



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90274** (13) **C2**  
(51) **МПК**  
**E21B 43/267 (2006.01)**  
**E21B 43/26 (2006.01)**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) ВОДНІ РІДИНИ ДЛЯ НАДАННЯ ЛИПКОСТІ І СПОСОБИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

1

(21) a200700166  
(22) 19.05.2005  
(24) 26.04.2010  
(86) PCT/GB2005/001975, 19.05.2005  
(31) 10/864,618  
(32) 09.06.2004  
(33) US  
(46) 26.04.2010, Бюл.№ 8, 2010 р.  
(72) БЛОЧ МЕТТЬЮ Е., US, УЕЛТОН ТОМАС Д., US, НГУЙЄН ФІЛІП Д., US  
(73) ХЕЛЛІБЕРТОН ЕНЕРДЖИ СЕРВІСІЗ, ІНК., US  
(56) US 6209643, В1, 03.04.2001  
US 5833000, А, 10.11.1998  
US 6016870, А, 25.01.2000  
UA 38606, С2, 15.02.2005 (2000074957, А, 15.02.2001)  
(57) 1. Спосіб одержання пропантової набивки у підземному пласті, який включає:  
введення водної робочої рідини, яка містить частинки пропанту, де щонайменше частина частинок пропанту щонайменше частково покрита водною сполукою, яка надає липкості, у підземну тріщину; і активацію водної сполуки, яка надає липкості, шляхом впливу на неї активатора з тим, щоб утворити пропантову набивку.  
2. Спосіб за п.1, в якому активація водної сполуки, яка надає липкості, приводить до утворення стабільної пропантової набивки.  
3. Спосіб за п.1, в якому робоча рідина включає водну рідину, емульсію або піну.  
4. Спосіб за п.1, в якому робоча рідина включає прісну воду, солону воду або їх комбінацію.  
5. Спосіб за п.1, в якому робоча рідина є зшитою.  
6. Спосіб за п.1, в якому робоча рідина додатково містить активатор.  
7. Спосіб за п.1, в якому активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.  
8. Спосіб за п.1, в якому водну сполуку, яка надає липкості, активують до введення частинок пропанту у підземну тріщину.  
9. Спосіб за п.1, в якому водну сполуку, яка надає липкості, активують у процесі введення частинок пропанту у підземну тріщину.

2

10. Спосіб за п.1, в якому водну сполуку, яка надає липкості, активують після введення частинок пропанту у підземну тріщину.  
11. Спосіб за п.1, в якому водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язується з поверхнями, які мають позитивний дзета-потенціал.  
12. Спосіб за п.1, в якому водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язує з гідрофобними поверхнями.  
13. Спосіб за п.1, в якому водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язує з поверхнями, які мають негативний дзета-потенціал.  
14. Спосіб за п.1, в якому водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язує з гідрофільними поверхнями.  
15. Спосіб за п.1, в якому водна сполука, яка надає липкості, включає полімер акрилової кислоти, полімер ефіру акрилової кислоти, полімер похідного акрилової кислоти, гомополімер акрилової кислоти, гомополімер ефіру акрилової кислоти, полімер акриламідометилпропансульфонату, полімер похідного акриламідометилпропансульфонату, співполімер акриламідометилпропансульфонату, співполімер акрилової кислоти/акриламідометилпропансульфонату та їх співполімери або їх суміші.  
16. Спосіб за п.1, в якому активація водної сполуки, яка надає липкості, включає дестабілізацію водної сполуки, яка надає липкості.  
17. Спосіб за п.1, в якому активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.  
18. Спосіб за п.1, в якому активатор включає суміш оцтова кислота/оцтовий ангідрид.  
19. Спосіб за п.1, в якому частинки пропанту проводять в контакт з рідиною для попередньої обробки до того, як вони були щонайменше частково покриті водною сполукою, яка надає липкості.  
20. Спосіб за п.19, в якому рідина для попередньої обробки включає заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.  
21. Спосіб за п.1, в якому частинки пропанту покриті щонайменше частково смолою до того, як вони були щонайменше частково покриті водною сполукою, яка надає липкості.

(19) **UA** (11) **90274** (13) **C2**

22. Спосіб стабілізації пропантової набивки, який включає:

введення водної сполуки, яка надає липкості, щонайменше у частину існуючої пропантової набивки; і

активацію водної сполуки, яка надає липкості, шляхом впливу на неї активатора з тим, щоб стабілізувати пропантову набивку.

23. Спосіб за п.22, в якому водну сполуку, яка надає липкості, змішують з робочою рідиною до того, як її вводити у частину підземного пласта.

24. Спосіб за п.23, в якому робоча рідина включає водну рідину, емульсію або піну.

25. Спосіб за п.23, в якому робоча рідина включає прісну воду, солону воду або їх комбінацію.

26. Спосіб за п.23, в якому робоча рідина є зшитою.

27. Спосіб за п.23, в якому робоча рідина додатково містить активатор.

28. Спосіб за п.22, в якому активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

29. Спосіб за п.22, в якому водна сполука, яка надає липкості, включає полімер акрилової кислоти, полімер ефіру акрилової кислоти, полімер похідного акрилової кислоти, гомополімер акрилової кислоти, гомополімер ефіру акрилової кислоти, полімер акриламідометилпропансульфонату, полімер похідного акриламідометилпропансульфонату, співполімер акриламідометилпропансульфонату, співполімер акрилової кислоти/акриламідометилпропансульфонату та їх співполімери або їх суміші.

30. Спосіб за п.22, в якому активація водної сполуки, яка надає липкості, включає дестабілізацію водної сполуки, яка надає липкості.

31. Спосіб за п.22, в якому активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

32. Спосіб за п.22, в якому активатор включає суміш оцтова кислота/оцтовий ангідрид.

33. Спосіб за п.22, в якому щонайменше частину існуючої пропантової набивки приводять в контакт з рідиною для попередньої обробки до того як вводять водну сполуку, яка надає липкості, щонайменше у частину існуючої пропантової набивки.

34. Спосіб за п.33, в якому рідина для попередньої обробки включає заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

35. Спосіб за п.22, в якому пропантова набивка виявляє більш високу провідність після того, як водна речовина, яка надає липкості, була активована, порівняно з провідністю до активації водної речовини, яка надає липкості.

36. Спосіб регулювання винесення частинки пропанту з пропантової набивки, який включає:

введення водної рідини-носія, яка включає частинки пропанту, в якій щонайменше частина частинок пропанту покрита щонайменше частково водною сполукою, яка надає липкості, у

підземну тріщину з тим, щоб утворити пропантову набивку; і

активацію водної сполуки, яка надає липкості, шляхом впливу на неї активатора.

37. Спосіб за п.36, в якому активація водної сполуки, яка надає липкості, приводить до утворення стабільної пропантової набивки.

38. Спосіб за п.36, в якому робоча рідина включає водну рідину, емульсію або піну.

39. Спосіб за п.36, в якому робоча рідина включає прісну воду, солону воду або їх комбінацію.

40. Спосіб за п.36, в якому робоча рідина є зшитою.

41. Спосіб за п.36, в якому робоча рідина додатково містить активатор.

42. Спосіб за п.36, в якому активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

43. Спосіб за п.36, в якому водну сполуку, яка надає липкості, активують до введення частинок пропанту у підземну тріщину.

