевидно обумовлений тим, що мінімальний час екстракції становить приблизно 20 хв, що, як думають, є більше ніж достатнім для екстракції вуглеводнів із гудронових пісків.

Таблиця 6

Маса гудронових пісків, г	Маса екстрагованих вуглеводнів, г	Маса розчинника для екстракції	Співвідношення гудронові піски/розчинник	Кількість екстрагованих вуглеводнів, г	Кількість екстрагованих вуглеводнів, %	Темп., °C	Час контактування, хв
15	2,0	30,0	1:2	3,2	161	96	20
60	7,8	120,0	1:2	5,4	69	96	30
60	7,8	31,6	2:1	9,6	123	96	30
60	7,8	60,0	1:1	7,6	97	65	30
60	7,8	60,0	1:1	4,0	51	130	30
60	7,8	60,0	1:1	6,3	80	65	30

Додаткові експерименти проводили з використанням інших розчинників, а саме, етанолу й кукурудзяного масла, які порівнювали з композицією, що включала приблизно 60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 20 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 20 об.%  $\gamma$ -терпінеолу. Як зазначено у представленій нижче табл. 7, дія етанолу й кукурудзяного масла знезацька виявилася значно більше слабкою у порівнянні з композицією, що включала приблизно 60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 20 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 20 об. %  $\gamma$ -терпінеолу. Наприклад, у той час як при використанні композиції терпінеолу досягається повна або практично повна екстракція екстрагованих вуглеводнів, використання етанолу приводить до екстракції тільки приблизно 10% вуглеводнів, що витягаються, а при використанні нагрітого кукурудзяного масла одержують тільки приблизно 33% вуглеводнів, що витягаються.

Таблиця 7

Хімічний реагент	Маса гудронових пісків, г	Маса екстрагованих вуглеводнів, г	Маса розчинника для екстракції	Співвідношення гудронові піски/розчинник	Кількість екстрагованих вуглеводнів, г	Кількість екстрагованих вуглеводнів, %	Темп., °C	Час контактування, хв
Етанол	15	2,0	15,0	1:1	0,2	10	15	15
Кукурудзяне масло	30	3,9	60,0	2:1	1,3	33	175	30
Терпінеол 60/20/20	60	7,8	60,0	1:1	7,6	97	65	30
Терпінеол 60/20/20	60	7,8	31,6	2:1	9,6	123	96	30

У табл. 8 описана дія різних композицій терпентинових рідин, включаючи композиції терпентинових рідин, які включають тільки  $\alpha$ -терпінеол і  $\alpha$ -терпінеол у комбінації з різними відомими органічними розчинниками. Перші три композиції, представлені у таблиці, включають  $\alpha$ -терпінеол,  $\beta$ -терпінеол і  $\gamma$ -терпінеол. Наприклад, перша композиція включає приблизно 60 об. %  $\alpha$ -терпінеолу, приблизно 30 об. %  $\beta$ -терпінеолу й приблизно 10 об. %  $\gamma$ -терпінеолу. Зненацька було встановлено, що у міру збільшення концентрації  $\alpha$ -терпінеолу ефективність дії терпентинової рідини зростає, і при вмісті у терпентиновій рідині приблизно 70 об. %  $\alpha$ -терпінеолу досягається повна екстракція вуглеводневого матеріалу зі зразка гудронових пісків.

Другий набір даних представлений для екстракції вуглеводневмісних гудронових пісків чистим  $\alpha$ -терпінеолом. Було встановлено, ступінь екстракції становить більше 100%, очевидно, за рахунок різного складу вуглеводнів у зразках. Однак результати в основному зненацька свідчать про те, що  $\alpha$ -терпінеол екстрагує практично всі вуглеводні, що витягаються, зі зразка гудронових пісків.

Дані, представлені у табл. 8, свідчать про ефективність змішаних систем  $\alpha$ -терпінеолу й відомих органічних розчинників. Було встановлено, що практично повне витягання вуглеводнів, що витягаються, досягається при використанні композиції, яка включає  $\alpha$ -терпінеол і етанол при співвідношенні приблизно 1:1. Зазначений факт є несподіваним, тому що чистий етанол екстрагує тільки приблизно 10% загальної кількості вуглеводнів, що витягаються. Крім того, при використанні змішаних систем, у яких співвідношення  $\alpha$ -терпінеол/етанол становило 1:1 або 3:1, ступінь витягання становила приблизно 77% і 92% загальної кількості вуглеводнів, що витягаються. Зазначені дані є несподіваним результатом.

