

4 Овецький С.О., Дрогомирецький Я.М. Розробка протизношувальної домішки до бурового розчину на нафтовій основі // Розвідка та розробка нафтових і газових свердловин: Держ. міжвідом. наук-техн. зб. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1999. – Вип. 36 (том 2). – С. 140-145.

5 Овецький С.О., Дрогомирецький Я.М., Тимошенко В.А. Визначення фізико-хімічних характеристик адсорбованого з бурових розчинів на поверхнях тертя шару із застосуванням інфрачервоної спектрометрії // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2004. – № 3 (9). – С. 44-49.

6 Кузьменко А.Г., Овецький С.О., Диха А.В., Дрогомирецький Я.М. Формування моделей зношування при випробуванні протизношувальних і мастильних властивостей бурових розчинів на чотирикульковому приладі тертя // Проблемы трибологии (Problems of Tribology). – 2004. – № 1. – С. 125-129.

7 Овецький С.О. Класифікація бурових розчинів стосовно їх протиспрацьовувальних властивостей // Тези наук.-техн. конф. проф.-виклад. складу ун-ту (секція механічного факультету). – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2001. – С. 44-46.

УДК 622.244.4

## ГІДРОФОБНО-АДГЕЗІЙНА ВАННА

<sup>1</sup>М.М.Оринчак, <sup>2</sup>М.І.Оринчак

<sup>1</sup>НАК “Нафтогаз України”, м.Київ, вул. Б.Хмельницького, 6

<sup>2</sup>ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел/факс (03422)  
e-mail: drill@nuing.edu.ua

С целью повышения устойчивости стенок скважины, на основании лабораторных исследований, рекомендуется гидрофобно-адгезионная ванна. В состав ванны входит: 3÷5% синтетического клея, который растворим в бензине и 97÷95% дизельного топлива. Время выдержки гидрофобно-адгезионной ванны в скважине, в зоне обваливающихся пород, составляет 6-8 часов. Прочность образцов породы под воздействием гидрофобно-адгезионной ванны увеличивается от 130 до 260%. Время действия гидрофобно-адгезионной ванны возрастает в десятки раз по сравнению с силикатно-калиевой ванной.

A hydrophobic adhesive bath is recommended in order to increase the stability of well walls, based on the laboratory experiments. This bath consists of 3-5% synthetic glue, which is soluble in benzene, and 95-97% diesel fuel. The time, that the hydrophobic adhesive bath is kept in the well (in the zone of falling reservoir), is equal to 6-8 hours. The stability of reservoir samples increased from 130 % to 260%. Under the influence of the hydrophobic adhesive bath. The working time of this bath increased more than ten times compared to silicate potassium baths.

Обвалювання та осипання стінок свердловини є основним видом ускладнень, які виникають при бурінні нафтових та газових свердловин в нашій країні.

Основною причиною обвалювання та осипання стінок свердловини на більшості площ нашої країни є тектонічні порушення потужних відкладів аргелітів, алевролітів, глинистих сланців тощо, які залягають під значним кутом до горизонту. Тектонічні порушення є ідеальними каналами 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.

Зберегти стійкість стінок свердловини при розбурюванні тектонічно порушених порід дуже важко. Простих однозначних рішень цієї проблеми на сьогодні немає. Застосування способів попередження обвалювання стінок свердловини, які відомі в літературі і практиці буріння (зменшення фільтрації, збільшення густини,

реологічних параметрів тощо) відчутного ефекту не дають [2, 5].

Заслужує на увагу застосування силікатної та силікатно-калієвої ванн [4], які закачують в свердловину після відробки долота або під час ремонтних робіт і розміщують проти горизонтів, які осипаються або обвалюються. Силікатно-калієва ванна, проникаючи в стінки свердловини, зменшує набухання глиняних відкладів, підвищує сили зчеплення між частинками породи, що зменшує інтенсивність обвалювання та осипання стінок свердловини.

Основний недолік силікатно-калієвої ванни є недовготривалість її дії (10÷14)діб.