44. Спосіб за п.36, в якому водну сполуку, яка надає липкості, активують у процесі введення частинок пропанту у підземну тріщину.

45. Спосіб за п.36, в якому водну сполуку, яка надає липкості, активують після введення частинок пропанту у підземну тріщину.

46. Спосіб за п.36, в якому водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язується з поверхнями, які мають позитивний дзета-потенціал.

47. Спосіб за п.36, в якому водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язується з поверхнями, які мають негативний дзета-потенціал.

48. Спосіб за п.36, в якому водна сполука, яка надає липкості, включає полімер акрилової кислоти, полімер ефіру акрилової кислоти, полімер похідного акрилової кислоти, гомополімер акрилової кислоти, гомополімер ефіру акрилової кислоти, полімер акриламідометилпропансульфонату, полімер похідного акриламідометилпропансульфонату, співполімер акриламідометилпропансульфонату, співполімер акрилової кислоти/акриламідометилпропансульфонату та їх співполімери або їх комбінації.

49. Спосіб за п.36, в якому активація водної сполуки, яка надає липкості, включає дестабілізацію водної сполуки, яка надає липкості.

50. Спосіб за п.36, в якому активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

51. Спосіб за п.36, в якому активатор включає суміш оцтова кислота/оцтовий ангідрид.

52. Спосіб за п.36, в якому частинки пропанту приводять в контакт з рідиною для попередньої обробки до того, як вони були щонайменше частково покриті водною сполукою, яка надає липкості.

53. Спосіб за п.52, в якому рідина для попередньої обробки включає заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

54. Спосіб за п.36, в якому частинки пропанту покриті щонайменше частково смолою до того, як

вони були щонайменше частково покриті водною сполукою, яка надає липкості.

55. Робоча рідина, яка включає частинки пропанту, водну рідину, в якій щонайменше частина частинок пропанту покрита щонайменше частково водною сполукою, яка надає липкості, і активатор для активації водної сполуки, що надає липкості.

56. Робоча рідина за п.55, в якій водна рідина включає прісну воду, солону воду або їх комбінацію.

57. Робоча рідина за п.55, в якій водна рідина є зшитою.

58. Робоча рідина за п.55, в якій активатор включає органічну кислоту, ангідрид органічної кислоти, неорганічну кислоту, неорганічну сіль, заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію.

59. Робоча рідина за п.55, в якій активатор містить суміш оцтова кислота/оцтовий ангідрид.

60. Робоча рідина за п.55, в якій водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язує з поверхнями, які мають позитивний дзета-потенціал.

61. Робоча рідина за п.55, в якій водна сполука, яка надає липкості, переважно зв'язує з поверхнями, які мають негативний дзета-потенціал.

62. Робоча рідина за п.55, в якій водна сполука, яка надає липкості, включає полімер акрилової

кислоти, полімер ефіру акрилової кислоти, полімер похідного акрилової кислоти, гомополімер акрилової кислоти, гомополімер ефіру акрилової кислоти, полімер акриламідометилпропансульфонату, полімер похідного акриламідометилпропансульфонату, співполімер акриламідометилпропансульфонату, співполімер акрилової кислоти/акриламідометилпропансульфонату та їх співполімери або їх суміші.

63. Частинки пропанту, покриті водною сполукою, яка надає липкості, що переважно зв'язує з поверхнями, які мають позитивний дзета-потенціал.

64. Частинки пропанту, покриті водною сполукою, яка надає липкості, що переважно зв'язує з поверхнями, які мають негативний дзета-потенціал.

65. Частинки пропанту, покриті водною сполукою, яка надає липкості, що включає полімер акрилової кислоти, полімер ефіру акрилової кислоти, полімер похідного акрилової кислоти, гомополімер акрилової кислоти, гомополімер ефіру акрилової кислоти, полімер акриламідометилпропансульфонату, полімер похідного акриламідометилпропансульфонату, співполімер акриламідометилпропансульфонату, співполімер акрилової кислоти/акриламідометилпропансульфонату та їх співполімери або їх суміші.

Даний винахід стосується водних рідин для надання липкості та їх застосування для стабілізації частинок у розклинених тріщинах.

Свердловини для добування вуглеводнів часто інтенсифікують шляхом гідравлічного розриву пласта.

При гідравлічному розриві пласта в'язку рідину для гідророзриву закачують у продуктивну зону при такій швидкості і тиску, що підземний пласт руйнується, і у зоні утворюється одна або більше тріщин. Тверді частинки, такі як фракціонований пісок, які часто називають "пропантом", суспендують у частині рідини для гідророзриву і потім осаджують у тріщинах, де рідина для гідророзриву розріджується, і потім її повертають на поверхню. Ці частинки служать, серед іншого, для запобігання повному закриванню тріщин, у результаті чого утворюються провідні канали, через які можуть надходити вуглеводні, які добуваються.

Для запобігання подальшому винесенню пропанту та інших частинок флюїдами, які добуваються, частина пропанту, який вводиться у тріщини, може бути покрита смолою, яка стверджується, що може полегшити консолідацію частинок пропанту у тріщині.

Звичайно покритий смолою пропант осаджують у тріщині після того, як у ній вже була осаджена велика кількість пропанту без покриття. Частково закриті тріщини тиснуть на покриті смолою частинки пропанту, у результаті чого викликається контакт частинок одна з одною, у той час як смола посилює тісний контакт між індивідуальними частинками пропанту. Дія тиску і смоли приводить до

консолідації частинок пропанту у тверду, проникну масу, тривку при стисканні і розтяганні, яка служить для запобігання винесенню неконсолідованого пропанту і пластового піску з тріщин флюїдами, які добуваються, пошкодженню експлуатаційного обладнання і/або зниженню потенційної продуктивності свердловини.

У сполученні зі смолами або замість смол деяка частина або весь пропант може бути покритий реагентом, який надає липкості, для регулювання руху частинок продуктивної товщі через набивку розклинювальним агентом. Реагенти, які надають липкості, за своєю природою залишаються липкими або зберігають адгезійну властивість навіть після вміщення у пласт. Таким чином, у той момент, коли частинки продуктивної товщі намагаються пройти через пропантову набивку разом із пластовими флюїдами, вони можуть захоплюватися агентом, який надає липкості, тим самим запобігаючи їх виходу з флюїдами, які добуваються.

Застосування таких реагентів, які надають липкості, показало особливу корисність при добуванні вуглеводнів і води, особливо у пластах метану вугільних родовищ. Однак традиційні агенти, які надають липкості, вимагають застосування неводних рідин-носіїв або вуглеводнів, які незадовільно себе виявляють у певних поверхневих наземних, водних або морських оточуючих середовищах. Крім того, традиційні реагенти часто не можуть забезпечити високоеластичний зв'язок пропант-пропант, що бажано у певних підземних пластах. Традиційним реагентам, які надають липкості, також часто бракує здатності регулювати момент

початку "появи липкості" (тобто реагент, який надає липкості, не може бути вміщений як рідина, яка не має липкості, яка може потім бути активована у стан липкості). Тому пропанту звичайно необхідно надавати властивості липкості до його вміщення у тріщину, що обмежує можливість усунення недоліків і/або надання властивості липкості пропанту, який вже був вміщений у тріщину. Крім того, традиційні агенти, які надають липкості, мають тенденцію твердіти з часом при дії на них окиснювальних середовищ.

