

вдання є розроблення досконалої технології очистки бурових стічних вод.

Література

1. Стрилецкий И.В. Технологические особенности загрязнения и очистка буровых сточных вод // РНТС Бурение. – М.: ВНИИОЭНГ, 1981. – № 4.

2. Мустафаев А.М. и др. Очистка буровых сточных вод от механических примесей на гидроциклонной установке // Известия вузов «Нефть и газ». – 1977. – № 2. – С. 37-39.

3. Шишов В.А., Шеметов В.Ю. Электрокоагуляционная очистка сточных вод при бурении // НТИС. Сер.: Нефтегазовая геология, геофизика и бурение. – М.: ВНИИОЭНГ, 1984. – Вып. 11. – С. 42-45.

4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебник для вузов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

(рис. 1). При бурінні свердловини під дією вібрації долота та бурильної колони в місцях виступів проходить часткове руйнування стінок свердловини, що призводить до утворення несутільної фільтраційної кірки. Під дією перепаду тиску ($\Delta p = p_{гидр} - p_{пл}$) буровий розчин або його фільтрат проникає вздовж тріщин. При наростанні гідравлічного опору фільтрат починає проникати в поздовжні тріщини. Стий-

5. Френч Х.М. Проблемы использования почв и утилизации бурового раствора на севере Канады / Перевод с англ. № 2619. – Краснодар: ВНИИКРнефть, 1980.

6. Балаба В.И. Экологическая безопасность технологического процесса промывки скважин // Бурение и нефть. – 2004. – № 3. – С. 36-38.

7. ГСТУ 41-00 032 626-00-007-97 Галузевий стандарт України. Охорона довкілля. Спорудження розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту та газ на суші. Правила проведення робіт.

УДК 622.244.4

СИЛКАТНО-КАЛІЄВА ВАННА

¹М.М.Оринчак, ²М.І.Оринчак

¹ВАТ „Укрнафта”, м. Київ, провул. Нестерівський, 3-5, тел.: (044) 2113323,
e-mail: postinfo@ukrnapfta.com

²ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(03422) 42153
e-mail: drill@nung.edu.ua

С целью повышения устойчивости стенок скважины, на основании лабораторных исследований, рекомендуется силикатно-калиевая ванна. В состав ванны входит: 8% Na_2SiO_3 ; 10% KCl; 4% ЕКР; 78% воды. Оптимальное время выдержки силикатно-калиевой ванны в скважине напротив обваливающихся пород составляет 5 часов. Рекомендованная ванна позволяет сохранить не только начальную прочность глинисто-песчаных образцов породы, но и увеличить ее в 1,25 раза.

Обвалювання та осипання стінок свердловини спостерігається при бурінні нафтових та газових свердловин в Україні.

Основною причиною обвалювання та осипання стінок свердловини на більшості площ нашої країни є тектонічні порушення потужних відкладів аргілітів, піщаників, алевролітів, глинистих сланців тощо, які залягають під значним кутом до горизонту. Тектонічні тріщини є ідеальним каналом для проникнення фільтрату бурового розчину на значну глибину. Фільтрат, проникаючи в стінки свердловини, ще більше зменшує вже до цього ослаблені сили зчеплення в гірській породі і викликає обвалювання та осипання стінок свердловини [5].

Механізм виникнення обвалювання та осипання стінок свердловини в глиняно-піщаних відкладах може протікати за такою схемою

The silicate-potassium bath is recommended to increase the stability of the well walls based on laboratory experiments. This bath consist of 8% liquid glass, 10% potassium chloride, 4% extrusive starch and 78% water. The optimum time of presence of the silicate-potassium bath against the rocks that have a tendency to fall in the well is 5 hours. The recommended bath helps to preserve both the original strength of clay-sand samples as well as increase overall strength by 1,25 times.

кість стінок свердловини продовжує зберігатись. В момент, коли гідравлічний опір в поздовжніх і поперечних каналах більший ніж репресія на стінки свердловини, фільтрат починає повертатись в стовбур свердловини. Відбувається “вимивання” кусків породи. Особливо інтенсивність обвалювання стінок свердловини зростає зі збільшенням кута залягання порід, оскільки зростає горизонтальна складова сила ваги порушених сланців (рис. 1). Ця сила виштовхує куски породи зі стінок свердловини.