Таблиця 8

Хімічний реагент	Маса гудронових пісків, г	Маса екстрагованих вуглеводнів, г	Маса розчинника	Співвідношення гудронові піски/розчинник	Кількість екстрагованих вуглеводнів, г	Кількість екстрагованих вуглеводнів, %	Темп., °C	Час контактування, хв
Терпінеол 60/30/10	60	2,0	60,0	1:1	7,1	91	96	30
Терпінеол 40/30/20	60	7,8	60,0	1:1	4,7	60	96	30
Терпінеол 70/20/10	60	7,8	60,0	1:1	7,9	101	96	30
Терпінеол 100/0/0	60	7,8	60,0	1:1	10,0	128	96	30
Терпінеол 100/0/0	60	7,8	120,0	1:2	8,7	111	96	30
Терпінеол 100/0/0	60	7,8	31,0	2:1	9,6	123	96	30
$\alpha$ -Терпінеол/етанол, 50 об. %:50 об. %	15	2,0	15,0	1:1	8,1	103	65	30
$\alpha$ -Терпінеол/етанол, 80 об. %:20 об. %	15	2,0	15,0	1:1	1,2	62	15	15
$\alpha$ -Терпінеол/толуол, 75 об. %:25 об. %	30	3,9	25,0	1:0,8	1,8	92	15	15
$\alpha$ -Терпінеол	30	3,9	26,0	1:0,9	3,0	77	96	30

Таблиця 8

Хімічний реагент	Маса гудронових пісків, г	Маса екстрагованих вуглеводнів, г	Маса розчинника	Співвідношення гудронові піски/розчинник	Кількість екстрагованих вуглеводнів, г	Кількість екстрагованих вуглеводнів, %	Темп., °С	Час контактування, хв
л/толуол, 50 об.%; 50 об.%								
α-Терпінеол/ксилол, 50 об.%; 50 об.%	30	3,9	26,0	1:0,9	2,4	61	96	30

## Приклад 23

На зразки гудронових пісків (приблизно 30 г) розпорошували кожну з наступних рідин: d-лимонен, суміш терпентинових рідин і воду як контроль. Температуру підтримували приблизно при 18°C. Відсоток витягнутого бітуму визначали після контактування протягом приблизно 5, 10, 15, 20, 25 і 30 с. Суміш терпентинових рідин є більш ефективним екстрагуючим агентом у порівнянні з d-лимоненом, причому вода не робить ніякої дії (див. фіг. 5).

## Приклад 24

На зразки гудронових пісків (приблизно 15 г) розпорошували d-лимонен або суміш терпентинових рідин і витримували при контактуванні з рідиною протягом 97 с. Співвідношення рідина/гудронові піски змінювали від приблизно 1:1 до приблизно 6:1. При співвідношенні 1:1 витягання склало 54%, а при співвідношенні 6:1 витягання склало 84%, при цьому суміш терпентинових рідин екстрагувала значно більшу кількість бітуму у порівнянні з лимоненом у всьому діапазоні співвідношень (див. фіг.6).

## Приклад 25

З використанням різного типу терпентинових рідин для екстракції вуглеводнів для ряду їхніх комбінацій визначали ефективність витягання бітуму зі зразка гудронових пісків для кожної рідини. У кожному випробуванні зразок гудронових пісків (приблизно 15 г) обробляли приблизно при 18°C однією з наступних терпентинових рідин: α-терпінеол, β-терпінеол, β-пінен, α-пінен, пара-цимен, d-лимонен, а також сумішшю терпентинових рідин. Відсоток витягнутого бітуму визначали після контактування протягом приблизно 5 хв (фіг. 7) і приблизно 15 хв (фіг.8). Дані свідчать про те, що всі рідини екстрагують значну кількість бітуму з гудронових пісків. Суміш терпентинових рідин є найбільш ефективним екстрагуючим агентом у всьому діапазоні співвідношень рідина/матеріал, при цьому практично весь бітум, що міститься, витягається протягом приблизно 5 хв контактування (див. фіг. 7).