Даний винахід стосується водних рідин для надання липкості та їх застосування для стабілізації частинок у розклинених тріщинах.

Деякі варіанти здійснення даного винаходу пропонують способи створення пропантової набивки у підземному пласті, які включають введення водної робочої рідини, яка містить частинки пропанту, в якій щонайменше частина частинок пропанту є щонайменше частково покритою водною сполукою, яка надає липкості, у підземний пласт; та активацію водної сполуки, яка надає липкості, з тим, щоб утворити пропантову набивку.

Інші варіанти здійснення даного винаходу пропонують способи стабілізації пропантової набивки, які включають введення водної сполуки, яка надає липкості, щонайменше у частину існуючої пропантової набивки; та активацію водної сполуки, яка надає липкості, з тим, щоб утворити пропантову набивку.

Інші варіанти здійснення даного винаходу пропонують способи регулювання винесення частинок пропанту з пропантової набивки, які включають введення водної рідини-носія, яка містить частинки пропанту, в якій щонайменше частина частинок пропанту покрита щонайменше частково водною сполукою, яка надає липкості, у підземну тріщину з тим, щоб утворити пропантову набивку; та активацію водної сполуки, яка надає липкості.

Інші варіанти здійснення даного винаходу пропонують допоміжні рідини, які містять частинки пропанту і водну рідину, в якій щонайменше частина частинок пропанту покрита щонайменше частково водною сполукою, яка надає липкості.

Інші варіанти здійснення даного винаходу пропонують частинки пропанту, покриті водною сполукою, яка надає липкості.

Відмітні ознаки і переваги даного винаходу будуть легко зрозумілі фахівцями у цій галузі при ознайомленні з описом і переважними варіантами здійснення винаходу, які йдуть далі.

Даний винахід стосується рідин для надання липкості на водній основі та їх застосування для стабілізації частинок у розклинених тріщинах.

Водні сполуки, які надають липкості, даного винаходу.

Відповідно до даного винаходу водні сполуки, які надають липкості, можуть бути нанесені на частинку (таку як частинка пропанту), яка вводиться у частину підземної тріщини, яка включає неконсолідовані частинки. Термін "липкий", який застосовується у даному винаході, у всіх його формах звичайно стосується речовини, яка має таку природу, що вона є (або може ставати у результаті активації) до деякої міри липкою на дотик. Термін

"неконсолідовані", який застосовується тут, стосується ситуації, при якій частинки є слабо зв'язаними разом, незв'язаними, або настільки слабо зв'язаними, що здатні переміщатися з флюїдами, які рухаються через частину підземного пласта. Наприклад, частинки пропанту, які недостатньо зв'язані разом за допомогою смоли і які можуть переміщатися з флюїдами всередині пласта, можуть розглядатися як неконсолідовані.

Відповідні водні сполуки, які надають липкості, здатні утворювати щонайменше часткове покриття на поверхні частинки (такої як пропант). Звичайно відповідні водні сполуки, які надають липкості, не є значно липкими, коли їх поміщають на частинку, але вони здатні "активуватися" (тобто дестабілізуватися, коалесцювати і/або реагувати) з перетворенням сполуки на липку, яка надає липкості сполуці у потрібний момент. Така активація може відбуватися до, під час або після того, як водну сполуку, яка надає липкості, вводять у підземний пласт. У деяких варіантах здійснення перед нанесенням водного розчину сполуки, яка надає липкості, поверхня частинки спочатку може бути піддана попередній обробці.

У деяких варіантах здійснення даного винаходу описаний спосіб застосування водних сполук, які надають липкості, як для регулювання неконсолідованих частинок, існуючих у підземному пласті, так і для стабілізації ділянок межі поділу у підземному пласті, з тим, щоб перешкоджати вивільненню або утворенню частинок (таких як дрібнодисперсні) з межі поділу. У деяких варіантах здійснення даного винаходу водна сполука, яка надає липкості, піддана активації, дозволяє стабілізувати частинки за допомогою посиленої форми флокуляції. При нормальній флокуляції липкі частинки агрегуються разом; однак посилена флокуляція, яка викликається водними сполуками, які підвищують в'язкість, даного винаходу, також дозволяє флокульованим, липким частинкам зчіплюватися з поверхнями, якими вони входять у контакт одна з одною (наприклад, поверхню стінки колектора або іншої частинки). Оскільки частинки є липкими і зберігають липкість, виявилось, що флокульовані частинки, відриваючись від поверхні, з якою вони були зчеплені, здатні прикріплюватися до іншої поверхні. Це додатково знижує імовірність переміщення липких частинок з пластовими флюїдами і погіршення експлуатації свердловини.

Деякі варіанти здійснення даного винаходу пропонують способи відновлення підземних тріщин без необхідності повторних розломів або повторного введення частинок пропанту, які могли бути вже осаджені у тріщині. У варіантах здійснення даного винаходу до поняття "відновні операції" (тобто операції, при яких пропантова набивка вже знаходиться на місці, і небажане винесення вже почало відбуватися, і необхідне відновлення, або операції, при яких пласт почав вже розколюватися і нестабільна поверхня пласта вимагає відновлення) можуть особливо добре підходити водні сполуки, які надають липкості, даного винаходу, почасти завдяки тому факту, що вони можуть бути введені всередину ділянки, яка відновлюється, у вигляді нелипкої речовини і потім активовані для виявлен-

ня липких властивостей. Водна сполука, яка надає липкості, даного винаходу може особливо добре підходити для таких відновних операцій, почасти завдяки тому факту, що вона може бути введена всередину ділянки пропантової набивки у вигляді неліпкої або адсорбуючої речовини і потім активована для виявлення липких властивостей, маючи на меті, таким чином, поверхню частинок, поки не присутніх у порових просторах.

Водні сполуки, які надають липкості, даного винаходу звичайно є зарядженими полімерами, які включають сполуки, які утворюють у водному розчиннику або розчині покриття, яке не отверджується, (самі по собі або за допомогою активатора) і при нанесенні на частинку збільшують швидкість безперервного критичного ресуспендування частинки при контакт з потоком води (далі описане у прикладі 7). Водна сполука, яка надає липкості, посилює тісний контакт між індивідуальними частинками всередині пласта (будь то частинки пропанту, частинки продуктивної товщі або інші частинки), сприяючи консолідації частинок у когезійну, еластичну і проникну масу.

Приклади водних сполук, які надають липкості, відповідних для застосування у даному винаході, включають, але цим не обмежуючи, полімери акрилової кислоти, полімери ефірів акрилової кислоти, полімери похідних акрилової кислоти, гомополімери акрилової кислоти, ефіри гомополімерів акрилової кислоти (такі як полі(метилакрилат), полі(бутилакрилат) і полі(2-етилгексилакрилат)), ефіри співполімерів акрилової кислоти, полімери похідних метакрилової кислоти, гомополімери метакрилової кислоти, гомополімери ефірів метакрилової кислоти (такі як полі(метилметакрилат), полі(бутилметакрилат) і полі(2-етилгексиметакрилат)), полімери акриламідометилпропансульфонату, полімери похідних акриламідометилпропансульфонату, співполімери акриламідометилпропансульфонату, і співполімери акрилової кислоти/акриламідометилпропансульфонату та їх комбінації.

