

Даний винахід стосується способів запобігання або усунення проблем припинення циркуляції (поглинання) бурового розчину, що зустрічається під час буріння свердловин, таких як нафтові, газові або геотермальні свердловини або тому подібне.

Поглинання бурового розчину визначається як загальна або часткова втрата бурових розчинів або цементу в сильно проникних зонах, кавернозних формаціях і природних або примусових тріщинах під час операцій буріння або цементування. Наслідки поглинання бурового розчину можуть включати:

- розрив внаслідок падіння рівня рідини в свердловині (втрата гідростатичного напору);
- прихват труб внаслідок поганого видалення відходів;
- зональне пошкодження ізоляції внаслідок недостатнього заповнення цементом;
- збільшені витрати внаслідок втрати бурових розчинів або цементу, збільшеного часу буріння і ремонтних операцій цементування;
- пошкодження формації внаслідок втрат в продуктивній зоні і
- втрата свердловини.

Важкість поглинання бурового розчину може змінюватися від малої (<10 барелів (1,5м³)/г) до важкої (повна втрата текучого середовища, що не дозволяє тримати отвір заповненим або досягнути повернення на поверхню).

Одним з підходів до проблеми поглинання бурового розчину є додавання до рідини матеріалів ("матеріалів для відновлення циркуляції (МВЦ) або матеріалів для боротьби з поглинанням), які перекривають або блокують витік в формацію. МВЦ звичайно відносяться до чотирьох головних типів:

- гранульований матеріал (наприклад, подрібнена горіхова шкаралупа, пластики або вапняк);
- лускатий матеріал (наприклад целофанові лусочки);
- волокнистий матеріал (наприклад, ошурки, сіно, скловолокно) і
- інкапсульовані абсорбуючі текуче середовище частинки.

МВЦ можуть змінюватися по розміру від 200 меш до 3/4 дюйма і звичайно використовуються в концентраціях від 8 до 120 фунт/барель відповідно до важкості втрат.

Цементні пробки, що часто містять МВЦ, встановлювані на рівні поглинання бурового розчину, також часто використовують для розв'язання вказаних проблем під час буріння. Цементи низької щільності, включаючи піноцементи, розглядаються як переважно використовувані. Звичайно вважають, що застосування МВЦ в цементних розчинах ефективне тільки при малих або часткових втратах, і для ситуацій тотальної втрати піноцемент є єдиною ефективним розчином. Найбільш поширеними МВЦ, що використовуються в цементних розчинах, є гранульовані матеріали, такі як гільсоніт, вугільна крихта або подрібнена горіхова шкаралупа. Був випробуваний целофановий лускатий матеріал, але виникали проблеми зі змішуванням суспензії при більш високих завантаженнях. Волокнисті матеріали рідко використовують в цементних розчинах через проблеми закупорення цементуючого обладнання. Одна із запропонованих систем з використанням волокна описана в EP 1284248, і вона включає застосування скляних або полімерних волокон в цементному розчині низької щільності, що містить тверді матеріали, представлені в дискретних діапазонах розмірів частинок.

Інші гелеутворюючі або в'язкі системи, які не містять портландцементу, також використовуються як пробки. Їх прикладами є гелеутворюючі агенти, такі як силікати, з відповідним активатором. Такі пробки можуть також містити закупорювальні матеріали, такі як подрібнений карбонат кальцію з розмірами частинок в межах від 8мкм до 254мкм і при концентраціях аж до 10 фунтів (4,5 кг)/барель. Інші гелеутворюючі системи включають магнезійний цемент (оксид магнію, хлорид магнію і вода).

Також були запропоновані деякі інші системи, що змішуються в свердловині. Вони включають глинисті пробки, дизельне масло-бентоніт (M-DOB) і полісахаридні гелеутворюючі системи, інкапсульовані в емульсіях, які руйнують зусиллями зсуву в свердловині (дивись EP 0738310). Удосконалення цієї останньої, системи має гелеутворююча система, об'єднана з цементом (дивись WO 00/75481). Додаткові подробиці проблем поглинання бурового розчину і можливі рішення можна знайти в Baret, Daccord and Yearwood, Well Cementing, Chapter 6 "Cement/Formation Interactions", 6-1 to 6-17.