Глинисті сланці можуть руйнуватись і обвалюватись навіть тоді, коли поперечні канали не з'єднались зі стовбуром свердловини. В цьому випадку ослаблення масиву глинистих сланців проходить під дією розклинюючого

ефекту фільтрату та руйнуючої дії бурильної колони і бурового розчину.

Збільшення густини, реологічних параметрів, зменшення фільтрації бурового розчину, пониження подачі бурових насосів та частоти обертання бурильної колони дають позитивні результати лише при незначному обвалюванні та осипанні стінок свердловини. За останні роки для попередження обвалювання та осипання стінок свердловини широко застосовують інгібуючі та полімерінгібуючі розчини. Проте й ці

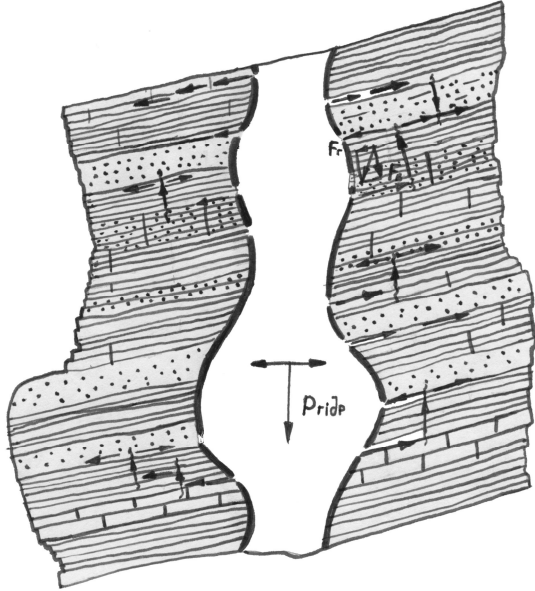


Рисунок 1 — Механізм виникнення обвалювання та осипання стінок свердловини в глиняно-піщаних породах

розчини не дають бажаного ефекту в складних умовах буріння.

Зберегти стійкість стінок свердловини при розбурюванні тектонічно порушених порід дуже важко. Простих однозначних рішень цієї проблеми на сьогоднішній день немає.

На нашу думку, одним із ефективних способів боротьби з обвалюванням та осипанням стінок свердловини в таких складних умовах є застосування спеціальних рідинних ванн з підвищеними кріпильними властивостями.

Великими адгезійними та когезійними властивостями володіють клеючі речовини. Застосування їх в складі рідинних ванн дасть змогу збільшити сили зв'язку між площинами тріщин і підвищити стійкість стінок свердловини. Широко розповсюдженою речовиною з підвищеними адгезійними властивостями є рідке скло, яке випускається промисловістю нашої країни з максимальним вмістом 50% Na_2SiO_3 , густиною 1564 кг/м^3 і модулем, рівним $2,4 \div 3,0$ [1].

Другим шляхом зменшення набухання та диспергування глинистих відкладів є застосування електролітів. Найефективнішими з них вважають електроліти з вмістом іонів калію. Діаметр іону калію рівний $2,66 \text{ \AA}$. Відстань між тетраедричним та октаедричним шарами кристалічної решітки монтморилоніту дорівнює $2,88 \text{ \AA}$, що створює сприятливі умови для проникнення іону калію в міжплощинний простір

глин. В результаті проникнення іон калію змінює іонний зв'язок (O:O) на ковалентний (K:O), який міцно зв'язує елементарні шари монтморилоніту між собою [2].

Для приготування такого електроліту широко застосовують хлористий калій, який добувають із природного мінералу сільвіну.

Вибір оптимальних концентрацій Na_2SiO_3 і KCl проводили з допомогою серії лабораторних досліджень на глиняно-піщаних взірцях чотирьох типів:

- 1 – 15% глини та 85% піску;
- 2 – 50% глини та 50% піску;
- 3 – 85% глини та 15% піску;
- 4 – 100% глини.