Незважаючи на те, що існує багато можливих способів для визначення відповідного водного реагенту, який надає липкості, одним практичним способом для вибору відповідного полімеру є наступний: беруть полімер, який тестується, у концентрованій формі (тобто близько 20-50% концентрації) і додають до нього активатор. Якщо у результаті дослідження видно, що суміш коагулює з утворенням твердої або напівтвердої маси, то тоді полімер підходить як водний реагент, який надає липкості, за даним винаходом. Якщо видно, що суміш не коагулює з утворенням твердої або напівтвердої маси, тоді потрібно вибрати інший активатор і повторити випробування. Фахівець у цій галузі, знаючи, що потрібна коагуляція, зможе вибрати можливі активатори. Наприклад, при випробуванні полімеру на основі акрилату як придатного для водного реагенту, який надає липкості, можливим активатором є суміш, яка містить 50об.% оцтового ангідриду і 50об.% льодяної оцтової кислоти. Вибір водних сполук, які надають липкості, може залежати, серед іншого, від умов, існуючих у

свердловині (наприклад, мінералізації, температури і/або рН). Залежність між цими та іншими умовами, існуючими у свердловині, не буде однаковою для всіх відповідних водних сполук, які надають липкості. Наприклад, висока мінералізація може прискорювати активацію для одних водних сполук, які надають липкості, але сповільнювати активацію для інших. Фахівець у цій галузі зможе визначити вплив конкретних умов, існуючих у свердловині, на вибір водних сполук, які надають липкості. Наприклад, при застосуванні полімеру поліакрилату висока мінералізація і/або граничний рН (або вище 9 або нижче 5) звичайно прискорюють активацію.

Як було описано вище, відповідні водні сполуки, які надають липкості, звичайно є зарядженими полімерами вони переважно прикріплюються до поверхонь, які мають протилежний заряд. Наприклад, водна сполука, яка надає липкості, яка має негативний заряд, буде переважно прикріплюватися до поверхні, яка має значення дзета-потенціалу від позитивного до нейтрального і/або гідрофобну поверхню. Аналогічно, на основі аналогічної хімії, позитивно заряджені водні сполуки, які надають липкості, будуть переважно прикріплюватися до поверхні зі значеннями дзета-потенціалу від негативного до нейтрального і/або до гідрофільної поверхні. Зокрема, у варіантах здійснення, коли поверхня (пласта або частинки), яка піддається обробці, зазнає нестачі адекватно сприймаючої поверхні (тобто поверхня, яка піддається обробці, зазнає нестачі у заряді, практично протилежному заряду вибраної водної сполуки, яка надає липкості), може бути використана рідина для попередньої обробки для того, щоб зробити поверхню більш сприйнятливою до водної сполуки, яка надає липкості. Наприклад, можна використовувати для попередньої обробки катіонний полімер для обробки поверхні з негативним дзета-потенціалом, або обробляти поверхню з позитивним дзета-потенціалом шляхом використання аніонної попередньої обробки. Для фахівця у цій галузі зрозуміло, що амфотерні і цвітер-іонні рідини для попередньої обробки можуть також бути використані, якщо умови, яких вони зазнають під час використання, є такими, що вони виявляють необхідний заряд. Відповідні рідини для попередньої обробки включають заряджені рідини, які містять заряджену поверхнево-активну речовину, заряджений полімер або їх комбінацію. Для фахівця у цій галузі очевидно, що з точки зору переваги цього винаходу, застосування попередньої обробки є необов'язковим і залежить щонайменше частково від відмінностей зарядів або їх нестачі між вибраною водною сполукою, яка надає липкості, і поверхнею, яка піддається обробці.

Як вже зазначалося вище, водна сполука, яка надає липкості, є початково неліпкою і стає липкою при контакт з активатором. Звичайно активатором є органічна кислота (або ангідрид органічної кислоти, який здатний гідролізуватися у воді з утворенням органічної кислоти), неорганічна кислота, неорганічна сіль (така як розсіл), заряджена поверхнево-активна речовина, заряджений полімер або їх комбінація, і будь-яка речовина, яка

здатна робити водну сполуку, яка надає липкості, нерозчинною у водному розчині, може бути використана як активатор відповідно до рекомендацій даного винаходу. Вибір активатора може змінюватися залежно, серед іншого, від складу водної сполуки, яка надає липкості. Прикладом одного активатора, відповідного для застосування у даному винаході, є суміш оцтова кислота/оцтовий ангідрид. Інші кислоти, солі кислот, ангідриди та їх суміші можуть бути також застосовні. Знову це подібно до коагуляції. Наприклад, багато які латекси природних каучуків коагулюють з оцтовою або мурашиною кислотою у технологічному процесі. Відповідні солі включають, але цим не обмежуючи, хлорид натрію, хлорид калію, хлорид кальцію та їх суміш. В іншому прикладі варіанта здійснення даного винаходу концентрація солей або інших активуючих сполук, присутніх у пластівській воді, сама по собі може бути достатньою для активації водної сполуки, яка надає липкості. У такому варіанті здійснення немає необхідності додавати зовнішній активатор. Звичайно активатор застосовують у кількості від 0,1% до 40% від маси об'єму рідини; однак у деяких випадках, таких як розсоли, активатор може бути у надлишку від рідини для обробки і водної сполуки, яка надає липкості. Однак будь-яка сполука, яка викликає активацію водної сполуки, яка надає липкості, (наприклад, яка робить водну сполуку, яка надає липкості, нерозчинною) може бути застосована у рамках ідей даного винаходу, незалежно від концентрації активатора, необхідної для ініціювання активації водної сполуки, яка надає липкості.

Сімейство відповідних активаторів практично таке ж, як сімейство відповідних рідин для попередньої обробки; відмінність полягає щонайменше частково у застосовуваній кількості і часі їх застосування. Наприклад, коли один і той же хімічний реагент або хімічні реагенти застосовуються як рідина для попередньої обробки і як активатор, рідина для попередньої обробки може складати тільки від 0,1% до 5% об'єму кількості, яка сумарно використовується. Для фахівця у цій галузі зрозуміло, що рідина для попередньої обробки використовується передусім для підготовки поверхні для акцептування водної сполуки, яка надає липкості, і звичайно вона не буде використовуватися у кількості, достатній для подальшої активації водної сполуки, яка надає липкості. Крім того, у певних варіантах здійснення активатор може бути взагалі не потрібен. Наприклад, частина підземного пласта, яка піддається обробці, може містити достатній рівень солей у пластових флюїдах, які при введенні водної сполуки, яка надає липкості, у пласт та її контакт з існуючими флюїдами викличуть необхідну активацію.

У деяких варіантах здійснення даного винаходу водні сполуки, які надають липкості, застосовують для покривання частинок пропанту. Відповідні частинки пропанту є звичайно такого розміру, що відвертається вихід з підземної зони частинок продуктивної товщі, які можуть переміщатися з флюїдами, які добуваються. Можуть бути застосовані будь-які відповідні частинки пропанту, включаючи природний фракціонований пісок або шка-

ралупу горіхів, або створені матеріали, такі як боксит, керамічні матеріали, скляні матеріали, полімерні гранули, композиційні частинки, та інші подібні матеріали. Звичайно частинки пропанту мають розмір від 4 до 400 mesh, U.S. Sieve Series. У деяких варіантах здійснення даного винаходу частинками пропанту є фракціонований пісок, який має розмір частинок в інтервалі від 10 до 70 mesh, U.S. Sieve Series. Потрібно розуміти, що термін "частинка", який використовується у цьому описі, включає всі відомі форми матеріалів, включаючи практично сферичні матеріали, волокнисті матеріали, полігональні матеріали (такі як матеріали кубічної форми) та їх суміші. Крім того, для збільшення провідності пропантової набивки, яка одержується, серед іншого, у пропант часто включають волокнисті матеріали, які можуть або не можуть застосовуватися для витримування тиску тріщини, яка закривається, та обробку гравієм.