Задача даного винаходу надати технології, які можуть бути використані під час буріння, для зменшення проблем, пов'язаних з поглинанням бурового розчину.

У найбільш широкому значенні даний винахід відноситься до обробки свердловини текучим середовищем на водній основі, що містить тверді частинки, що мають діаметр, що дорівнює 300мкм або менше, і дисперговані у воді волокна, що мають довжину між біля 10 і біля 25мм, додані при концентрації між біля 1,4 та 17,1г/л (0,5 і 6 фунтами на барель) рідини.

Без бажання бути пов'язаними теорією передбачається, що дисперговані у воді волокна поліпшують утворення осаду на фільтрі, формуючи мережі вздовж стінки свердловини, які легко закупорюються малими твердими частинками.

Текуче середовище за винаходом само по собі може бути буровим розчином, і в цьому останньому випадку малі тверді частинки представлені, наприклад, завислими матеріалами, доданими для збільшення маси бурового розчину, які містять, наприклад, барит (сульфат барію), гематит (оксид заліза), ільменіт (змішаний оксид заліза і титану), сидерит (карбонат заліза), галеніт (сульфід свинцю), тетраоксид марганцю або оксид цинку. Завислі частинки мають середній розмір частинок в межах від 20 до 200мкм - тобто порядку величини приблизно в 100-1000 раз менше ніж дисперговані у воді волокна. Звичайно використовується кількість завислого матеріалу знаходяться в межах від 0,2 до 2, більш звичайно від 0,25 до 1,5кг на літр.

Згідно з одним варіантом винаходу, диспергованими у воді волокнами є скловолокна звичайно довжиною 10-15мм і діаметром 20 мікрометрів. Вони переважно виготовлені з штапельованих лугостійких волокнистих стренг, що мають дисперговану у воді проклеювальну систему, як продуктів, легко доступних як замінуючі азбест волокна. Чим більше довжина волокна, тим краще його здатність формувати павутиноподібну структуру. Однак скловолокна понад 15мм, перевірені до цього часу, було неможливо перекачувати зі стандартним змішувальним обладнанням, доступним на буровій. Концентрації звичайно знаходяться в межах

від близько 2,85 до близько 8,75г/л (від близько 1 до близько 3 фунтів на барель) текучого середовища, хоч більш висока концентрація може бути необхідна для конкретного критичного випадку (в цьому випадку текуче середовище більш прийнятно прокачувати як шар відносно короткого об'єму).

Волокна звичайно додають у змішувальне обладнання, що знаходиться на поверхні, яке використовується для змішування бурового розчину. Звичайні концентрації для волокон - 2,85-14,29г/л (1-5 фунт/барель). Інші МВЦ, такі як інші волокнисті матеріали, лусочки і гранульовані частинки, також можуть бути додані при подібних концентраціях.

Згідно з іншим варіантом даного винаходу, волокнами є полімерні волокна, такі як новолоїдні волокна, доступні, наприклад, в межах довжини від біля 18 до 22мм і діаметром біля 21мм із вмістом води 35-45% (більш докладний опис відповідних волокон дивись US 5782300).

Як згадувалося вище, текучим середовищем для обробки за даним винаходом може бути текуче середовище, що використовується в цей час для буріння свердловини, або спеціально змішані текучі середовища для усунення проблем поглинання бурового розчину можливо в формі шару обмеженого об'єму. У цьому останньому випадку текуче середовище буде ще містити тверді частинки малого розміру, подібні тим, які звичайно зустрічаються в бурових розчинах. У одному варіанті вказаний шар може бути роздільником.

Особливо переважна форма шару обмеженого об'єму включає волокна і цемент, такий як мікроцемент, необов'язково з доданням закупорювального матеріалу, такого як карбонат кальцію або сортовані за величиною гранульовані частинки. Такий шар може містити 80% сортованих за розмірами частинок карбонату кальцію і 20% мікроцементу, а також волокна. Полімери також можуть бути включені в склад.

