

ПАЛИВНО-БІТУМНА ВАННА

¹М.І. Оринчак, ³А.І. Різничук, ²М.М. Оринчак, ¹О.С. Бейзик¹ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42153,
e-mail: drill@nung.edu.ua²НАК «Нафтогаз України», 00001, м. Київ, вул. Б. Хмельницького, 6³Шебелинське відділення бурових робіт, Харківська обл., Балаклеїський р-н, смт. Червоний Донець,
e-mail: shvbr@kharkov.ukrtel.net

Найпоширенішим ускладненням, яке зустрічається при бурінні нафтових і газових свердловин, є обвалювання та осипання стінок свердловини, для боротьби з яким за останні роки застосовують силікатну, силікатно-калієву, гідрофобно-адгезійну та гідрофобно-бітумну ванни. Основним недоліком силікатної та силікатно-калієвої ванн є недостатній термін кріплення стінок свердловин через схильність до розчинення затвердлого рідкого скла фільтратом бурового розчину, що проникає у стінки свердловини під дією перепаду тиску під час поглиблення свердловини. Недоліком гідрофобно-бітумної та гідрофобно-адгезійної ванн є значна вартість компонентів, що зменшує можливість їх застосування в практиці буріння свердловин. Тому для підвищення стійкості стінок свердловини рекомендується паливно-бітумна ванна, до складу якої входить 5-9 % окисненого бітуму та 91-95% пічного побутового палива. Застосування паливно-бітумної ванни сприяє збільшенню терміну дії в сотні разів порівняно з силікатно-калієвою ванною.

Ключові слова: пічне побутове паливо (ППП), окислений бітум, обвалювання та осипання стінок свердловини, силікатно-калієва ванна, рідинна ванна, гідрофобно-бітумна ванна.

Наиболее распространенным осложнением, встречающимся при бурении нефтяных и газовых скважин, являются обвалы и осыпи стенок скважины, для борьбы с которым в последние годы применяют силикатную, силикатно-калиевую, гидрофобно-адгезионную и гидрофобно-битумную ванны. Основным недостатком силикатной и силикатно-калиевой ванн является недостаточный срок крепления стенок скважины из-за склонности к растворению затвердевшего жидкого стекла фильтратом бурового раствора, поступающего в стенки скважины при бурении скважин. Недостатком гидрофобно-битумной и гидрофобно-адгезионной ванн является высокая стоимость компонентов, уменьшающих возможность их применения в практике бурения скважин. Поэтому с целью повышения устойчивости стенок скважины рекомендуется топливно-битумная ванна, в состав которой входят 5-9 % окисленного битума и 91-95% печного бытового топлива. Применение топливно-битумной ванны способствует увеличению срока действия в сотни раз по сравнению с силикатно-калиевой ванной.

Ключевые слова: печное бытовое топливо (ПБТ), окисленный битум, обвалы и осыпи стенок скважины, силикатно-калиевая ванна, жидкостная ванна, гидрофобно-битумная ванна.

Crumbing and collapse of the well's wall is the biggest trouble that occurs while drilling of oil and gas wells. Silicate, silicate-potassium, hydrophobic-adhesive and hydrophobic-bituminous bathes are used to solve this problem. The main fault of silicate and silicate-potassium bathes is insufficient time of borehole walls setting, because the tendency of hardened liquid glass to dissolve in mud filtrate. The fault of hydrophobic-adhesive and hydrophobic-bituminous bathes is high cost of components, that makes their use in practice of drilling wells less possible. Therefore, to enhance stability of well walls the use of fuel-bituminous bath, which consists of 5-9% oxidized bitumen and 91-95% domestic heating fuel, is recommended. The use of fuel-bituminous bath helps to increase operational life of this bath up to one hundred times compared to the use of silicate potassium bath.

Keywords: domestic heating fuel (DHF), oxidized bitumen, crumbing and collapse of the well's wall, silicate-potassium bath, liquid bath, hydrophobic-bituminous bath

Основним ускладненням, яке виникає у процесі бурінні нафтових та газових свердловин, особливо на площах Дніпровсько-Донецької западини, є обвалювання та осипання стінок свердловини. Причиною цього ускладнення є тектонічні порушення, які спостерігаються у вигляді тріщин при розбурюванні потужних відкладів аргілітів, алеволітів, глинистих сланців тощо. 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 спричиняє обвалювання та осипання стінок свердловини. Зберегти стійкість стінок сверд-

ловини при розбурюванні тектонічно порушених порід дуже важко. Простих, однозначних способів вирішень цієї проблеми на сьогоднішній час не існує [1].

У практиці стійкість стінок свердловини підвищують за допомогою силікатної [2] та силікатно-калієвої [3] ванн. Перед підйомом бурильної колони або під час ремонтних робіт в бурильні труби закачують розрахунковий об'єм силікатної або силікатно-калієвої ванн і за допомогою бурового розчину протискують її в зону порушених порід та витримкою протягом 6-24 годин. В результаті взаємодії рідкого скла та іонів калію з стінками свердловини зменшується інтенсивність обвалювання.

