

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

М.А.Н.

• Мала академія наук
України під егідою
• ЮНЕСКО

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



12-13 ГРУДНЯ 2024 РОКУ

УДК 622.242.44.3

РОБОЧІ РІДИНИ ДЛЯ ФРЕКІНГУ

Рубель В. П., Пшик В. Я.

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
vesa.rubel@gmail.com*

Основне призначення рідин для проведення ГРП - ініціювати і розвивати тріщину в оброблюваному пласті та транспортувати пропант по трубах і довжині тріщини.

Основні типи рідин ГРП:

✓ Полімерні гелі на водяній основі (лінійні та зшиті гелі). Для них використовуються наступні типи гелеутворювачів (полімерів):

- Гуаровий полімер (PSG),
- Гідроксипропіл гуар (HPG),
- Карбоксиметилгідроксипропіл гуар (СМHPG),
- Гідроксіетилцелюлоза (HEC),
- Карбоксиметил-гідроксіетилцелюлоза (СМHEC),
- Ксантан (біополімер);

✓ Гелі на вуглеводневій (нафтовій) основі (GOIII, GOIV), у яких в'язкість отримують за допомогою ефірів алюмінофосфатів;

✓ Багатофазні рідини – піни (N₂, CO₂ піни або емульсії);

✓ Неполімерні рідини (ClearFrac, PermPack, в'язкоеластичне ПАР із сольовим розчином).

Склад Рідин ГРП. До складу рідин ГРП входять наступні добавки: активатори, буферні агенти, зшивачі, емульгатори, піноутворювачі, полімери, ПАРи, бактерициди, брейкери, стабілізатори глини, фільтраційні агенти, антифрикційні агенти, температурні стабілізатори, деемульгатори.

Вода Фрак складається з води, регулюючого агента глини та зменшувача тертя. Іноді додають агент відновлення води (WRA), щоб спробувати зменшити відносну проникність або ефект блокування води. Основною перевагою

використання «Water Frac» є низька вартість, легкість змішування та можливість відновлення та повторного використання води.

Лінійний гель (Linear Gel) складається з води, агента контролю глини та гелеутворювача, такого як гуар, НРG або НЕС. Оскільки ці гелеутворювачі сприйнятливі до росту бактерій, також додається бактерицид або біостат. Також додається хімічні розривники, щоб зменшити пошкодження пачки пропанту. WRA також іноді використовуються. Головною перевагою гелю-лайнера є низька вартість і покращені характеристики в'язкості.

Зшиті гелі (Crosslinked Gels) (рисунок 1) складаються з тих самих матеріалів, що й лінійний гель, із додаванням зшиваючого агента, який збільшує в'язкість лінійного гелю з менш ніж 50 сП до діапазону 100 або 1000 сП. Вища в'язкість збільшує ширину тріщини, щоб вона могла приймати вищі концентрації пропанту, зменшує втрати рідини для підвищення ефективності рідини та зменшує тиск тертя. За рахунок зшивання також підвищується еластичність і здатність рідини до транспортування пропанту, тобто покращується саме транспортування пропанту. Втрата рідини контролюється фільтраційною кіркою, яка утворюється на поверхні тріщини.



Рис. 1 Вигляд лінійного (зліва) і зшитого (справа) геля

Рідини на нафтовій основі (Oil Based Fluids) використовуються на чутливих до води пластах, які можуть зазнати значних пошкоджень від контакту з рідинами на водній основі. Перша рідина для гідророзриву, використовувала бензин як базову рідину, пальмову олію як гелеутворювач і нафтову кислоту

як зшивальник, тобто напалм. Незважаючи на те, що деякі види сирої нафти містять тверді частки, які можуть утворювати осад, втрати рідини зазвичай вважаються «контрольованими за в'язкістю – тобто С-II». Є деякі недоліки у використанні гелевих нафт. Проблеми гелеутворення можуть виникнути при використанні високов'язкої сирої нафти або сирої нафти, яка містить багато природних поверхнево-активних речовин. При використанні очищених нафт, таких як дизельне паливо, вартість становиться дуже висока. Крім того дизпаливо має бути зібрано на нафтопереробному заводі перед додаванням будь-яких присадок, що знижують температури застигання, поверхнево-активні речовини для очищення двигуна тощо. Також потрібно врахувати, що використання таких рідин для ГРП може створювати більше небезпеки для персоналу та впливати негативно на навколишнє середовище, порівняно з більшістю водних рідин.