У конкретних варіантах здійснення даного винаходу частинки пропанту можуть бути щонайменше частково покриті смолою, яка стверджується. У конкретних варіантах здійснення цей покритий смолою пропант ("RCP") може включати пропант, на який вже було нанесене покриття промисловим виробником. Відповідні комерційно доступні RCP матеріали включають, але цим не обмежуючи, пісок, покритий попередньо отвердженою смолою, пісок, покритий здатною до отвердження смолою, кераміку, покриту здатною до отвердження смолою, пісок, кераміку або боксити, покриті одинарним шаром, подвійним шаром або декількома шарами смоли. Деякими прикладами є "XRT™ CERAMAX P", "CERAMAX I", "CERAMAX P", "ACFRAC BLACK", "ACFRAC CR", "ACFRAC SBC", "ACFRAC SC" та "ACFRAC LTC", які постачаються фірмою Borden Chemical, Columbus, Ohio. Деякими прикладами є "HYPERPROP G2", "DYNAPROP G2", "MAGNAPROP G2", "OPTIPROP G2", "SUPER HS", "SUPER DC", "SUPER LC" і "SUPER HT", які постачаються фірмою Santrol, Fresno, Texas.

Відповідні композиції смол, які стверджуються, включають ті смоли, які здатні утворювати отверджені, ущільнені маси. Відповідні смоли включають, але цим не обмежуючи, двокомпонентні смоли на основі епоксидів, новолачні смоли, поліепоксидні смоли, фенолальдегідні смоли, сечовиноальдегідні смоли, уретанові смоли, фенольні смоли, смоли фурану з фурфуріловим спиртом, смоли фенолу з латексами, фенолформальдегідні смоли, поліефірні смоли та їх гібриди і співполімери, поліуретанові смоли та їх гібриди і співполімери, акрилатні смоли, та їх суміші. Згаданими вище двокомпонентними модифікаціями можуть бути деякі відповідні смоли, такі як епоксидні смоли, і може бути використаний зовнішній каталізатор або активатор. Інші відповідні смоли, такі як фуранові смоли, звичайно вимагають каталізатор уповільненої дії або зовнішній каталізатор для полегшення активації полімеризації смол, якщо температура отвердження є низькою (тобто меншою ніж 250°F), але вони будуть стверджуватися під дією часу і температури, якщо температура пласта вища 250°F, переважно вища 300°F. На вибір відповідного матеріалу для смо-

ляного покриття може впливати температура підземного пласта, в який буде вводиться рідина. Наприклад, для підземних пластів, які мають статичну температуру на забой свердловини ("BHST") від 60°F до 250°F, можуть бути переважними двокомпонентні смоли на основі епоксидів, які містять компонент смоли, яка отверджується, і компонент стверджувального реагенту, який містить особливі отверджувальні реагенти. Для підземних пластів, які мають BHST від 300°F до 600°F, може бути переважною смола на основі фурану. Для підземних пластів, які мають BHST від 200°F до 400°F, можуть застосовуватися або смола на основі фенолу або однокомпонентна смола HT на основі епоксиду. Для підземних пластів, які мають BHST щонайменше близько 175°F, може також застосовуватися смола на основі фенолу/фенолформальдегіду/фурфурілового спирту. Для фахівця у цій галузі не становить труднощів для досягнення переваг винаходу вибрати відповідну смолу для використання у варіантах здійснення даного винаходу і для визначення необхідності застосування каталізатора для ініціювання отвердження.

У конкретних варіантах здійснення даного винаходу частинки пропанту можуть бути попередньо покриті водними сполуками, які надають липкості. В інших варіантах здійснення даного винаходу пропант може бути покритий водними сполуками, які надають липкості, у ході процесу у протилежність попередньому покриттю.

У деяких варіантах здійснення даного винаходу описані способи розриву підземного пласта з використанням частинок пропанту, в яких частинки пропанту покриті щонайменше частково водною сполукою, яка надає липкості. У таких варіантах здійснення частинки пропанту звичайно доставляють у частину підземного пласта, спочатку готуючи з них суспензію у робочій рідині (такій як рідина для гідророзриву пласта).

Відповідними робочими рідинами даного винаходу можуть бути водні рідини, емульсії, піни або будь-яка інша відома форма підземних рідин, відомих у техніці. У деяких варіантах здійснення робочі рідини даного винаходу містять прісну воду. У деяких варіантах здійснення водні розчини солей можуть також бути використані як робоча рідина за умови, що концентрація солі у рідині не діє негативно на активацію і/або дестабілізацію водної сполуки, яка надає липкості. Водні гелі, піни, нерозбавлений азот, діоксид вуглецю, емульсії та інші відповідні рідини для гідророзриву пласта (зшиті або незшиті) можуть також бути використані відповідно до даного винаходу. Водні гелі звичайно складаються з води та одного або більше гелетвірних агентів. Емульсії можуть складатися з двох рідин, які не змішуються, таких як водна гелеподібна рідина і зріджений, звичайно газоподібний флюїд, такий як азот або діоксид вуглецю. У прикладах здійснення даного винаходу робочими рідинами є водні гелі, які складаються з води, гелетвірного агента для перетворення води у гель і підвищення її в'язкості, і необов'язково зшивального агента для зшивання гелю і додаткового підвищення в'язкості рідини. Підвищена в'язкість загу-

щеної або загущеної і зшитої допоміжної рідини, серед іншого, зменшує втрати рідини і може дозволити робочій рідині транспортувати значні кількості суспендованих частинок пропанту. Вода, яка застосовується для утворення робочої рідини, може бути свіжою водою, солоною водою, розсолом або будь-якою іншою водною рідиною, яка не впливає негативно на інші компоненти. У результаті застосування водної допоміжної рідини вплив на оточуюче середовище підземних обробок відповідно до даного винаходу може бути мінімізований або зменшений, особливо коли робочу рідину скидають у поверхню земного, водного або морського середовища, або рідина регулюється законом США U.S. EPA Safe Drinking Water Act (Section 1425, 42 U. S.C. 3000h-4(a), 1422 (b), U. S.C. 300h-1(b)).

У варіантах здійснення даного винаходу, які включають застосування робочої рідини (такої як зшитий гель), активатор може бути не потрібен (як у ситуації, при якій підземна рідина або робоча рідина сама по собі у своїй основі містить відповідні активуючі сполуки), активатор може бути включений у саму робочу рідину, активатор може бути вміщений у рідину для попереднього промивання, яку вводять у пласт до робочої рідини, активатор може бути включений у рідину для подальшого промивання, яку вводять у пласт після робочої рідини, або може бути використана відповідна комбінація введення одного або більше активаторів. Як було описано вище, активатор звичайно присутній у кількості від 0,1% до 40% від сумарного об'єму рідини; однак у випадку розсолів або рідин для гідророзриву пласта він може бути у великому надлишку. В інших варіантах здійснення активатор присутній у кількості від 0,2% до 25% від сумарного об'єму рідини. В інших варіантах здійснення активатор присутній у кількості від 0,5% до 10% від сумарного об'єму рідини. Потрібно розуміти, що будь-яка сполука, яка буде викликати активацію водної сполуки, яка надає липкості, (наприклад, примушуючи водну сполуку, яка надає липкості, коагулювати і ставати в'язкою), може бути використана в ідеях даного винаходу, незалежно від концентрації активатора, необхідного для ініціювання активації водної сполуки, яка надає липкості.

