

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

ВИЗНАЧЕННЯ СПІНЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

10.1 Мета роботи

Набуття навичок визначення спінюючих властивостей розчинів поверхнево-активних речовин (ПАР) на лабораторній моделі свердловини і вивчення впливу на характеристики піноутворення типу і концентрації ПАР у спінюваній рідині, температури, складу і мінералізації води, вмісту у спінюваній рідині вуглеводневого конденсату та його фізико-хімічних властивостей.

10.2 Теоретична частина

Одним із основних ускладнень у процесі експлуатації газових і газоконденсатних свердловин є їх обводнення пластовими водами, а у випадку газоконденсатних покладів, що розробляються в режимі виснаження пластової енергії, – також конденсація з газу важких вуглеводнів. З появленням рідини (води і вуглеводневого конденсату) у пластовій продукції зменшується фазова проникність привибійної зони пласта для газу і товщина газовіддаючої частини розрізу, зростають втрати тиску у процесі руху газорідинного потоку у привибійній зоні і стовбурі свердловин та системі збирання пластової продукції. В результаті зменшуються дебіти газу і конденсату. Коли дебіт газу стає нижчим мінімально необхідного значення для винесення рідини із свердловин на поверхню, починається накопичення її на вибої, утворення висячих ”пульсуючих” рідинних пробок в насосно-компресорних трубах (НКТ) і поступове самоглушіння свердловини.

Для отримання високих значень коефіцієнтів газо- і конденсатовилучення в умовах обводнення свердловин і конденсації з газу важких вуглеводнів необхідно забезпечити стабільну роботу свердловин шляхом винесення рідини з вибою на поверхню. Одним з найбільш простих у застосуванні і ефективних методів винесення рідини із обводнених газових і газоконденсатних свердловин є застосування спінюючих поверхнево-активних речовин (ПАР). Шляхом

подачі на вибій свердловин рідких або твердих ПАР досягається спінення рідини, що поступає разом з газом із пласта. Для винесення піни потрібна значно менша витрата газу, ніж для винесення рідини. В результаті попередження скупчення рідини на вибої і створення однорідної високодисперсної структури газорідинного потоку в НКТ зменшуються втрати тиску у стовбурі свердловини, що призводить до збільшення дебітів газу і конденсату та продовження періоду стабільної експлуатації свердловини за рахунок енергії пластового газу.

При проектуванні технології експлуатації обводнених газових і газоконденсатних свердловин із застосуванням спінюючих ПАР потрібно вибрати тип ПАР, його оптимальну концентрацію у спінюваній рідині і спосіб введення у свердловину.

Вибір типу ПАР і його концентрації у спінюваній рідині залежить від загальної мінералізації і складу пластової води, тиску, температури, вмісту у спінюваній рідині вуглеводневого конденсату і його фізико-хімічних властивостей.

Спінюючі ПАР повинні характеризуватись високими поверхнево-активними, стабілізуючими і диспергуючими властивостями при термодинамічних умовах у стовбурі свердловини, не утворювати осаду при змішуванні із пластовою водою, не сприяти корозії газопромислового обладнання, гідратуутворенню і солевідкладенням, бути доступними і дешевими.

У кожному конкретному випадку тип і витрату ПАР слід вибирати залежно від вибійних тиску і температури, типу, кількості і фізико-хімічних властивостей спінюваної рідини (пластової води і вуглеводневого конденсату). До цього часу відсутня уніфікована методика оцінки піноутворюючих властивостей ПАР. Одним з простих і доступних методів вибору типу ПАР та їх оптимальної концентрації у спінюваній рідині „вода-вуглеводневий конденсат” при різних температурах є проведення лабораторних експериментів на моделях свердловини, за результатами яких визначають характеристики