Хоча такі шари можна закачувати постійно, може бути також бажано змішувати і закачувати об'єм, який не повертається на поверхню, але лише є достатнім для досягнення зони поглинання бурового розчину з тим, щоб уникнути закупорювання обладнання, що знаходиться на поверхні.

Інший аспект винаходу відноситься до застосування волокон в цементних розчинах. У цьому аспекті цементний розчин низької щільності, що має тверді компоненти, представлені в дискретних діапазонах розмірів частинок, і що містять волокна, готують і закачують в свердловину нарівні з газом під тиском так, щоб утворити спінену суспензію низької щільності, яку помішують поблизу зони поглинання бурового розчину.

Даний винахід тепер буде описаний на прикладах з посиланням на супроводжуюче креслення, яке показує схематичний вигляд системи для подачі спієних цементів низької щільності з волокнами для розв'язання проблем поглинання бурового розчину.

Даний винахід застосовний для різних типів бурових розчинів як на водній основі, так і на масляній основі, як показано в таблицях нижче:

Бурові розчини на водній основі	Комерційні найменування
- Бентонітові бурові розчини	M-1 Gel
- Полімерні бурові розчини	PolyPlus
Пасивуючі бурові розчини	MCAT
- Інкапсулюючі бурові розчини	
- Гліколевий буровий розчин	Glydrill
- Резервуарні бурові розчини	Stardrill DiPro
Старі системи	
- Гіпсовий буровий розчин	
- Вапняковий буровий розчин	
Екзотичні бурові розчини на водній основі	Sigmadrill
- Силікатні бурові розчини	Sildrill
- Провідні бурові розчини	
-ММН	
- Aphrons, FazePro	
- Форміатні бурові розчини	
Бурові розчини на масляній основі	Комерційні найменування
- Бурові розчини на основі дизельного масла	Versadrill
- Бурові розчини на основі мінерального масла	Versaclean
- Низькотоксичне мінеральне масло (LTMO)	Versavert
Бурові розчини на основі синтетичного масла	
- Лінійні альфа-олефіни	Novaplus
- Внутрішні олефіни	Novatec
- Складноефірні бурові розчини	Petrofree Finagreen
Екзотичні системи: Acctal, простий ефір і т.д.	Ecogreen

Наступні два приклади пояснюють застосування волокнистих матеріалів для розв'язання проблем поглинання бурового розчину відповідно до винаходу.

Приклад 1

Свердловина, пробурена до вертикальної глибини 2700м, натрапила на зону важкого поглинання бурового розчину. Свердловина була пробурена з буровим розчином GelChem, що має наступні властивості:

В'язкість	77
PV/УР	19/15
Міцність гелю	6/16
Втрата води	8,2

РН	10
Cl	900
Ca	35
Щільність	1100кг/м ³
Пластична в'язкість	55-65 сП

На початку процедури за винаходом 13 мішків (~295, 1кг) диспергованих у воді скловолокон довжиною 10-14мм і діаметром 20 мікрметрів додавали до основного бурового розчину і закачували в свердловину. Це супроводжували додатковими 8 мішками (~181,6кг), закачуваними в буровий розчин, після чого повернення спостерігалися на поверхні. Нарешті, додаткові 11 мішків волокна (~249,7кг) додавали і закачували в свердловину, після чого спостерігалася повна циркуляція на поверхні (тобто кількість бурового розчину, що повертається на поверхню, зрівнювалася з кількістю, закачуваною в свердловину). Загалом, 727кг волокон закачували в 110м³ бурового розчину (GelChem).

Приклад 2

Свердловина, пробурена до вертикальної глибини 630м, натрапила на зону важкого поглинання бурового розчину. Свердловина була пробурена з використанням спірального трубопроводу з буровим розчином GelChem з щільністю 1050кг/м³ і пластичною в'язкістю 55-65сП. Спочатку понижувачі водовіддачі з карбонату кальцію або тирси закачували без якого-небудь ефекту. Обробку проводили в п'ять стадій:

1. П'ять мішків (~113,5кг) диспергованих у воді скловолокон довжиною 10-14мм і діаметром 20 мікрметрів додавали до 12м³ бурового розчину і прокачували через трубопровід.