Піна/поліемульсії (Foam/PolyEmulsions) це рідини, які складаються з матеріалу, який не змішується з водою. Це може бути азот, вуглекислий газ або вуглеводень, наприклад пропан, дизельне паливо або конденсат. Ці рідини є дуже чистими, добре контролюють втрату рідини, забезпечують чудове транспортування пропанту та легко руйнуються за допомогою гравітаційної сепарації. Поліемульсії утворюються шляхом емульгування вуглеводню, такого як конденсат або дизельне паливо, з водою таким чином, що вуглеводень є зовнішньою фазою. В'язкість регулюється шляхом зміни співвідношення вуглеводень/вода. Піни, виготовлені з використанням азоту або вуглекислого газу, як правило, містять від 65 до 80% газу (що називається якістю від 65 до 80) у водопровідному середовищі, яке містить піноутворювач на основі поверхнево-активної речовини. Іноді N_2 або CO_2 додають у меншій концентрації (від 20 до 30 об'ємних часток) для утворення "енергетичних рідин". Це робиться для того, щоб зменшити кількість води, що надходить у пласт, і забезпечити додаткову енергію для відновлення навантаження протягом періоду зворотного потоку після ГРП.

Неполімерні рідини (ClearFrac). ClearFrac – в'язкоеластична система. Рідини для гідророзриву типу ClearFRAC без полімерів і були розроблені спеціально для свердловин, які вимагають додаткової енергії зворотного потоку та гідростатичних переваг гідравлічного розриву пласта з використанням рідкого CO₂.

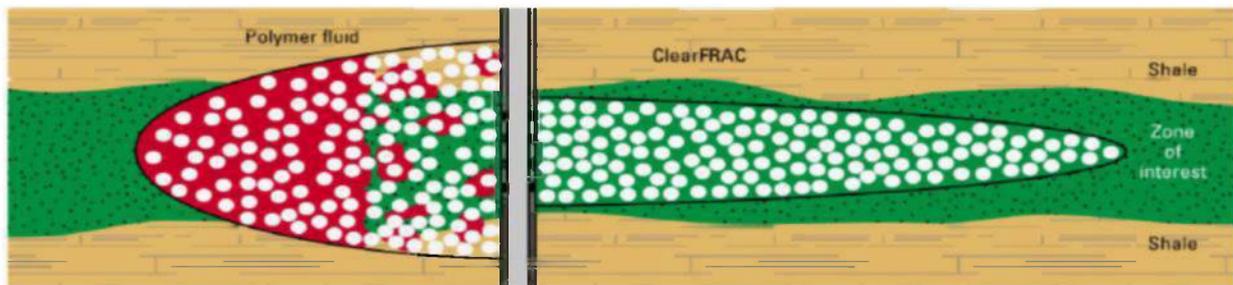


Рис. 2 Транспортування пропанту по пласту при використанні полімерних (зліва) і без полімерних систем (справа) як рідин ГРП

Оскільки рідини ClearFRAC+CO₂ розроблені таким чином, щоб уникнути пошкодження (кольматації) пачки пропанту, процес розриву є безперешкодним. Навіть при низькій в'язкості, еластичні властивості поверхнево-активної речовини ClearFRAC+CO₂ робить її високоефективною до транспортування пропанту. Результатом є можливість змінювати в'язкість для кращого контролю геометрії тріщин без шкоди для транспортабельності. Низький тиск тертя, що створюється системою ClearFRAC+CO₂, може значно покращити інтенсифікацію через насосно-компресорні труби, забезпечуючи вищу продуктивність насоса при максимальному тиску обробки або знизити тиск обробки при заданій продуктивності насоса.

Література:

1. Rubel, V., & Pshyk, V. (2024). *DESIGN OF THE INTENSIFICATION METHOD WITH THE HELP OF FRACCADE SOFTWARE*. *Technology Audit & Production Reserves*, 2.
2. Montgomery, C. (2015). *Hydraulic Fracturing*.
3. Smith, M. B., & Montgomery, C. (2015). *Hydraulic fracturing*. CRC press.