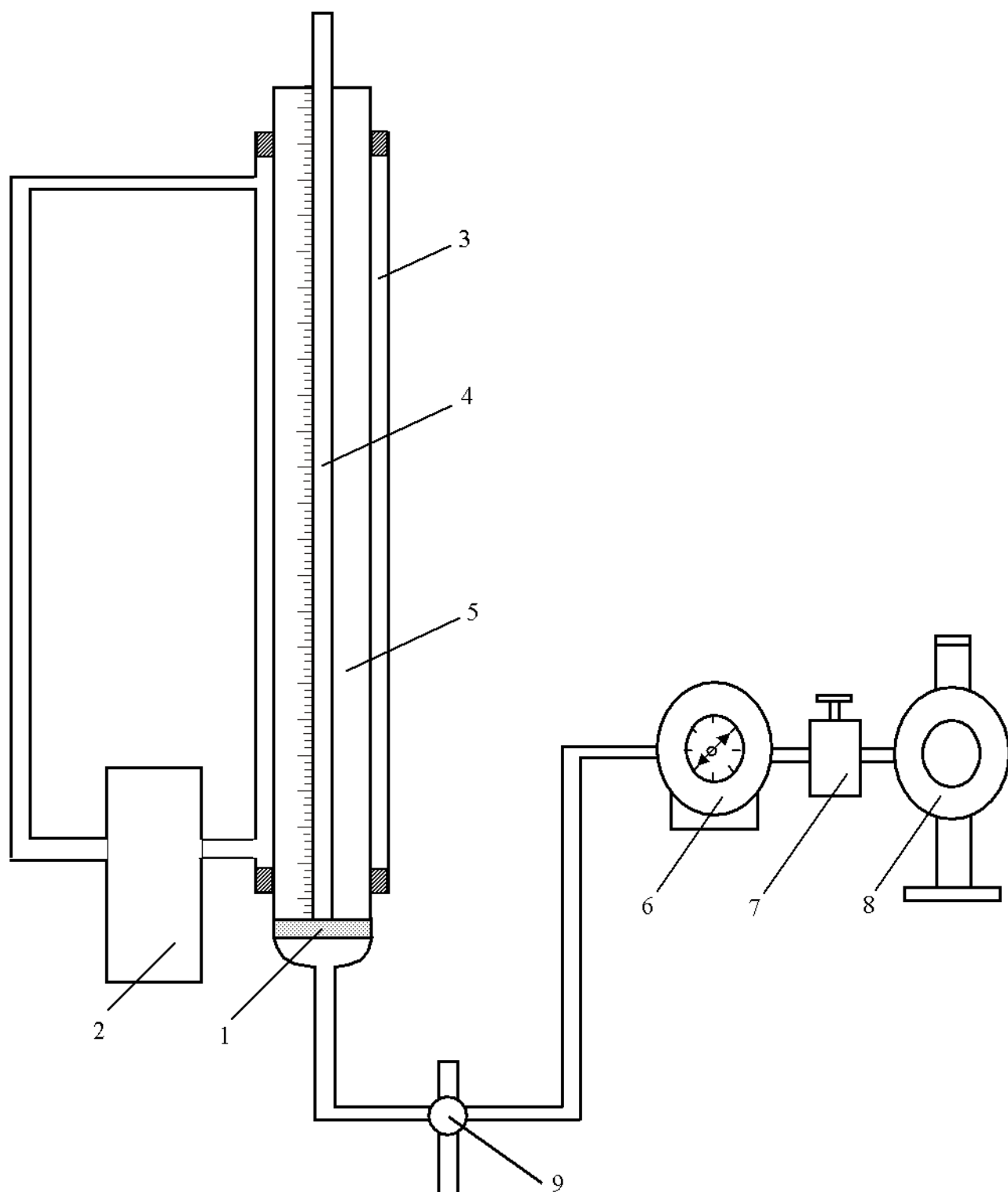
піни: кратність піни K (відношення об'єму піни до об'єму рідини, з якої вона утворилась) та стійкість піни S (величину, яка зворотня об'ємній швидкості виділення 50% рідини, пов'язаної у піну) або визначають кількість рідини, винесеної із моделі свердловини за певний період часу. Досліди проводять з використанням пластової рідини (пластової води і вуглеводневого конденсату) переважно при атмосферних умовах (атмосферному тиску і стандартній температурі), або з моделюванням тільки вибівної температури чи з одночасним моделюванням тиску і температури. Для практичного впровадження вибирають із числа досліджених таку поверхнево-активну речовину, яка характеризується найбільшими значеннями кратності і стійкості піни або найбільшим об'ємом рідини, винесеної із моделі свердловини за певний період часу.