## Приклад 26

Кількість SAE 40 (середньоважкої сирої нафти), що екстрагується сумішшю терпентинових рідин, порівнювали з кількістю зазначеного продукту, екстрагованого n-бутанолом, циклогексанолом і 1-гептанолом. Було встановлено, що при 35°C кількість SAE 40, екстрагована сумішшю терпентинових рідин (100 мл), що складається з приблизно 50% α-терпінеолу, приблизно 35% β-терпінеолу, приблизно 10% β-пінену й приблизно 5% пара-цимену, приблизно у 8,14, 6,67 і 7,46 разів перевершує кількість SAE 40, екстрагованого n-бутанолом (100 мл), циклогексанолом (100 мл) і 1-гептанолом (100 мл), відповідно. Кожний з лужних розчинів містив 97% метасилікату натрію (150 мл).

## Приклад 27

Зразки твердого парафіну (приблизно 15 г і 30 г) і зразки асфальтинів (приблизно 100 г) екстрагували 100% α-терпінеолом і 100% сумішшю терпентинових рідин приблизно при 60°C протягом 15 хв. У табл. 9 зазначена кількість твердих вуглеводнів у %, екстрагованих терпентиновими рідинами.

## Приклад для порівняння

У зазначеному прикладі порівнювали застосування рідини, що складається з приблизно 1/3 терпеноїдів (лимонен, пінен), приблизно 1/3 важких нафтових дистилатів і приблизно 1/3 легких нафтових дистилатів, для скраплення твердих парафінів і асфальтенів із застосуванням α-терпінеолу й багатокомпонентної терпентиновій системи за способом, аналогічним описаному у прикладі 27. Порівняння кількості екстрагованого твердого парафіну й асфальтинів у % зазначене у табл. 9.

Таблиця 9

Розчинник	Екстрагований матеріал, %	Екстрагований матеріал, %
-----------	---------------------------	---------------------------

	Твердий парафін, 15 г	Твердий парафін, 30 г	Асфальтини (1), 100 г	Асфальтини (2), 100 г
1/3 β-Пінену, 1/3 важких нафтових дистиллятів, 1/3 легких нафтових дистиллятів	60	60	42	47
α-терпенеол	100	100	100	100
Суміш терпентинових рідин	93,3	90	100	100

#### Приклад 28

У табл. 10 показане зниження в'язкості різних типів нафти після контактування з терпентиновими рідинами. Вимірювання проводили протягом 20 с при температурі приблизно 21°C. Найбільше високий відсоток зниження в'язкості спостерігали при контактуванні більше важких типів нафти з сумішшю терпентинових рідин.

Таблиця 10

Тип нафти	Рідина для зниження в'язкості (масовий відсоток у розрахунку на масу нафти)	В'язкість	Зменшення в'язкості, %
SAE 40	-	718-750	н/в
SAE 40	α-Терпенеол (10%)	697-699	7% (середня величина)
SAE 40	α-Терпенеол (15%)	569-620	21% (середня величина)
SAE 40	Суміш терпентинових рідин (10%)	297	60%
SAE 40	Суміш терпентинових рідин (15%)	245	67%
SAE 30	-	156	н/в
SAE 30	Суміш терпентинових рідин (10%)	109	30%
SAE 30	Суміш терпентинових рідин (15%)	88	44%
SAE 10	-	49	н/в
SAE 10	Суміш терпентинових рідин (10%)	35	29%

#### Приклад 29

Випробування на корозійність. Зразки вуглецевої сталі API X-65 (фірми Metal Company, Манфорд, штат Алабама, США) витримували у штучній морській воді, отриманій за стандартами американського суспільства по випробуванню матеріалів (American society of testing materials (ASTM)), що містить Na<sub>2</sub>S (500 част./млн), рН якої доводили до приблизно 4,8 з використанням оцтової кислоти, в умовах безперервного потоку води протягом двох тижнів. Контрольний зразок містив базовий розчин морської води під час відсутності інгібітора корозії. Зразки I, II і III містили приблизно 0,0005 об. %, 0,001 об. % і 0,0015 об. % суміші терпентинових рідин. Реєстрована прямим методом ступінь корозії збігалася зі ступенем поширення тріщин, що утворюються на кожному зразку для випробувань. Для зразка III, що включає приблизно 0,0015 об. % суміші терпентинових рідин, реєстрували найбільше низький середній ступінь корозії (див. табл. 11) і не спостерігали крапкової корозії.