Регулювання вмісту глини дало змогу змінювати проникність взірців в широких межах. Для виготовлення глиняно-піщаних взірців використовували спеціальні металеві обойми з внутрішнім діаметром 20 мм і висотою 22 мм. Жовту глину та відмитий кварцовий пісок змочували водою, ретельно перемішували, пресували під тиском $p = 0,7 \div 1,0 \text{ МПа}$, а відтак в сушильній шафі при $t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ взірці висушували протягом 48 годин. Готовий взірець поміщали в силікатну ванну різної концентрації і витримували від 1 до 10 годин. Через 1÷2 години вимірювали міцність взірця на стиск, порівнюючи її з початковою. Паралельно замірювали масу глиняно-піщаного взірця. Порівняння отриманої маси з початковою дозволило проводити якісну оцінку об'єму і глибини проникнення ванни у взірець породи.

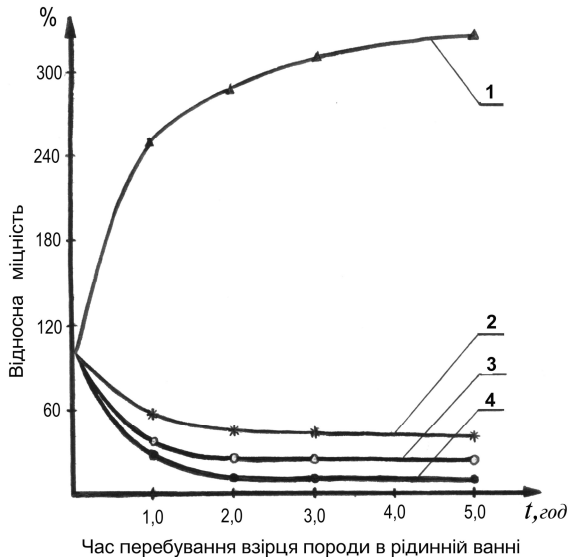
Оптимальну концентрацію хлористого калію визначали за величиною набухання глиняно-піщаного взірця 2-го типу. Взірець попередньо подрібнювали, просіювали через сито № 007, зважували пробу об'ємом 50 мл, поміщали в прилад, який заповнювали водним розчином хлористого калію і протягом трьох діб вимірювали приріст об'єму проби (ΔV).

Кількість замірів, необхідних для отримання достовірних даних, оцінювали за величиною коефіцієнта варіації, середньоарифметичного значення замірів (\bar{X}) та середньоквадратичного відхилення (S), величину яких визначали за відомими формулами [3]. При похибці, яка перевершувала 3S, відповідні заміри виключали із підрахунків. Результати обробки різних залежностей засвідчили, що при кількості замірів 3÷4 в кожному досліді коефіцієнт варіації не перевищував 15%. Ця величина замірів нами була прийнята за основу.

В результаті проведених лабораторних досліджень встановлено, що оптимальна концентрація рідкого скла складає $8 \div 10\%$. При концентрації Na_2SiO_3 більше 10% навколо глиняно-піщаного взірця утворюється біла оболонка, яка зменшує проникнення рідкого скла в глибину взірця. Підтвердженням цієї думки служить незначний приріст міцності та маси глиняно-піщаних взірців. При концентрації Na_2SiO_3 менше 8% зменшуються його адгезійні властивості, що підтверджується значними зменшенням міцності взірців та збільшенням їх маси. При

концентрації хлористого калію в ванні більше 5÷10% спостерігається стабілізація або незначний приріст об'єму глиняно-піщаних взірців. В США та інших країнах [4] для боротьби з обвалами та осипами стінок свердловини застосовують інгібуючі системи з концентрацією KCl 10% і більше. Погоджуючи результати наших лабораторних досліджень з літературними даними, прийняли концентрацію KCl рівною 10%.

Після приготування силікатно-калієвої ванни (8% Na_2SiO_3 та 10% KCl; решта – вода – I-й варіант) поміщали в неї лабораторні взірці і через кожну годину заміряли міцність на стиск та масу взірця. Зміна відносної міцності глиняно-піщаних взірців залежно від часу їх перебування в силікатно-калієвій ванні наведена на рис. 2, з якого видно, що найбільший ефект спостерігається у високопористих породах (1-ий тип). В цих породах вдається не тільки зберегти первинну міцність взірця породи, але й збільшити її приблизно в 3,1 рази, попередньо витримавши його в ванні 5 годин. Значно нижча ефективність силікатно-калієвої ванни спостерігається у взірцях 2-го, 3-го та 4-го типів.