Мета даної роботи – подовження терміну дії рідинних ванн з одночасним підвищенням їх ефективності. Досягається поставлена мета шляхом заміни в силікатно-калієвій ванні води на вуглеводневу рідину, а рідкого скла – на гідрофобно клеючу речовину, яка нерозчинна у воді.

Серед гідрофобно клеючих речовин широке розповсюдження отримали синтетичні та

гумові клеї, в яких розчинником виступає бензин або бензол [3]. В першому наближенні нами обрано для дослідження односкладовий хлоропреновий гумовий клей. Як вуглеводневу рідину вибрали дизельне паливо. Концентрацію клеючої речовини в дизельному паливі змінювали від 1 до 9%.

Характерною особливістю гідрофобно-адгезійної ванни є стійкість до дії фільтрату бурового розчину, який проникає в стінки свердловини і викликає руйнування гірських порід.

Оцінку ефективності гідрофобно-адгезійної ванни в лабораторних умовах проводили на глиняно-піщаних взірцях породи 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 дозволило 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 кварцевий пісок змочували водою, ретельно перемішували, пресували, а потім в сушильній шафі при  $t=20\div 60^{\circ}\text{C}$  взірці витримували впродовж 48 годин.

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 [1]. При похибці, яка перевищувала 3S відповідні заміри виключали із підрахунків. Результати аналізу різних залежностей свідчать, що при кількості замірів 3÷4 в кожному досліді коефіцієнт варіації не перевищує 15%. ця величина замірів нами була прийнята за основу.

Підготовлені взірці породи спочатку випробовували на міцність на стискування і визначали їх масу. Потім незруйновані глиняно-піщані взірці поміщали в гідрофобно-адгезійну ванну з різною концентрацією клеючої речовини і витримували від 1 до 10 годин. Через кожні 0,5 або 2 години взірці породи виймали з ванни і вимірювали міцність на стискування, порівнюючи її з початковою. Отримані результати лабораторних досліджень у вигляді графічних залежностей представлені на рисунках 1 і 2, де на осі ординат відкладено значення міцності взірців породи на стиск, а по осі абсцис – час перебування глиняно-піщаних взірців породи в гідрофобно-адгезійній ванні.

Умовні залежності, які зображені на рис. 1, а (85% піску + 15% глини), вважали характерними для високопроникних порід; на рис. 1, б (50% піску + 50% глини) – для середньопроникних порід; на рис. 2, а (15% піску + 85% глини) та 2, б (100% глини) – для низькопроникних порід.

Аналізуючи отримані результати, слід зазначити, що незалежно від проникності лабораторних взірців породи міцність їх спочатку

незначно падає, а потім зростає. Зменшення міцності взірців породи, на нашу думку, пов'язане з тим, що адгезійні властивості клеючої речовини на цьому проміжку часу менші, ніж розклинююче зусилля, яке виникає від дії дизельного палива. Зменшення міцності взірців породи залежить від їх проникності і складає для високопроникних (рис. 1, а) –  $10\div 18\%$ , а для низькопроникних (рис. 2) –  $15\div 40\%$ . При подальшому збільшенні часу перебування взірців породи в гідрофобно-адгезійній ванні міцність їх збільшується, що пов'язано, на нашу думку, зі зростанням адгезійних властивостей клеючої речовини у взірці породи при постійному значенні розклинюючого зусилля.

