



УДК 622.276.53

## **ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІНОГЕНЕРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ**

*Лях М.М., Савик В.М., Тамамянц Т.Л., Плитус О.А.  
ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.  
(0342) 71-72-01,  
e-mail: no@iung.edu.ua*

Буріння нафтогазових свердловин в пористих і нестійких породах пов'язане із значними проблемами, а саме:

- велике поглинання бурового розчину, навіть до катастрофічного, та пов'язані з цим значні витрати на постачання хімічних реагентів, приготування промивальних рідин, спуску проміжних колон, тампонажних робіт і т.п.;

- розмивання буровим розчином нестійких порід, що не дозволяє отримати якісний керн для геологічних досліджень;

- виникнення в процесі буріння свердловин ускладнень, пов'язаних з розмиванням стінок свердловин, каверноутвореннями, накопиченням на вибої шламу, прихоплюванням і заклинюванням бурового інструменту та інше;

- при розкритті нафтогазоносних горизонтів можливе закупорювання буровим розчином продуктивного пласта і неотримання очікуваного ефекту.

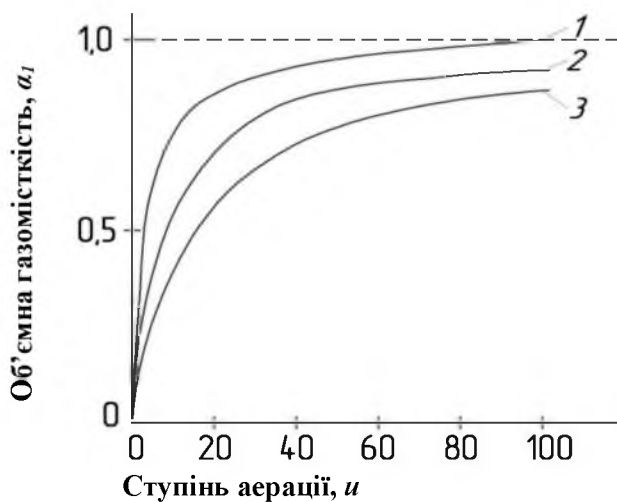
Запобігти цим ускладненням можна шляхом використання в якості бурового розчину газорідних сумішей, які мають цілий ряд переваг в порівнянні з промивальними рідинами і дають можливість усунути вище перераховані негативні явища.

Найкращі умови для приготування піни тоді, коли використовується змішувач рідини і газу (піногенеруючий пристрій) в нагнітальній лінії насосно-циркуляційної системи біля бурового насоса. При цьому консистенцію піни можна регулювати зміною подачі повітря, витрати рідини і концентрації піноутворювача в промивальній рідині. Як відомо, піною називають двофазну структуру, що складається із трьохвимірних утворень – тонких пльок рідини, в яких міститься газ. В таких термодинамічно нестійких системах розподіл фаз (утворення термодинамічно стійкої системи) може відбуватися із скінченною швидкістю, тобто піна – відносно стійка система, причому її стійкість залежить передусім від міцності рідинних пльок. Подібна властивість піни робить



можливим її використання для піднімання на денну поверхню вибуреної породи. Іншою важливою властивістю піни є її дисперсність, яку можна оцінити середнім діаметром бульбашок, питомою поверхнею розділу “рідина – газ” або розподілом бульбашок за розмірами. Чим менший середній радіус бульбашок, тим більша ступінь монодисперсності піни і тим більша її стійкість. На дисперсність пін, крім фізико-хімічних властивостей (поверхневий натяг, в’язкість, концентрація поверхнево-активної речовини і т.д.), істотний вплив створює спосіб змішування фаз, конструкція піногенеруючого пристрою, а також режими ведення технологічного процесу. Для цього необхідно встановити залежність газомісткості від ступеня аерації.

Криві залежності об’ємної газомісткості  $a_1$  від ступені аерації  $u$  при різних значеннях тиску в приймальній камері  $p_1$  (рис. 1) вказують на те, що із збільшенням ступеня аерації  $u$  при зростанні тиску  $p_1$  об’ємна газомісткість  $a_1$  зростає значно повільніше.



1 – 0,3 МПа; 2 – 0,75 МПа; 3 – 1,4 МПа  
**Рисунок 1 – Залежність об’ємної газомісткості від ступеня аерації при різних значеннях тиску в приймальній камері**

Робочим станом піни, використовуваним для розкриття пласта, є той стан, при якому зберігаються її структурно-механічні властивості. У зв’язку з цим доцільно в даних умовах вводити у поняття стійкості піни повну тривалість її існування.



Тому стійкість визначається по швидкості виділення із піни 50 % рідини, тобто коли ще зберігаються структурно-механічні властивості піни.