Основним недоліком силікатної та силікатно-калієвої ванн є недостатній термін кріплення стінок свердловин через розчинення раніше затверділого рідкого скла фільтратом бурового розчину, який поступає в стінки свердловини під дією перепаду тиску у процесі подальшого поглиблення свердловини.

Ефективнішим способом підвищення стійкості стінок свердловини є застосування гідрофобно-бітумної [4, 5] ванни, яка складається з дизельного палива та окисленого бітуму. Така ванна збільшує міцність взірців породи на 110÷170%, протидіє надходженню фільтрату в стінки свердловини та значно збільшує термін дії ванни.

Недоліком гідрофобно-бітумної ванни є висока вартість через дороговизну дизельного палива, що зменшує імовірність її застосування у практиці буріння свердловин.

Мета роботи — зберегти або покращити стійкість стінок свердловин при одночасному збільшенні терміну дії рідинної ванни і зменшенні її вартості.

Поставлена мета досягається шляхом заміни дизельного палива пічним побутовим паливом (ППП), а окисленою речовиною, як і в гідрофобно-бітумній ванні, залишається окислений бітум з температурою розм'ягчення не менше 130÷140 °С.

Пічне побутове паливо — гідрофобна рідина від світло-коричневого до чорного кольору з різким запахом, випускається згідно галузевого стандарту України (ДСТУ 320.001.19943.010-98), застосовується для комунально-побутових потреб. Особливістю ППП є підвищений вміст смолистих фракцій, оскільки 90% палива отримують у процесі прямої перегонки дистилятної фракції між дизельним паливом і мазутом за температури від 160 до 360 °С.

Рецептуру і ефективність паливно-бітумної ванни у лабораторних умовах оцінювали на глинисто-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.

Регулюванням вмісту глини можливо змінювати проникність взірців у широких межах. Технологія виготовлення лабораторних взірців породи та методика підготовки їх до лабораторних досліджень були аналогічні тим, які застосовувались при дослідженнях гідрофобно-бітумної ванни.

Окислений бітум нагрівали до температури плавлення, а потім розчиняли його в пічному побутовому паливі. Концентрація бітуму в ППП коливалась в межах 1÷9%. Після визначення початкової міцності на стиск незруйновані глинисто-піщані взірці породи поміщали в паливно-бітумну ванну з різною концентрацією бітуму і витримували їх там від 0,5 до 9 годин. Кожні 0,5 або 2 години взірці породи виймали з ванни і вимірювали їх міцність на стиск, порівнюючи їх з початковою.

Результати лабораторних досліджень зображаємо графічно для високопроникних — 85% піску+15% глини (рис. 1), середньопроникних — 50% піску+50% глини (рис. 2), для низькопроникних — 15% піску+85% глини (рис. 3) і для слабопроникних — 100% глини (рис. 4) взірців порід.

На цих рисунках вздовж осі ординат відкладено значення міцності взірців породи, за якого настає їх руйнування, а вздовж осі абсцис — час перебування взірців породи в паливно-бітумній ванні.

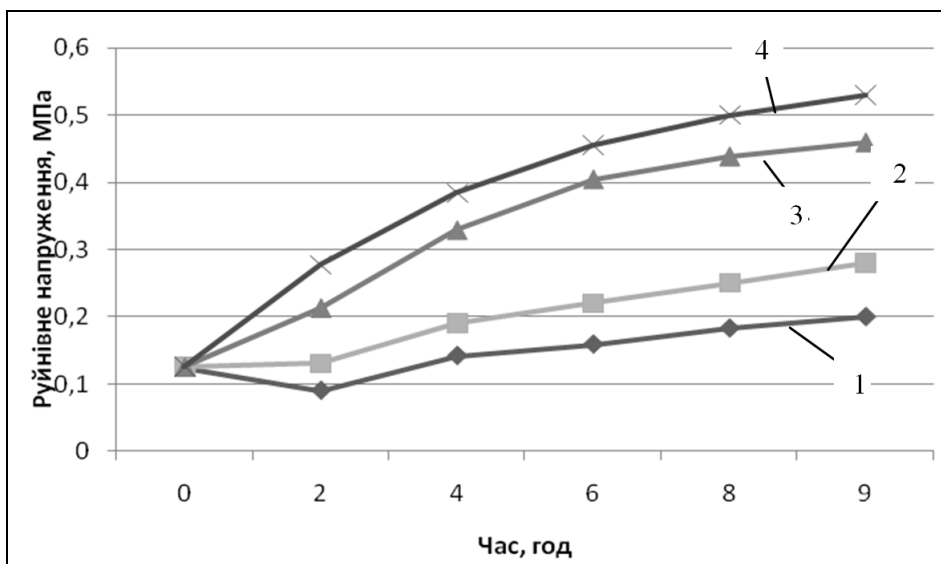
На цих рисунках видно, що незалежно від проникності лабораторних взірців породи їх міцність спочатку незначно падає, а потім зростає. При цьому зменшення міцності у високопроникних і середньопроникних породах інтенсивніше (20÷30%) порівняно з низькопроникними та слабопроникними породами (5÷18%). Зменшення міцності взірців породи на початку дослідження, на нашу думку, пов'язане з тим, що ключові властивості окисленого бітуму за цей проміжок часу менші, ніж розклинююче зусилля, яке виникає від дії ППП. При подальшому перебуванні взірців породи в ванні міцність їх збільшується, досягає максимального значення, і через 7÷8 годин стабілізується. Отже, мінімальний час перебування взірців породи в ванні коливається в межах 7÷8 годин, причому менший час характерний для середньо- і високопроникних порід, а більший час для низько- і слабопроникних порід.