Таблиця 11

Інгібітор	Вихідна маса зразка для випробувань, г		Кінцева маса зразка для випробувань, г		Середній ступінь корозії (мілів у рік)
	Випробування 1	Випробування 2	Випробування 1	Випробування 2	
Тільки базовий розчин	16,1143	16,3113	16,1066	16,3037	0,36
Суміш терпентинових рідин (5%)	16,5291	16,7320	16,5247	16,7260	0,24
Суміш терпентинових рідин (10%)	17,0128	17,0229	17,0066	17,0172	0,28
Суміш терпентинових рідин (15%)	17,1076	16,4431	17,1056	16,4412	0,09

#### Приклад 30

Порівнювали ефективність екстракції при використанні суміші терпентинових рідин, які в основному не містять ПАР, і d-лімонену, що містить 0%, 3%, 9% і 12% ПАР (Surfonic N-95 фірми Huntsman). Суміш терпентинових рідин, яка в основному не містить ПАР, і d-лімонен, що включає ПАР, контактували з асфальтом Super Pave (30 г, 92,9 мас.% агрегату, 6,6 мас.% асфальту, 0,5 мас.% полімеру) при 45°C протягом 2 хв при співвідношенні рідина/асфальт 1:1. У випадку суміші терпентинових рідин, яка в основному не містить ПАР, кількість витягнутого асфальту склала 8,3%, у той час як при використанні d-лімонену витягали лише 4%, 6,3%, 5,3% і 5,7% асфальту при вмісті 0%, 3%, 9% і 12% ПАР, відповідно. При використанні суміші терпентинових рідин, яка в основному не містить ПАР, з асфальту екстрагували більшу кількість вуглеводневовмісного органічного матеріалу у порівнянні з d-лімоненом, що містить або

не містить ПАР.

При екстракції вуглеводневовмісного органічного матеріалу з вуглеводневовмісного матеріалу, як описано у даному описі й, насамперед, у представлених вище прикладах, одержували несподівані результати.

З даних, представлених у даному описі, випливає, що витягання, тобто вихід, у деяких прикладах перевищує 100% внаслідок того, що деякі вуглеводневовмісні матеріали, наприклад, гудронові піски, включають гетерогенні й неоднорідні суміші рідини з надзвичайно високою в'язкістю й відносно великих твердих частинок, що характеризуються нерегулярною формою й різним розміром. У зв'язку з цим ступінь витягання, розрахована за середньою кількістю вуглеводневого матеріалу у складі вуглеводневовмісних матеріалів, у деяких випадках перевищує 100% у зв'язку зі зазначеними природно факторами, що змінюються. Крім того, для будь-якого експерименту характерні деякі експериментальні помилки.

Використаний у даному контексті термін «приблизно» варто інтерпретувати як включає будь-які значення, які відрізняються від зазначеного значення не більше ніж на 5%. Крім того, термін «приблизно», використаний відносно діапазону значень, варто інтерпретувати як включає верхню й нижню границі зазначеного діапазону. Використані у даному контексті терміни «перший», «другий», «третій» тощо варто інтерпретувати як стосовні до однозначно обумовлених елементів, які не означають або не обмежуються будь-якою конкретно послідовністю елементів або стадій.

У той час як у даному описі представлені тільки деякі варіанти здійснення даного винаходу, фахівцям у даній галузі представляється очевидним, що даний винахід не обмежується такими варіантами, і можливі різні зміни, які не виходять за межі обсягу даного винаходу.