Незважаючи на те, що активація водної сполуки, яка надає липкості, може відбуватися до, під час або після вміщення пропанту у підземний пласт, у конкретних варіантах здійснення даного винаходу водна сполука, яка надає липкості, активується після вміщення пропанту як засіб обробки існуючої пропантової набивки. Це особливо корисно у ситуаціях, коли може бути небажано вводити водну сполуку, яка надає липкості, в її липкій формі, таких як при операції відновлення. Таким чином, водна сполука, яка надає липкості, може бути активована з утворенням високо липкої сполуки або сполуки, яка надає липкості, яка специфічно або вибірково зчіплюється з необхідними поверхнями пропанту, які мають або природну або індуквану спорідненість зі сполукою, яка надає липкості.

Таким чином, водна сполука, яка надає липкості, може бути піддана активації будь-якої кількості разів при обробці з метою гідралічного розриву пласта. У конкретному варіанті здійснення даного винаходу активатор може бути змішаний з рідино-носієм приблизно одночасно з водною сполукою, яка надає липкості. Таким чином, водна сполука, яка надає липкості, при введенні у підземний пласт вже є активованою або щонайменше знаходиться у процесі активації. В іншому варіанті здійснення даного винаходу активатор може бути введений у підземний пласт через деякий час після того, як вже була введена у пласт водна сполука, яка надає липкості, (наприклад, водна сполука, яка надає липкості, може бути присутньою у підземному пласті протягом деякого часу до її активації).

Таким чином, водна сполука, яка надає липкості, забезпечує здатність відновлювати підвищену липкість тріщини при руйнуванні порід або частинок пропанту або дрібнодисперсних матеріалів, які потребують повторної консолідації. Для фахівця у цій галузі зрозуміло, що рішення, чи готувати заздалегідь суміш активатора і водної сполуки, яка надає липкості, залежить щонайменше частково від вибраного активатора. Наприклад, сольовий активатор може активувати водну сполуку, яка надає липкості, більш швидко, ніж активатор у вигляді зарядженої поверхнево-активної речовини.

Для полегшення кращого розуміння даного винаходу наводяться наступні приклади переважних варіантів здійснення. У жодному випадку не потрібно сприймати наступні приклади як обмеження або визначення об'єму винаходу.

#### Приклад 1

Базовий гель, який включає зшиту боратом рідину для гідророзриву пласта, який містить 35 фунтів сухого гуарового полімеру на 1000 галонів, одержували змішуванням 1 літра води, яка містить 20 грам солі KCl, 4,2 грама сухого гуарового полімеру, і 0,2мл суміші оцтова кислота/ацетат амонію (яка використовується як буфер pH для зниження pH суміші до 6,5) для здійснення гідратації гуару при змішуванні у змішувачі протягом приблизно 10 хвилин. Вслід за стадією гідратації додавали 2,5мл карбонату калію (який використовується як буфер pH для підвищення pH кінцевого базового гелю до 10,2).

Пісок марки Brady sand (20/40 mesh) обробляли 1мл поверхнево-активної речовини на основі четвертинного амонію на 250 грам піску Brady sand і потім усуху покривали 3 масовими процентами покриття 40% розчином полімеру ефіру поліакрилату.

250 грам покритого піску 20/40 Brady sand потім вміщували у чисту лабораторну хімічну склянку об'ємом 1 літр і додавали 300мл розчину базового гелю, і склянку вміщували у 140°F водяну баню з верхньою мішалкою. При змішуванні 0,32мл боратного зшивача додавали до суспензії базовий гель/пропант протягом 2 хвилин для ініціювання зшивання.

Досягалася стабільне зшивання, і воно порівнювалося з контрольним випробуванням, яке використовує пропант без обробки за винаходом. Обидві рідини залишалися стабільними, вказуючи

на те, що розчин за винаходом не виявляє негативних впливів на стабільність рідини; тобто він не виявляє негативних впливів, таких як нездатність до зшивання або передчасне руйнування.

При руйнуванні зшитого гелю за допомогою HCl покритий пісок розділяли і тестували, і було виявлено, що він виявляє необхідну властивість липкості і поліпшений показник при випробуванні у Т-подібній трубці (дивіться нижче). Крім того, було виявлено, що покритий пісок вимагає додаткового активатора для досягнення бажаних властивостей покриття завдяки щонайменше тому факту, що гелеподібна система для розриву пласта містила активатори, такі як KCl, і також мала сприятливе pH активації для полімерів на основі акрилової кислоти.

#### Приклад 2

Пісок з річки Бразос (США) з розміром частинок меншим ніж 100 mesh використовували для моделювання пластового піску. Цей матеріал упаковували всередині конічного тefлонового штуцера з внутрішнім діаметром 1 дюйм і довжиною 5 дюймів. Шари близько 0,5 дюйма товщиною піску з річки Отава (Канада) 20/40 mesh упаковували нижче і вище шару піску з річки Бразос. Стовпчик піску потім насичували 3% розсолом KCl і промивали цим розсолом при швидкості 5мл/хв. для декількох об'ємів порового простору для визначення початкової проникності піщаної пробки. Стовп, який містить пісок річки Бразос, потім обробляли 2 поровими об'ємами складу для обробки пристовбурної зони (4% по об'єму 40% розчину полімеру ефіру поліакрилату, 0,5% активатора, 0,1% катіонної поверхнево-активної речовини, 0,1% амфотерної поверхнево-активної речовини, решта - вода). Потім використовували розсіл KCl (3%) для надлишкового промивання піщаної набивки 5 поровими об'ємами. Оброблений стовпчик піску потім вміщували у термошафу для отвердження при 175°F протягом 20 годин.

Після періоду отвердження пропускали потік з протилежного напрямку через стовп обробленого піску, використовуючи розсіл 3% KCl. Швидкість потоку підтримували на рівні 5мл/хв. для визначення проникності, яка збереглася, піскової набивки порівняно з її початковою проникністю. Було збережено більше ніж 95% проникності обробленої піщаної набивки і не було ознаки утворення дрібнодисперсного матеріалу у витічному потоці, який збирається при 5мл/хв. потоці KCl, який використовується для визначення відновленої проникності.

Результати цього прикладу підтверджують, що рідина для обробки пристовбурної зони була здатна стабілізувати пластовий пісок без особливого погіршення проникності піщаної набивки.