10.3 Опис приладу для визначення спінюючих властивостей розчинів поверхнево-активних речовин

Досліди із спінення рідини проводять на установці (рисунок 10.1), основною частиною якої є вертикальна скляна колонка 5 внутрішнім діаметром 0,036 м і висотою 1 м з кварцевим пористим фільтром 1 у нижній частині.

Колонка розміщена в кожусі-термостаті 3 із скляної труби, ущільненої з двох сторін гумовими манжетами. Потрібна температура в колонці створюється підігрітим діетиленгліколем, який подають у кільцевий простір між колонкою і кожухом з допомогою термостата 2. В колонку заливають 20 см³ досліджуваного розчину ПАР. Під час експериментів через колонку знизу вгору пропускають газ (повітря) при постійній витраті 16,6 см³/с (1 л за 60 с). Подача повітря здійснюється через розміщені в термостаті змієвики та електричний нагрівник (на рисунку 10.1 для спрощення схеми установки не зображено), що забезпечує нагрівання його до температури дослідів. Витрату повітря регулюють за допомогою регулятора витрати газу 7 та фіксують за допомогою лічильника газу 6. Джерелом повітря для проведення досліджень служить компресор 8. Після пропускання 0,5 л повітря (через 30 с від початку дослідів)

подачу його в колонку припиняють і визначають характеристики піни, яка утворилася (кратність і стійкість).



1 – кварцевий пористий фільтр; 2 – термостат; 3 – кожух - термостат; 4 – мірна лінійка; 5 – скляна колонка; 6 – лічильник газу; 7 – регулятор витрати газу; 8 – компресор; 9 – триходовий кран.

Рисунок 10.1 – Лабораторна установка для дослідження спінюючих властивостей розчинів поверхнево-активних речовин

10.4. Методика проведення дослідів

Досліди проводяться з розчинами ПАР у прісній або мінералізованій воді з додаванням до води або без додавання вуглеводневого конденсату. В дослідях використовуються ПАР неіоногенного типу (наприклад, савенол, сольпен, стінол та ін.). Масова концентрація ПАР у спінюваній рідині „вода-вуглеводневий конденсат” становить 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4 %, об'ємний вміст вуглеводневого конденсату – 10; 20; 30; 40; 50 %, температура – 20; 30; 40; 50; 60; 70 °С.

Кожен студент виконує лабораторну роботу тільки з одним із наведених значень досліджуваних параметрів (тип спінюваної рідини, тип ПАР, концентрація ПАР у спінюваній рідині, температура).

При проведенні експериментів використовують принцип рандомізації, що дає змогу уникнути можливих систематичних похибок у кінцевих результатах. Цей принцип передбачає випадковий порядок реалізації дослідів.

Методика проведення експериментів полягає в наступному.

1 Готують розчин досліджуваної ПАР у досліджуваній пластовій рідині об'ємом 20 см³ і заливають його в колонку так, щоб він не стікав по стінках колонки.

2 Створюють за допомогою термостата необхідну температуру в колонці і після її стабілізації визначають висоту рівня спінюваної рідини в колонці $H_{\text{поч.}}$.

3 Пропускають через колонку знизу вверху газ (повітря) при постійній витраті 16,6 см³/с (1 л за 60 с).

4 Після пропускання 0,5 л повітря (через 30 с від початку дослідів) подачу його в колонку припиняють і визначають висоту піни $H_{\text{піни}}$ по верхньому краю і висоту рівня рідини в колонці, що не спінилася, $H_{\text{зал.}}$. Одночасно включають секундомір.