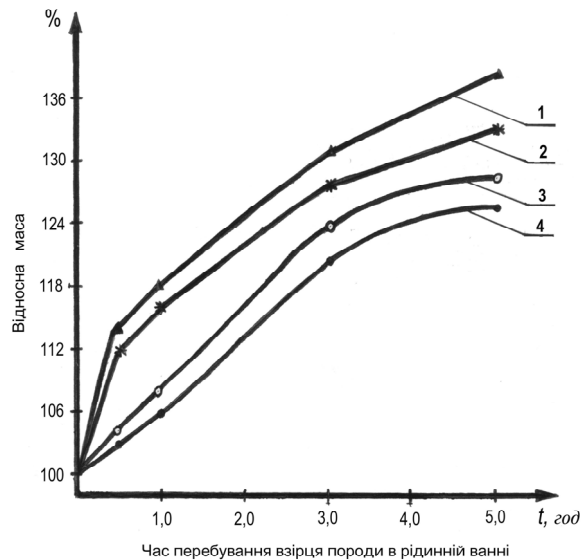
1, 2, 3, 4 – глиняно-піщані взірці відповідно 1-го, 2-го, 3-го та 4-го типів

Рисунок 2 — Зміна відносної міцності взірців породи залежно від часу їх перебування в силікатно-калієвій ванні

Основною причиною низької ефективності силікатно-калієвої ванни для цих взірців, на нашу думку, є низька проникність, яка протидіє проникненню рідкого скла вглиб взірця породи, та значна фільтрація вільної води. Побічним доказом такої думки слугує зміна відносної маси глиняно-піщаних взірців залежно від часу їх перебування в силікатно-калієвій ванні (рис. 3). Між кривими рисунків 2 і 3 пропорційні залежності відсутні. Таку неузгодженість можна пояснити тим, що рідке скло нерівномірно адсорбується на поверхні або всередині взірця породи. Зростання маси відбувається за рахунок води, яка вільно проникає у взірці породи.

Отже, силікатно-калієва ванна (8% Na_2SiO_3 та 10% KCl; вода – решта) ефективна лише в пористих або тріщинуватих породах.

Для підвищення міцності низькопроникних порід (взірці 2–4 типів) необхідно зменшити кількість вільної води, що проникає в породу. З цією метою силікатно-калієву ванну обробляли понижувачами фільтрації карбоксиметилцеллозою (КМЦ) і екструзивним крохмалем (ЕКР). При збільшенні концентрації КМЦ до 3% поряд зі зменшенням фільтрації ($\Phi_{30} \leq 5 \text{ см}^3$) спостерігалось значне зростання реологічних параметрів



1, 2, 3, 4 – глиняно-піщані взірці відповідно 1-го, 2-го, 3-го та 4-го типів

Рисунок 3 — Зміна відносної маси глиняно-піщаних взірців залежно від часу їх перебування в силікатно-калієвій ванні

ванни. Глибина проникнення ванни в глиняно-піщаний взірець зменшувалась. Міцність взірця породи на стиск зростала незначно або залишалась постійною. Значно кращі результати отримали при введенні в силікатно-калієву ванну 4% ЕКР у вигляді 8%-ного водно-лужного розчину при співвідношенні ЕКР:NaOH=10:1. Фільтрація рідинної ванни зменшилась до 5 см^3 за 30 хвилин, а умовна в'язкість не перевищувала $18 \pm 20 \text{ с}$. Перевірку ефективності силікатно-калієвої ванни, обробленої 4% ЕКР, проводили для найважчих умов, тобто на глиняних взірцях 4-го типу, які мають найменшу проникність. Витримка глиняних взірців в такій ванні (8% Na_2SiO_3 та 10% KCl; 4% ЕКР, вода – решта) протягом 5-ти годин дозволила не тільки зберегти її початкову міцність, але й збільшити її в 1,25 раз. Особливістю цієї силікатно-калієвої ванни є низькі фільтраційні та реологічні властивості при відносно високій адгезії. Зростання міцності глиняного взірця, на нашу думку, пояснюється взаємодією рідкого скла з обмінними іонами кальцію глини і утворенням кальційсилікатного цементу при низькому значенні фільтрації ванни.