#### Приклад 3

Аналогічне приготування зразків і методика випробування, описані у прикладі 2, були повторені у цьому прикладі, за винятком того, що використовували різні концентрації рідини для обробки. Пісок річки Бразос використовували для моделювання частинок продуктивної товщі. Цей матеріал упаковували всередині конічного тefлонового штуцера з внутрішнім діаметром 1 дюйм і довжи-



ною 5 дюймів. Шари близько 0,5 дюйма товщиною піску з річки Отава 20/40 mesh упаковували нижче і вище шару піску з річки Бразос. Стовпчик піску потім насичували 3% розсолом KCl і промивали цим розсолом при швидкості 5мл/хв. для декількох об'ємів порового простору для визначення початкової проникності піщаної набивки. Потім додавали два порових об'єми рідини для обробки пристовбурної зони (2% по об'єму 40% розчину полімеру ефіру поліакрилату, 0,5% активатора, 0,1% катіонної поверхнево-активної речовини, 0,1% амфотерної поверхнево-активної речовини, решта - вода). Потім використовували розсіл KCl (3%) для надлишкового промивання піщаної набивки 5 поровими об'ємами.

Оброблений стовпчик піску потім вміщували у термошафу для отвердження при 175°F протягом 20 годин. Після періоду отвердження пропускали потік з протилежного напрямку через стовпчик обробленого піску, використовуючи розсіл 3% KCl. Швидкість потоку підтримували на рівні 5мл/хв. для визначення проникності, яка збереглася, піскової набивки порівняно з її початковою проникністю.

Зберігалось більше ніж 97% проникності обробленої піщаної набивки. Крім того, не було ознаки утворення дрібнодисперсного матеріалу у витічних потоках, які збирали за час потоку при відновленій проникності.

#### Приклад 4

Пісок річки Бразос використовували як модель пластового піску. Матеріал упаковували у дві латунні комірки з внутрішнім діаметром 1,5 дюйма і розташовували у проміжках між піщаними набивками піску 70/170-mesh.

Стовпчик піску промивали 3 поровими об'ємами розсолу 3% KCl, потім 2 поровими об'ємами складу для обробки пристовбурної зони (5% по об'єму 40% розчину полімеру ефіру поліакрилату, 0,5% активатора, 0,2% поверхнево-активних речовин, решта - вода) і промивали у надлишку 3 поровими об'ємами розсолу 3% KCl.

Для моделювання ствердження низхідної бурової свердловини одну комірку потім вміщували у термошафу при 175°F протягом 20 годин, і одну вміщували у термошафу при 325°F протягом 20 годин. Після періоду отвердження оброблений пісок діставали з комірки і досліджували на структуру, форму і пластичність. Оброблений пісок річки Бразос являв собою тверду структуру, яка набувала форми комірки. Незважаючи на наявність незначної сили консолідації, яка звичайно спостерігається для консолідованої породи, крупинки обробленого піску річки Бразос склеюються разом з утворенням стабільної структури.

#### Приклад 5

Пісок річки Бразос використовували як модель пластового піску. Матеріал упаковували у дві латунні комірки з внутрішнім діаметром 1,5 дюйма і розташовували у проміжках між піщаними набивками піску 70/170-mesh. Стовпчик піску промивали 3 поровими об'ємами розсолу 3% KCl, потім 2 поровими об'ємами складу для обробки пристовбурної зони (5% по об'єму 40% розчину полімеру ефіру поліакрилату, 0,5% активатора, 0,2%

поверхнево-активних речовин, решта - вода) і не застосовували промивання у надлишку.

Для моделювання отвердження низхідної бурової свердловини один оброблений стовпчик потім вміщували у термошафу при 175°F протягом 20 годин, і один вміщували у термошафу при 325°F протягом 20 годин. Після періоду отвердження оброблений пісок діставали з комірки і досліджували на структуру, форму і пластичність. Оброблений пісок річки Бразос являв собою тверду структуру, яка набувала форми комірки. Незважаючи на наявність незначної сили консолідації, яка звичайно спостерігається для консолідованої породи, крупинки обробленого піску річки Бразос склеюються разом з утворенням стабільної структури.

#### Приклад 6

Дрібнодисперсні частинки піску річки Бразос з номером сита 200 mesh і більш дрібні використовували для моделювання дрібних частинок продуктивної товщі. Матеріал упаковували всередину прозорої, для полегшення спостереження, акрилової проточної комірки з внутрішнім діаметром 1 дюйм. Пісок річки Отава з номером сита 20/40 mesh упаковували нижче і вище цих шарів дрібних частинок продуктивної товщі. Стовпчик піску потім насичували 3% розсолом KCl і промивали 5 об'ємами цього розсолу, потім 2 поровими об'ємами рідини для обробки пристовбурної зони (2% по об'єму 40% розчину полімеру ефіру поліакрилату, 0,5% активатора, 0,2% поверхнево-активних речовин, решта - вода) і потім надмірно промивали 2 поровими об'ємами розсолу 3% KCl.

Оброблений стовпчик піску потім вміщували у термошафу для отвердження при 140°F протягом 20 годин.

Після періоду отвердження пропускали потік з протилежного напрямку через стовп обробленого піску, використовуючи розсіл 3% KCl. Швидкість потоку встановлювали спочатку 10мл/хв. і потім підвищували з визначеним кроком до 80мл/хв. Витічні потоки збирали для того, щоб підтвердити, що спостерігалось у комірці під час потоку. Всі результати вказували, що в обробленому стовпчику була можливість повного регулювання переміщення дрібнодисперсного матеріалу для всіх швидкостей потоку порівняно з контролем.

Для порівняння використовували як контроль приготований ідентичний стовпчик піску, але без концентраційної обробки рідиною для обробки пристовбурної зони. Було виявлено, що як тільки встановлювався потік, дрібні частинки негайно починали переміщатися всередину піщаної набивки і становити частину вихідного потоку навіть при 10мл/хв.

#### Приклад 7

Зразок 20/40 піску марки Brady Sand обробляли (41,25% концентрату полімеру ефіру поліакрилату, 3,75% поверхнево-активних речовин, 30% води і 25% активатора) при 2% (об'єм/маса) від сумарного об'єму рідини для обробки пристовбурної зони. Цей зразок був потім вміщений для випробування у Т-подібну трубку, як описано далі. Оцінка рідини або розчину сполуки для використання як сполуки, яка надає клейкості, може бути

здійснена у результаті наступного тесту: спочатку визначають критичну швидкість ресуспендування для матеріалу, на який наносять сполуку, яка надає липкості. Один відповідний пристрій для тесту включає 1/2" дюймову Т-подібну скляну трубку, яка з'єднана із вводом джерела води, і вихід лінії виводу блокується для потоку рідини. Водну суспензію частинок засмоктують у Т-подібну трубку через вхід і збирають фільтрацією всередині її частини на фоні екрана. Коли частина Т-подібної трубки заповнюється, джерело вакууму видаляють і використовують заглушку для закупорки кінця цієї частини. Канал потоку із входу до виходу потім прочищають і помпу з регульованою подачею з'єднують з входом, і вводиться регульований потік води. Швидкість рідини повільно підвищують через вхід доти, поки перша частинка зернистого матеріалу захоплюється водним потоком, який тече. Це визначає базис для швидкості початкового ресуспендування. Далі швидкість потоку додатково підвищують доти, поки переміщення частинок не стає безперервним. Це визначає базис для швидкості безперервного ресуспендування. Потім тест може бути перерваний і пристрій заповнений частинкою, що має покриття, яке відповідає 0,5 процента активного матеріалу від маси частинки, яка застосовується для цієї мети. Аналогічні тенденції звичайно спостерігаються у результатах, коли концентрації, які тестуються, складають від 0,1 до 3 процентів, однак 0,5 процентний рівень, який знаходиться всередині переважного інтервалу застосування, є переважним для стандартизації методики. Тест може бути повторений для визначення початкової точки переміщення частинки і швидкості, при якій переміщення стає безперервним. Потім визначають процент збільшення швидкості (або зменшення), виходячи зі значення бази-су початкової або безперервної швидкості ресуспендування.