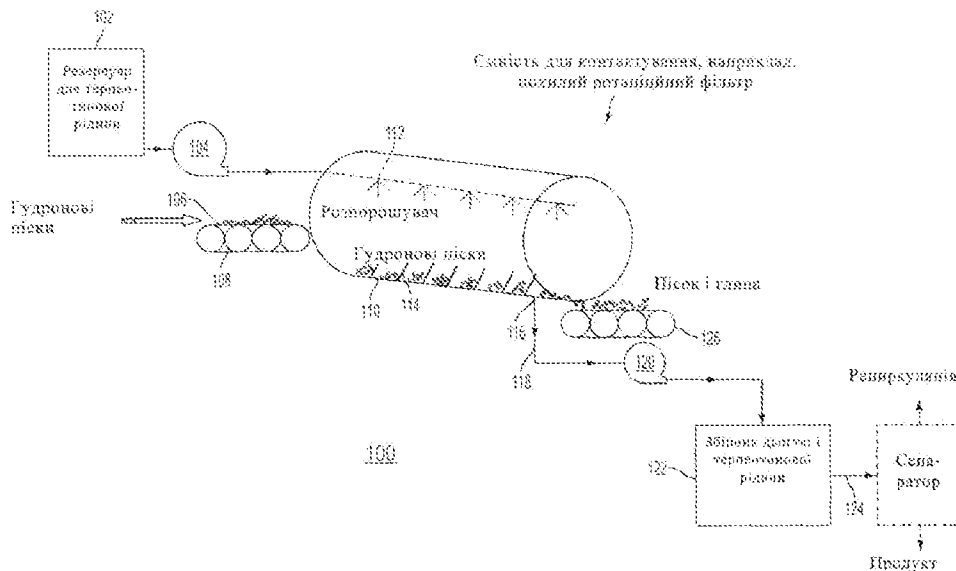


Fig. 1

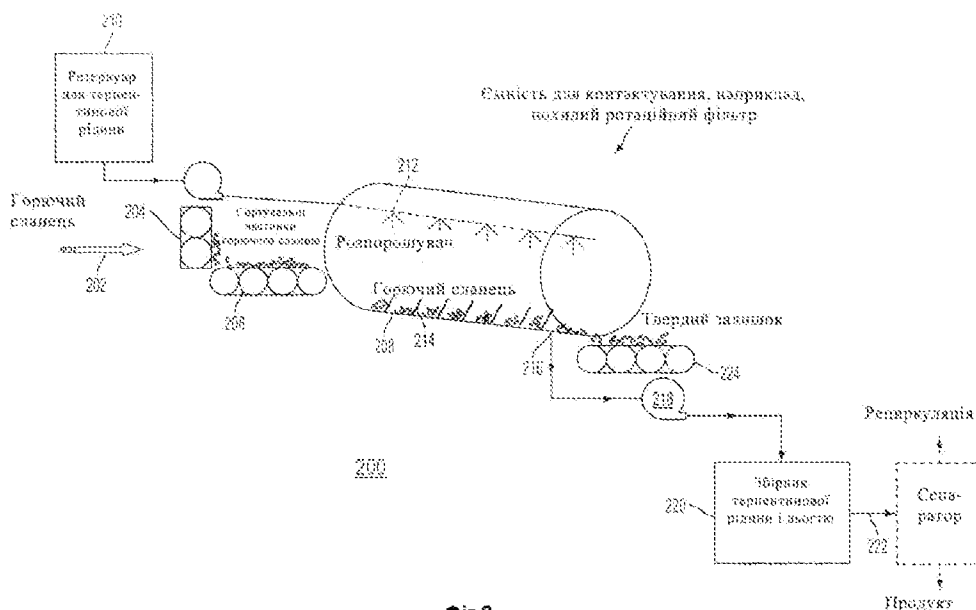
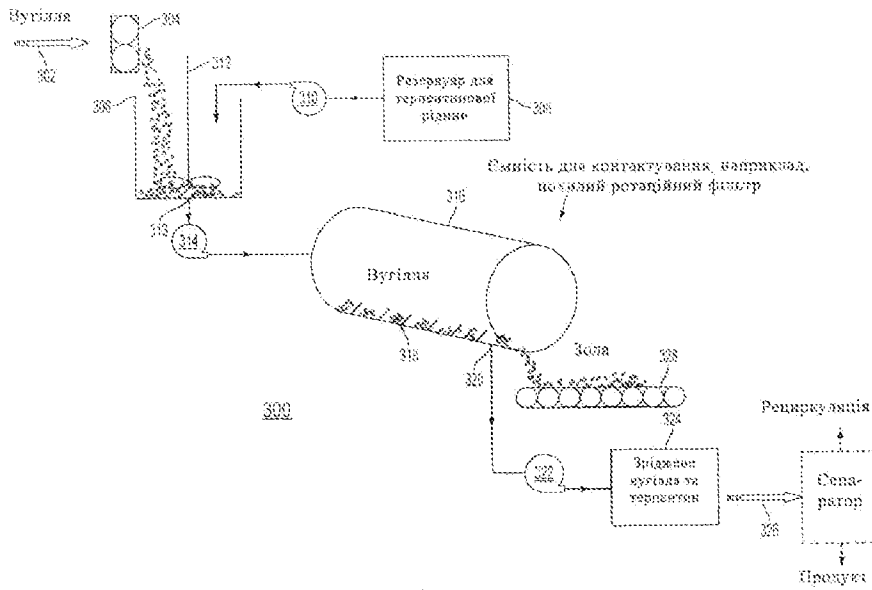
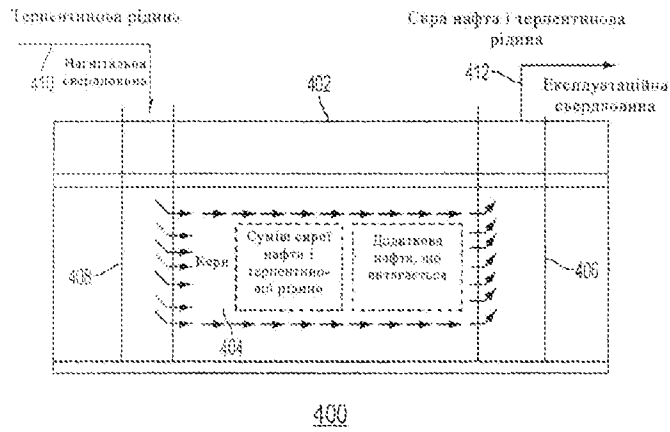