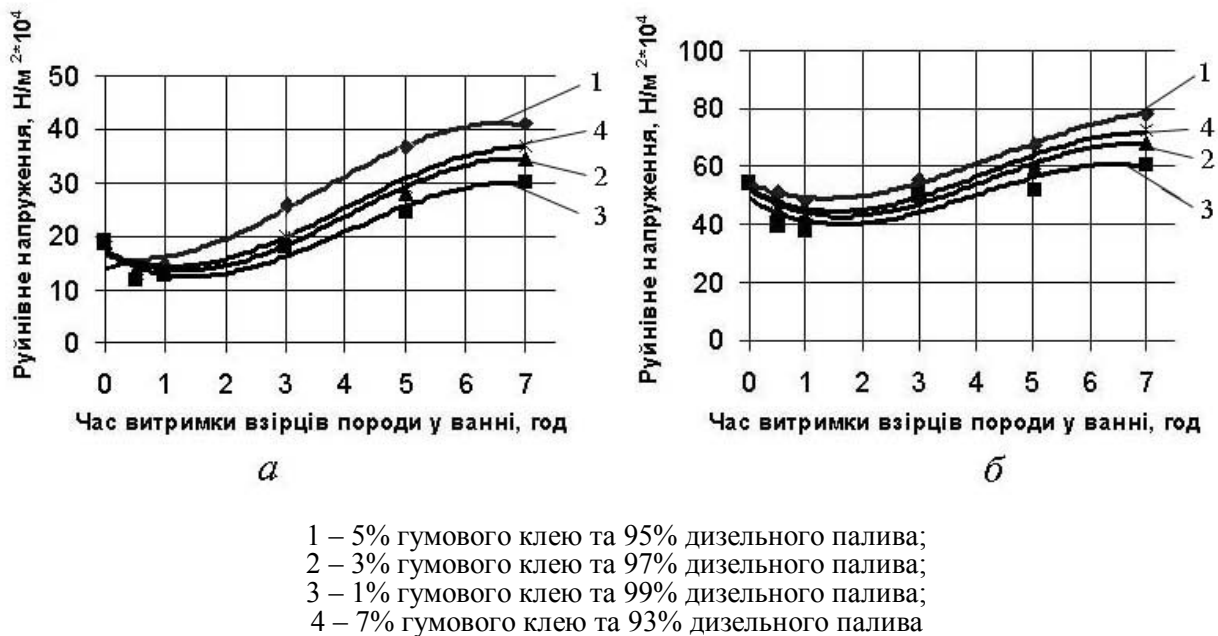
Міцність глиняно-піщаних взірців породи залежить від концентрації клеючої речовини в гідрофобно-адгезійній ванні, часу перебування взірців породи в ванні і їх проникності.

При збільшенні концентрації клеючої речовини в ванні та при постійному часі перебування взірців породи в ванні, а також при постійній проникності породи, спочатку спостерігається збільшення міцності взірця породи, яке досягає максимального значення, а потім падає. Така закономірність спостерігається для всіх типів взірців породи, незалежно від їх проникності. Існування максимального значення концентрації клеючої речовини в гідрофобно-адгезійній ванні може бути пов'язане з утворенням тонкої малопроникної плівки на поверхні взірців породи, яка затруднює проникнення клеючої речовини в середину породи. Тому, не дивлячись на збільшення концентрації клеючої речовини, міцність взірців породи падає. Максимальне значення концентрації клеючої речовини в дизельному паливі складає 5% для середньо- і високопроникних порід (рис. 1), та 3% для низькопроникних порід (рис. 2).