Середня швидкість виділення рідини визначається за формулою:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{0,5 \cdot V}{t}, \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм піни, виділеної із заданого об'єму рідини;

$t$  – час витікання 50 % рідини від заданого об'єму піноутворюючої рідини.

Чим менша швидкість виділення рідини, тим вища стійкість піни. У зв'язку з цим стійкість виражається величиною, оберненою швидкості виділення рідини:

$$C = \frac{1}{v_{\text{сеп}}}. \quad (2)$$

Для того, щоб стійкість піни при русі в циркуляційній системі була достатньою для виносу на поверхню вибурених частинок породи, необхідно при її приготуванні добавляти певну кількість ПАР, яка надає їй максимальну стійкість. Наприклад, максимум стійкості піни в розчині ОП-10 становить 1 %, ДС-РАС – 0,6 %, сульфанола – 0,5 %. При подальшому підвищенні концентрації стійкість піни знижується. При цьому оптимальна концентрація відповідає недонасиченому адсорбційному шару. Пояснюється це гідратацією полярних груп молекул ПАР, які гальмують витікання рідини в плівці піни.

Розроблений багатосопловий піногенеруючий пристрій [7] є достатньо ефективним для створення високоякісної піни необхідної структури і дисперсності. Для того, щоб використання пристрою давало позитивні результати, необхідно дотримуватись наступних рекомендацій.

1. Для визначення необхідного тиску піни на виході із пристрою необхідно врахувати втрати тиску при русі пінистого розчину під час циркуляції від піногенеруючого пристрою до вибою свердловини.

2. Необхідна густина піни вибирається з врахуванням пластового тиску і глибини свердловини та необхідності створення депресії чи репресії на пласт (згідно технології буріння). Використовуючи рівняння (3) визначаємо об'ємну газомісткість потоку. Для однорідного стаціонарного потоку при рівності швидкостей фаз об'ємна газомісткість рівна:

$$\alpha = \frac{Q_2}{Q_1 + Q_2} = \frac{Q_2}{Q}, \quad (3)$$



де  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q$  – об'ємні витрати рідини, газу і суміші відповідно.

3. Згідно графічної залежності (рис.1) вибирається ступінь аерації піни при певному значенні тиску в приймальній камері піногенератора.

4. Необхідну подачу пінистого розчину вибираємо з врахуванням швидкості його руху, яка повинна бути забезпечена в міжтрубному просторі для виносу вибуреної породи із свердловини. Враховуючи геометричні розміри перерізу піногенеруючого пристрою, визначається швидкість піни на виході.

5. Із врахуванням швидкості звуку в газорідній суміші визначаються необхідні межі швидкості суміші перед стрибком ущільнення, при яких число Маха  $M_1 = 1,0 - 1,2$ .

6. За отриманими значеннями швидкості піни на виході із піногенеруючого пристрою та швидкості суміші перед стрибком ущільнення вибирається необхідна швидкість руху рідини в перерізі циліндричної частини сопла. За отриманим значенням швидкості для різних діаметрів сопла вибирається необхідна подача насосного агрегата.

7. Витрата повітря компресором вибирається з врахуванням забезпечення необхідного ступеня аерації піни.

### Література

- 1 Амиан В.А. Повышение качества вскрытия пласта / В.А. Амиан, А.В. Амиан // Обзорная информация. Сер. бурение. – М.: ВНИИОЭНГ, 1985 – 50 с.
- 2 Гукасов Н.А. Гидравлика газо-жидкостных смесей в бурении и добыче нефти / Н.А. Гукасов – М.: Недра, 1988 – 236 с.
- 3 Есьман Б.И. Термогидравлические процессы при бурении скважин / Б.И.Есьман, Г.Г.Габузов. – М. : Недра, 1991. – 215 с.
- 4 Маковой Н. Гидравлика бурения : пер. с рум. / Н. Маковой – М.: Недра – 1986. – 536 с.
- 5 Бабаян Э.В. Инженерные расчеты при креплении нефтяных и газовых скважин / Э.В. Бабаян, А.В. Черненко, Н.Ю. Мойса. – Краснодар: Советская Кубань, 2012. – 384 с.
- 6 Аналіз і раціоналізація конструкції піногенеруючого устаткування або пристрою / В.М. Савик, М.М. Лях, В.М. Вакалюк, Я.В. Солоничний // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2012. – №3 (44) – С. 63 – 69.
- 7 Пат. 77955 України, МПК В01F 3/04, E02B 8/00. Піногенеруючий пристрій багатосопловий / Савик В.М., Лях М.М., Михайлюк В.В.; заявл. 03.05.12; опубл. 11.03.13. Бюл. №5. – 6 с.