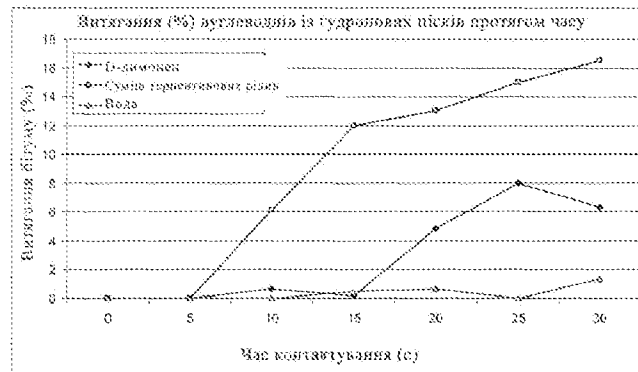
Fig. 2



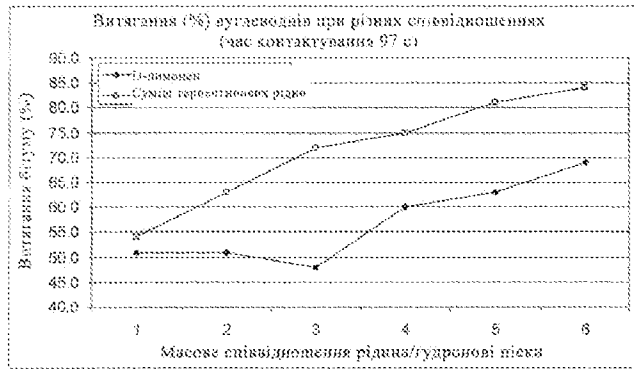
Фіг.3



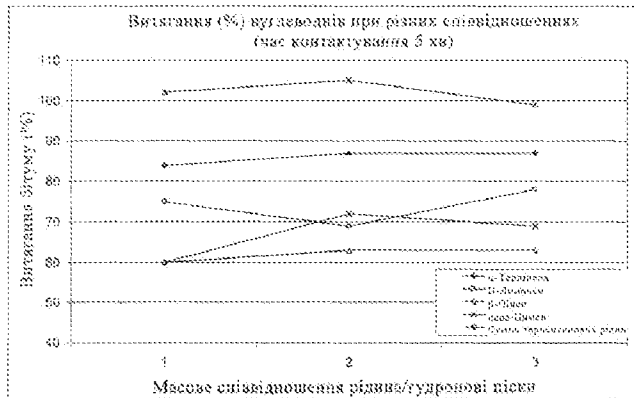
Фіг.4



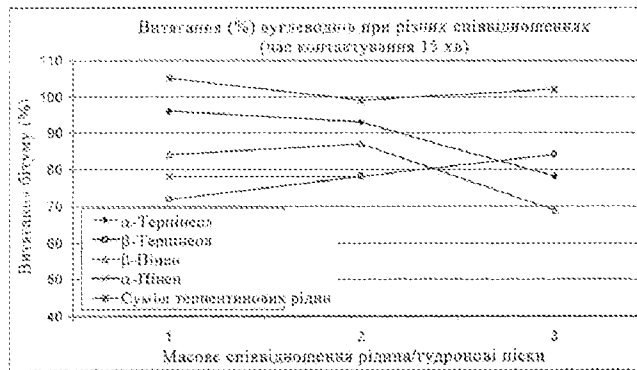
Фіг.5



Фіг.6



Фіг.7



Фіг.8