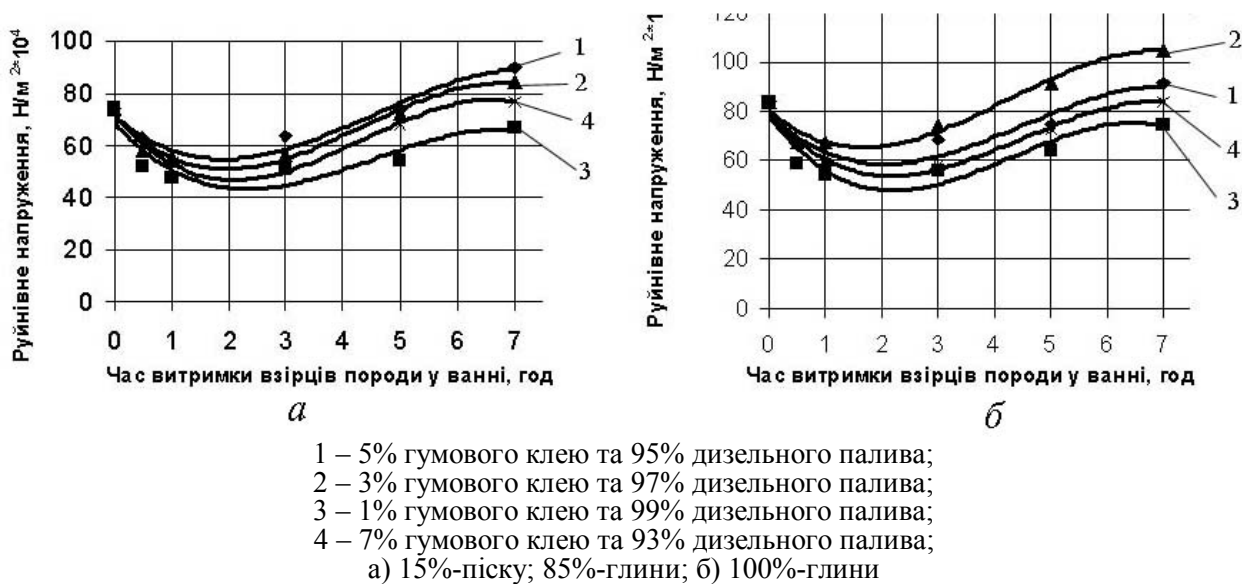
При зростанні часу перебування взірців породи в гідрофобно-адгезійній ванні міцність їх зростає, що пов'язано з збільшенням адгезійних властивостей клеючої речовини. Найбільше зростання міцності спостерігається після перебування в гідрофобно-адгезійній ванні через 6 годин у високопроникних породах та через 8 годин у низькопроникних породах.

Гідрофобно-адгезійна ванна на відміну від силікатно-калієвої ванни підвищує міцність всіх типів взірців породи, незалежно від їх проникності. Найбільший приріст міцності спостерігається у високопроникних взірцях породи, який рівний 260% (рис. 1); дещо менше для середньопроникних порід – 148% та найменше – 130% – для низькопроникних порід.

Отже, гідрофобно-адгезійна ванна з вмістом 3÷5% клеючої речовини та витримкою її в свердловині 6÷8 год. підвищує стійкість до обвалювання всіх типів глиняно-піщаних порід незалежно від їх проникності. Тому гідрофобно-адгезійну ванну назвали універсальною. Тривалість дії гідрофобно-адгезійної ванни оцінювали по зміні маси та конфігурації глиняно-піщаних взірців породи, розміщених в фільтратах розчинів з різною концентрацією солі.



**Рисунок 1 — Динаміка руйнування високопроникних (85%-піску; 15%-глини) (а) та середньопроникних (50%-піску; 50%-глини) (б) взірців породи залежно від часу та адгезійних властивостей ванни**



**Рисунок 2 — Динаміка руйнування низькопроникних взірців породи залежно від часу та адгезійних властивостей ванни**

Всі взірці породи порівню поділили на дві групи. До першої групи віднесли взірці породи, які не піддавались обробці гідрофобно-адгезійною ванною. Ці взірці породи назвали звичайними. До другої групи ввійшли взірці породи, які після приготування витримували протягом 7 годин в гідрофобно-адгезійній ванні з вмістом клеючої речовини 4%. Такі взірці породи назвали гідрофобізованими. Взірці породи поміщали: в прісну воду, яка моделювала глинистий розчин; в мінералізовану воду (5% KCl+H<sub>2</sub>O), яка моделювала хлоркальєвий розчин та в соленасичену воду (26%NaCl+H<sub>2</sub>O), яка моделювала соленасичений стабілізований розчин. Під час дослідів взірці породи періодично виймали з

фільтратів і заміряли їх масу, зокрема звичайних взірців – через 2,5÷5,0 хв, гідрофобізованих – через 0,5÷10 год. Одночасно спостерігали за конфігурацією взірців породи.