5 Включають секундомір у момент часу t_s , коли рівень рідини в колонці стане рівним $H_s = H_{\text{зал.}} + \frac{H_{\text{поч.}} - H_{\text{зал.}}}{2}$. При цьому з піни виділяється половина об'єму спіненої рідини. Значення часу t_s записують.

Якщо спінюється вся рідина в колонці, то $H_{\text{зал}}=0$, $H_s = \frac{H_{\text{поч}}}{2}$.

Результати досліду заносять у таблицю 10.1.

10.5 Обробка результатів досліду

10.5.1 За результатами експериментів розраховують кратність піни K і стійкість піни S за формулами:

$$K = \frac{H_{\text{піни}} - H_{\text{зал}}}{H_{\text{поч}} - H_{\text{зал}}}, \quad (10.1)$$

$$S = \frac{2 H_{\text{поч}} \cdot t_s}{(H_{\text{поч}} - H_{\text{зал}}) \cdot V_p}. \quad (10.2)$$

При спінюванні всієї рідини в колонці ($H_{\text{зал}}=0$) кратність K і стійкість S піни визначають за формулами:

$$K = \frac{H_{\text{піни}}}{H_{\text{поч}}}, \quad (10.3)$$

$$S = \frac{2 \cdot t_s}{V_{\text{рід}}}, \quad (10.4)$$

де K – кратність піни, одиниці;

S – стійкість піни, с/м³;

$V_{\text{рід}}$ – об'єм розчину ПАР, що заливається в колонку, (20 см³);

$H_{\text{поч}}$ – початкова висота рівня спінюваної рідини в колонці, см;

$H_{\text{зал}}$ – висота рівня рідини в колонці в кінці спінювання, см;

$H_{\text{піни}}$ – висота верхнього рівня піни в колонці, см;

t_s – час виділення з піни половини об'єму рідини, пов'язаної у піну, с.

10.5.2 За результатами лабораторних досліджень піноутворюючої здатності розчинів різних поверхнево-активних речовин у прісній і мінералізованій воді, прісній воді з додаванням вуглеводневого конденсату і мінералізованій воді з додаванням вуглеводневого конденсату при різних концентраціях ПАР у спінюваній рідині і температурах, виконаних студентами групи, будують відповідні графічні залежності кратності і стійкості піни від концентрації ПАР у спінюваній рідині, температури та вмісту в рідині вуглеводневого конденсату.

Таблиця 10.1 – Результати дослідів та обчислень

[illegible]

10.5.3 За результатами експериментальних досліджень оцінюють вплив різних факторів (мінералізація води, вміст вуглеводневого конденсату, температура) на процес піноутворення і визначають оптимальну концентрацію ПАР у спінюваній рідині.

10.5.4 Видають рекомендації щодо застосування певного типу ПАР для винесення рідини із газових і газоконденсатних свердловин.

10.6 Контрольні питання

10.6.1 Охарактеризуйте причини появи рідини в продукції газових і газоконденсатних свердловин.

10.6.2 Охарактеризуйте методи боротьби з обводненням газових і газоконденсатних свердловин.

10.6.3 Які є типи поверхнево-активних речовин ?

10.6.4 Які параметри характеризують піноутворюючу здатність розчинів ПАР?

10.6.5 Як визначають кратність і стійкість пін?

10.6.6 Що розуміють під критичною концентрацією міцелоутворення?

10.6.7 З якою метою визначають піноутворюючу здатність розчинів ПАР?

10.6.8 Охарактеризуйте порядок визначення спінюючих властивостей розчинів ПАР на лабораторній моделі свердловини.

10.6.9 Охарактеризуйте порядок обробки результатів визначення спінюючих властивостей розчинів ПАР на лабораторній моделі свердловини.

10.6.10 Як вибирають за результатами лабораторних досліджень на моделі свердловини тип ПАР і концентрацію ПАР у спінюваній рідині?