Ефективно оброблений пропант буде перешкоджати переміщенню частинок порівняно з необробленим пропантом. Зразок, який тестується, не виявляв ознак переміщення частинок навіть тоді, коли у пристрій для тесту спрямовували потік при максимальній швидкості 2000мл/хв. Винесення необробленого піску марки 20/40 Brady Sand починалося при 154мл/хв.; для обробленого піску спостерігалось винесення при швидкостях потоку більше ніж у 13 разів вищих, ніж для необробленого піску.

#### Приклад 8

Зразок піску марки 20/40 Brady Sand обробляли (40% концентрату полімеру акрилату, 5% поверхнево-активних речовин, 10% активатора, решта - вода) при 2% (об'єм/маса) від сумарного об'єму рідини для обробки пристовбурної зони. Цей зразок показав 13% поліпшення проникності пропанту порівняно з необробленим піском 20/40 Brady Sand. Було також виявлено, що оброблений пропант виявляє необхідну властивість адгезії при індивідуальних зернах пропанту, адгезійно та еластично зв'язаних разом.

#### Приклад 9

Один метод визначення, чи є полімер відповідним для застосування як водний реагент, який

надає липкості: приготувати суміш, яка складається з 50 об'єм. % оцтового ангідриду і 50 об'єм. % льодяної оцтової кислоти. Вмістити 10мл полімеру, який тестується, у скляний бутель об'ємом 60мл. Потім додати 40мл деіонізованої води і вручну збовтати для перемішування. Потім додати 15мл суміші оцтова кислота/оцтовий ангідрид (або іншого активатора). Інтенсивно збовтати бутель протягом 30 секунд. Відповідний полімер буде утворювати тверду або напівтверду масу. Повторіть відбір серед інших відомих активаторів, таких як суміш оцтова кислота/оцтовий ангідрид, інші кислоти, солі кислот, ангідриди, заряджені полімери, заряджені поверхнево-активні речовини, хлорид натрію, хлорид калію, хлорид кальцію та їх суміші.

#### Приклад 10

Здійснювали обробку пласта метану вугільних родовищ, який виявляє відносно низьку індивідуальну продуктивність свердловини. Передбачалося, що продуктивність свердловини була щонайменше частково зменшена за рахунок вугільного дрібняку, який блокує приплив газу до стовбура свердловини. Свердловини були попередньо піддані дії гідравлічного розриву у декількох пластах вугілля. Дві свердловини обробляли розчином, який містить оцтовий ангідрид, льодяну оцтову кислоту, полімер ефіру поліакрилату як водну сполуку, яка надає липкості, ензим та окиснювач у воді.

Продуктивність першої свердловини по метану змінювалася від 43 MCFD (тисяч кубічних футів на день) до обробки і до близько 75 MCFD після обробки.

Аналогічно, продуктивність другої свердловини по метану змінювалася від 80 MCFD до обробки і до 105 MCFD після обробки. Крім того, спостереження цих оброблених свердловин показують, що вода, яка добувається, не містить тонкодисперсних частинок порівняно зі станом свердловин до обробки; тим самим підтримуючи гіпотезу, що була досягнута ефективна стабілізація частинок пласта.

#### Приклад 11

Із сухого подрібненого вугілля за допомогою ступки і товчачика одержували 50мл суспензії подрібнених частинок вугілля (Subitmunious A) і вміщували у бутель, який містить свіжу воду, і суспендували. Суспензію вугілля/вода потім обробляли 10мл розчину, який містить оцтовий ангідрид, льодяну оцтову кислоту, воду і полімер ефіру поліакрилату як водну сполуку, яка надає липкості.

Після обробки спостерігалася початкова флокуляція частинок вугілля протягом періоду 12 годин, після чого частинки вугілля були візуально зафіксовані як агломерована маса, яка була здатна до руйнування і до повторного формування при збовтуванні. Водна фаза є прозорою без видимих тонкодисперсних частинок, які залишаються у розчині. Цей приклад візуально ілюстрував описаний процес стабілізації вугільного дрібняку та його видалення з водного розчину.

#### Приклад 12

Твердий зразок вугілля у вигляді квадрата зі стороною приблизно 2см вміщували у бутель

об'ємом 60мл, який містить воду. Бутель потім вміщували в ультрасонікатор на 10 хвилин. Результатом була кількість, яка спостерігається, частинок вугілля, які відшаровувалися від поверхні більш великого шматка. В іншому бутлі практично ідентичний зразок вугілля обробляли розчином, який містить оптовий ангідрид, льодяну оцтову кислоту, воду і полімер ефіру поліакрилату як водну сполуку, яка надає липкості, і потім вміщували у воду, і потім вміщували в ультрасонікатор на 10 хвилин. Візуальне спостереження обробленого зразка вугілля показало майже повну відсутність вугільного дрібняку, який відшаровується від поверхні вугілля, яке було попередньо оброблене.

#### Приклад 13

Здійснювали обробку слабко консолідованого газотвірного підданого розриву пласта. Передбачалося, що продуктивність свердловини була щонайменше частково зменшена за рахунок вугільного дрібняку, який блокує приплив газу до стовбура свердловини. Свердловини були попередньо піддані гідравлічному розриву. Свердловину обробляли водною сполукою, яка надає липкості, яка містить ефір поліакрилату, оптовий ангідрид/оцтову кислоту, поверхнево-активну речовину на основі четвертинного амонію, амфотерну поверхнево-активну речовину, ензим та окиснювач у воді. Продуктивність свердловини змінювалася від 30 MCFD до 200 MCFD, показуючи, що проблеми з дрібними частинками були практично вирішені.

#### Приклад 14

Зразок піску марки 20/40 Brady Sand масою 100 грам обробляли (2% концентрату катіонного полімеру поліакриламід, 94% води та активатора 4% оцтовий ангідрид/оцтова кислота) 100мл катіонної рідини, яка надає липкості. Після обробки пісок Brady Sand виявляв необхідні характеристики щодо липкості.

#### Приклад 15

Зразок активованого вугільного дрібняку масою 1 грам обробляли (2% концентрату катіонного полімеру поліакриламід, 1% аніонної поверхнево-активної речовини, 93% води та активатора 4% оцтовий ангідрид/оцтова кислота) 100 мл катіонної рідини, яка надає липкості. Дрібні частинки консолідувалися у липку масу протягом 5 хвилин.

#### Приклад 16

Зразок активованого вугільного дрібняку масою 1 грам обробляли (2% концентрату катіонного полімеру поліакриламід, 1% аніонної поверхнево-активної речовини, 1% амфотерної поверхнево-активної речовини, 92% води та активатора 4% оцтовий ангідрид/оцтова кислота) 100мл катіонної рідини, яка надає липкості. Дрібні частинки консолідувалися у липку масу протягом 5 хвилин.

Отже, даний винахід добре пристосований для досягнення згаданих цілей і переваг, також як тих, які є властивими винаходу. Незважаючи на те, що фахівцями у цій галузі можуть бути зроблені численні зміни, такі зміни підпадають під суть цього винаходу, яка визначається доданою формулою винаходу.