Результати лабораторних досліджень приведені в таблиці 1 для звичайних та в таблиці 2 для гідрофобізованих взірців породи. Як видно із даних табл. 1, всі взірці породи при перебуванні в фільтратах з різною концентрацією солі збільшують свою масу і швидко руйнуються. Найшвидше руйнуються всі взірці в прісній воді (5÷10 хв), повільніше в мінералізованих фільтратах (10÷20 хв), що пов'язане з присутністю в фільтраті іонів K<sup>+</sup> та Na<sup>+</sup>, які збільшують сили зв'язку між шарами кристалічної

**Таблиця 1 – Зміна маси звичайних взірців породи залежно від часу їх перебування в фільтраті розчину з різною концентрацією солі**

Час, хв	Маса взірців породи, г											
	H <sub>2</sub> O				H <sub>2</sub> O + 5%KCl				H <sub>2</sub> O + 26%NaCl			
	100% глини	85% глини 15% піску	50% глини 50% піску	15% глини 85% піску	100% глини	85% глини 15% піску	50% глини 50% піску	15% глини 85% піску	100% глини	85% глини 15% піску	50% глини 50% піску	15% глини 85% піску
0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
2,5	15,0	15,0	18,0	20,0	15,0	15,0	18,0	20,0	15,0	15,0	18,0	20,0
5	<u>15,0</u> п.руйн.	<u>16,0</u> п.руйн.	<u>19,0</u> п.руйн.	<u>21,0</u> п.руйн.	16,0	16,0	19,0	20,5	16,0	16,0	19,0	21,0
10	к.руйн.	к.руйн.	к.руйн.	к.руйн.	<u>16,0</u> п.руйн.	<u>16,0</u> п.руйн.	<u>19,0</u> п.руйн.	<u>21,0</u> п.руйн.	16,5	16,5	19,5	21,5
15	–	–	–	–	к.руйн.	к.руйн.	к.руйн.	к.руйн.	17,0	17,0	20,0	22,0
20	–	–	–	–	–	–	–	–	<u>17,5</u> п.руйн.	<u>17,5</u> п.руйн.	<u>20,5</u> п.руйн.	<u>22,0</u> п.руйн.
30	–	–	–	–	–	–	–	–	к.руйн.	к.руйн.	к.руйн.	к.руйн.
40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

**Таблиця 2 – Зміна маси модифікованих взірців породи залежно від часу їх перебування в фільтраті розчину з різною концентрацією солі**

Час, год	Маса взірців породи, г											
	H <sub>2</sub> O				H <sub>2</sub> O + 5%KCl				H <sub>2</sub> O + 26%NaCl			
	100% глини	85% глини 15% піску	50% глини 50% піску	15% глини 85% піску	100% глини	85% глини 15% піску	50% глини 50% піску	15% глини 85% піску	100% глини	85% глини 15% піску	50% глини 50% піску	15% глини 85% піску
0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
1	14,5	14,5	15,3	16,5	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
2	14,5	14,5	16,0	17,0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
3	14,5	14,5	16,0	17,0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
4	<u>14,5</u> п.руйн.	<u>14,5</u> п.руйн.	16,0	17,0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
5	к.руйн.	к.руйн.	16,0	17,0	14,0	14,0	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
6	–	–	16,0	17,0	<u>14,0</u> п.руйн.	<u>14,0</u> п.руйн.	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
7	–	–	16,0	17,0	к.руйн.	к.руйн.	15,0	16,0	14,0	14,0	15,0	16,0
8	–	–	<u>16,0</u> п.руйн.	17,0	–	–	15,0	16,0	<u>14,0</u> п.руйн.	14,0	15,0	16,0
24	–	–	к.руйн.	17,0	–	–	<u>15,0</u> п.руйн.	16,0	к.руйн.	<u>14,0</u> п.руйн.	15,0	16,0
48	–	–	–	17,0	–	–	к.руйн.	16,0	–	к.руйн.	15,0	16,0
72	–	–	–	<u>17,0</u> п.руйн.	–	–	–	16,0	–	–	15,0	16,0
120	–	–	–	к.руйн.	–	–	–	16,0	–	–	15,0	16,0

Примітка: п.руйн. – початок руйнування взірця породи;  
к.руйн. – кінець руйнування взірця породи.

решітки глини і сповільнюють їх руйнування. Незначне зростання маси взірців породи (85% глини + 15% піску) та 100% глини) пов'язане з їх низькою пористістю та низькою проникністю.