2. Шість мішків (~136,2кг) волокон додавали до 12м³ бурового розчину і прокачували через трубопровід.

3. Сім мішків (~158,9кг) волокон змішували з буровим розчином і прокачували через кільце (зворотна циркуляція).

4. Дванадцять мішків (~272,4кг) волокон змішували з буровим розчином і прокачували через кільце (зворотна циркуляція), після чого спостерігали повернення на поверхню в трубопроводі.

5. Вісім мішків (~181,6кг) волокон змішували з буровим розчином і прокачували через кільце (зворотна циркуляція), в результаті спостерігали повну циркуляцію.

У цілому 863кг волокон закачували в 70м³ бурового розчину.

На кресленні показана система, в якій волокна можуть бути використані в поєднанні зі спіненим цементним розчином низької щільності для розв'язання проблем поглинання бурового розчину. Відповідні цементні низької щільності описані в WO 01/09056 (USSN 10/049,198, яка включена в даний опис як посилання). Спосіб дій, яким вказані суспензії можуть бути спінені, описаний в WO 00/50357 (USSN 09/914331, включена в даний опис як посилання). Цементні розчини низької щільності, що містять волокна, описані в WO 03/014040 (включена в даний опис як посилання).

У системі, показаній на кресленні, основну цементну суміш готують в цистерні вантажівки 10. Для використання в змішаних пакетних режимах цю суміш прокачують за допомогою насосної установки на платформі вантажівки 12 в змішувач періодичної дії 14, куди додають також волокна. Змішану суспензію потім перекачують із змішувача 14 за допомогою іншої насосної установки на платформі вантажівки 16. Для безперервного змішування перша насосна установка 12 і змішувач періодичної дії 14 не потрібні, і волокна (і які-небудь інші добавки) додають безпосередньо при насосній установці 16. Продукцію змішувальної установки 16 направляють в генератор піни 22 через зворотний клапан 20 з джерелом 18 стабілізатора піни і джерелом 24 азоту, приєднаним до нього. Спінену суспензію перекачують з генератора 22 в гирлі свердловини 26 і вниз по свердловині звичайним чином. Обвідний трубопровід 28 і дросельні заслінки отворів 30 включені, як звичайно.

Потрібно враховувати, що численні зміни можуть бути зроблені, не виходячи за межі суті винаходу. Наприклад, волокна можуть бути об'єднані з іншими МВЦ і використані в різних типах бурових розчинів. МВЦ можуть бути у вигляді гелеутворюючих систем, таких як системи, що містять цемент (наприклад, карбонат кальцію і мікроцемент або спінена суспензія, описана вище). Волокна можуть бути закачані як одна куля, як ряд куль або по суті безперервно, поки циркуляція не відновиться. Волокна можуть бути закачані через бурильну трубу, бурові долота або інше свердловинне обладнання або через спіральний трубопровід через кільце.

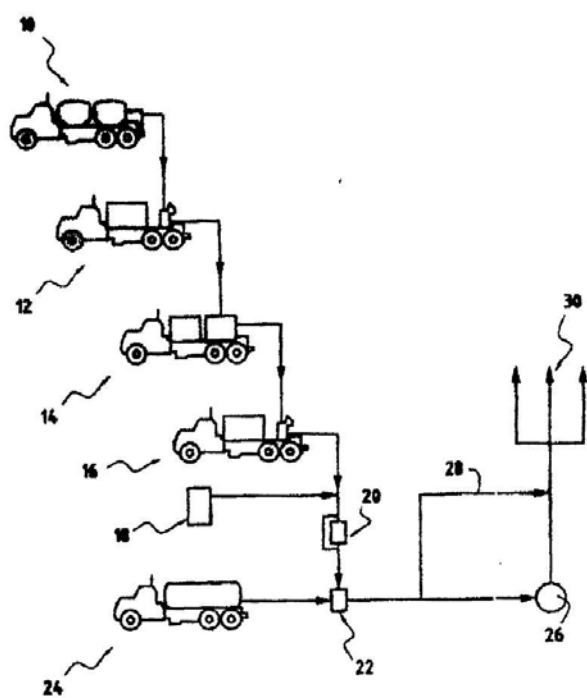


Fig.