Отже, для підвищення стійкості стінок свердловини рекомендується:

– для високопористих та тріщинуватих порід нестабілізована силікатно-калієва ванна (8% Na_2SiO_3 та 10% KCl ; решта – вода);
 – для глиняно-піщаних порід з низькою проникністю стабілізована силікатно-калієва ванна (8% Na_2SiO_3 та 10% KCl ; 4% ЕКР, решта – вода).

Література

1. Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промывке скважин. – М.: Недра, 1984. – 317 с.
2. Городнов В.Д. Физико-химические методы предупреждения осложнений в бурении. – М.: Недра, 1984. – 229 с.
3. Волобуєв А.І., Малярчук Б.М. Методичні вказівки з дисципліни “Механіка руйнування гірських порід” для студентів спеціальності 09.03. – Івано-Франківськ, 1994. – 13 с.

рах тощо) швидкість газу може сягати місцевої швидкості звуку [1].

Розрізняють газопроводи короткі і довгі, високого, середнього і низького тисків. До коротких газопроводів відносять технологічні газопроводи газозбірних пунктів, установок очищення і осушення газу, газорозподільних і компресорних станцій. Довгі або магістральні газопроводи призначені для транспортування газу на значні відстані. Як правило, це газопроводи середнього (1,2÷2,5 МПа) і високого тиску (більше 2,5 МПа).

4. Учебник по буровым растворам для инженеров / Отв. за вып. и перевод. Булатов А.И. / Компании М-1 ДРИЛЛИНГ ФЛЮИДЗ. – 1991. – 439 с.

5. Ясов В.Г., Мыслюк М.А. Осложнения в бурении. – М.: Недра, 1991. – 33 с.

УДК 622.691.4

ВПЛИВ МІСЦЕВИХ ОПОРІВ НА РОБОТУ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ НИЗЬКОГО ТИСКУ

Ю.І.Зарубіна, В.Б.Михалків

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42166
 e-mail: tzng@nimg.edu.ua

Проведено дослідження впливу місцевих опорів на термін та якість експлуатації системи розподілу газу низького тиску, а також дані рекомендації щодо проведення проектних розрахунків.

Research of influencing of local resistances is conducted on a term and quality of exploitation of the system of distributing of gas of low pressure, and also recommendations in relation to conducting of project calculations are given.

Усталений рух газу в трубах характеризується сталою величиною масової витрати по всій довжині газопроводу, незмінністю в часі параметрів стану газу в кожному перерізі газопроводу і зміною цих параметрів вздовж потоку за рахунок втрат енергії на тертя і в місцевих опорах.

Основою розрахунку будь-якого газопроводу є розрахунок його лінійної частини. В ході цього розрахунку за відомою величиною масової витрати визначається діаметр трубопроводу і розподіл тиску вздовж трубопроводу. Можливий також розв'язок оберненої задачі, коли через відомий перепад тиску для трубопроводу даної конфігурації визначається масова витрата газу.

В ході таких розрахунків внутрішній діаметр газопроводів, як правило, приймається постійним. Швидкість течії газу в газопроводах рідко перевищує величину 60÷70 м/с, а тому число Маха (відношення швидкості потоку в перерізі до місцевої швидкості звуку) значно менше одиниці, тобто реалізується дозвукова швидкість течії, і тільки в окремих місцевих опорах (в засувках, клапанах, соплах, дифузо-

В даній роботі розглянемо газопровід низького тиску місцевого значення, тобто розподіл газу споживачам під заданим тиском.

Проведемо дослідження впливу місцевих опорів на витрату газу при фіксованих початкових і кінцевих значеннях тиску.

В газопроводах втрати в місцевих опорах приймаються рівними 10 % від лінійних втрат.

Наше завдання полягає в доведенні, що при підключенні додаткових споживачів до працюючої мережі місцеві опори будуть мати більше значення і їх необхідно враховувати окремо.

За основу розрахунку приймемо основне рівняння

$$-dl - dl_{\tau} = gdz + \frac{dP}{\rho} + d\left(\frac{w^2}{2}\right), \quad (1)$$

в якому gdz нехтуємо, dl приймаємо рівним нулю, оскільки під час транспортування газ не виконує технічної роботи, а лінійні втрати визначаємо за формулою Дарсі-Вейсбаха

$$dl_{\tau} = \lambda \cdot dx \frac{w^2}{2d}. \quad (2)$$