Порівнюючи дані табл. 2 з відповідними даними табл. 1, видно, що маса гідрофобізованих взірців породи під час перебування в фільтрах розчинів з різною концентрацією солі майже не змінювалась, або якщо і змінювалась, то незначно, що свідчить про незначне проникнення фільтрату в середину взірців породи. Тому і стійкість взірців породи до їх руйнування зростає в десятки, а в деяких випадках в сотні разів (табл. 1 і табл. 2).

Отже, на основі лабораторних досліджень, рекомендується для промислового впровадження при боротьбі з обвалюванням та осипанням стінок свердловини гідрофобно-адгезійна ванна з вмістом клеючої речовини 3-5% та витримкою її в свердловині проти порід, схильних до обвалювання, 6÷8 годин.

УДК 622.323

## КРУТНИЙ МОМЕНТ ШТАНГООБЕРТАЧА ДЛЯ ПРОВЕРТАННЯ СКЛОПЛАСТИКОВИХ НАСОСНИХ ШТАНГ ТА ОЦІНКА МІЦНОСТІ З'ЄДНАННЯ ЇХ ГОЛОВОК

<sup>1</sup>Б.В.Копей, <sup>2</sup>О.В.Максимук, <sup>2</sup>Н.В.Щербина, <sup>2</sup>Ю.С.Зінченко

<sup>1</sup>ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел/факс (03422)  
e-mail: koreub@nimg.edu.ua

<sup>2</sup>ІППММ ім. Я.Підстригача, м. Львів, вул. Наукова, 3-б

*Рассматривается методика для определения крутящего момента штанговертателя стеклопластиковых насосных штанг и проведен анализ прочности соединения стальных головок со стеклопластиковым телом.*

*A method for determination of rod rotator torque in fiberglass sucker rods and the strength of the connection between the metal heads and the fiberglass bodies is analyzed.*

Часто виникає запитання – який крутний момент може передавати типовий штангообертач штанговій колоні. Це особливо важливо для склопластикових насосних штанг (СПНШ). В Україні створено виробництво насосних штанг з полімерних композитів, підтверджених патентами України № 29783А, 35751А, 35781А, 50094А та 50093А, розроблено нові технічні умови ТУ У 29.5 -13741713-002.2006 (замість ТУ У 13741713.001-2000), проведено промислово випробування насосних штанг та організовано серійне виробництво штангообертачів ОКШ-100 та ОКШБ-100 для штангових колон (ТУ.У. - 02070855-025-2000), підтверджені патентами України № 49211А та № 55848А, на Бориславській ЦБВО та ТзОВ “Русич”, які впроваджено в НГВУ “Долинанафтогаз”.

Для дослідження контактних напружень у конструктивному з'єднанні, виготовленому за спеціальною технологією, стержня з ПКМ і сталеві обойми (жорсткого бандажа) використовуємо узагальнену теорію оболонок типу Тимошенка [1]. Вибір даного варіанта теорії оболонок обумовлений: по-перше, необхідністю враховувати особливості механічної поведінки композитних матеріалів (низька зсувна жорсткість і обтиснення); по-друге, можливістю одержання фізично коректних розв'язків контактних задач.

Із загальних співвідношень зазначеної теорії для циліндричної оболонки за відсутності об'ємних навантажень:

### Література

1 Волобуєв А.І., Малярчук Б.М. Методичні вказівки з дисципліни “Механіка гірських порід” для студентів спеціальності 09.03. – Івано-Франківськ, 1994. – 13 с.

2 Гроднов В.Д. Физико-химические методы предупреждения осложнений в бурении. – М.: Недра, 1994. – 229 с.

3 Краткая химическая энциклопедия / Под редакцией Кнунянц И.Л. и др. Том.2. – М., 1963. – С. 1085.

4 Оринчак М.М., Оринчак М.І. Силікатно-калієва ванна. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 1. – С. 26-29.

5 Ясов В.Г., Мыслюк М.А. Осложнения в бурении. – М.: Недра, 1991. – 17 с.