Важливою особливістю наведених залежностей є вплив концентрації окисленого бітуму у ванні на міцність взірців породи. Зі збільшенням концентрації клеючої речовини міцність взірців зростає і досягає максимального значення, потім стабілізується або спадає. Максимальне значення концентрації окисленого бітуму, за якого міцність лабораторних взірців породи найбільша і коливається в межах 5÷9%. Існування максимального значення клеючої речовини, на нашу думку, пов'язане з утворенням тонкої бітумної плівки навколо поверхні взірців породи, яка протидіє подальшому проникненню ванни всередину взірців породи. Тому попри зростання концентрації бітуму у ванні міцність взірців породи не зростає.

Суттєвий вплив на міцність взірців породи, які розміщені в паливно-бітумній ванні, має проникність породи. Найбільший приріст міцності спостерігається у високопроникних взірцях породи, який дорівнює 410%, дещо менший — для середньопроникних порід — 150%, та найменший — 125÷130% — для низькопроникних та слабопроникних порід.

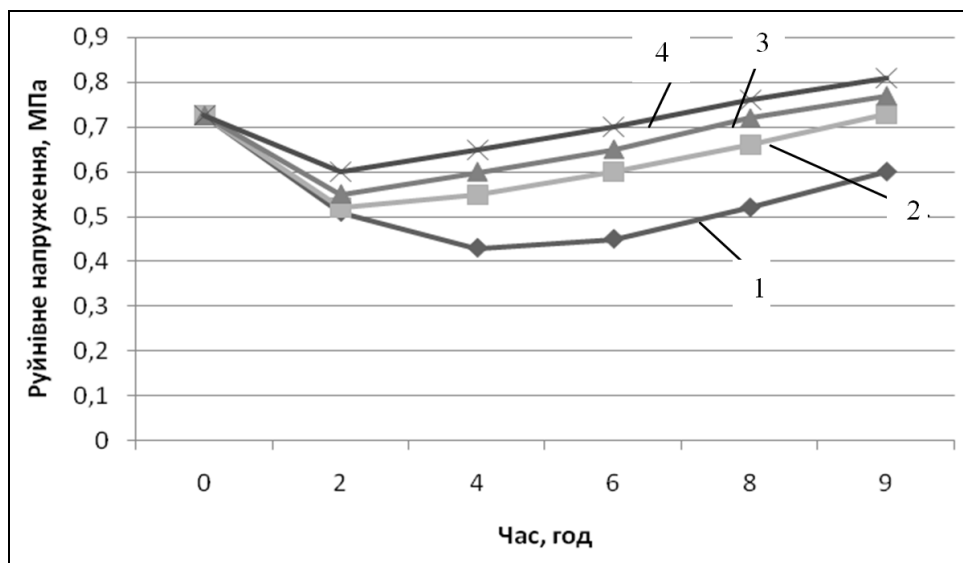
Паливно-бітумна ванна на відміну від силікатно-калієвої підвищує міцність всіх типів взірців породи, а тому її можна назвати універсальною.

Отже, паливно-бітумна ванна з вмістом окисленого бітуму 5÷9% та витримкою у свердловині 7÷8 годин підвищує міцність взірців породи від 125 до 410%. Враховуючи те, що ефективність паливно-бітумної ванни дещо більша, ніж гідрофобно-бітумної ванни, а вар-



1 - 1% високоокисленого бітуму та 99% ПППІ;
 2 - 3% високоокисленого бітуму та 97% ПППІ;
 3 - 5% високоокисленого бітуму та 95% ПППІ;
 4 - 9% високоокисленого бітуму та 91% ПППІ

Рисунок 1 – Динаміка руйнування високопроникних взірців породи (85% піску+15% глини) залежно від часу та адгезійних властивостей ванни



1 - 1% високоокисленого бітуму та 99% ПППІ;
 2 - 3% високоокисленого бітуму та 97% ПППІ;
 3 - 5% високоокисленого бітуму та 95% ПППІ;
 4 - 9% високоокисленого бітуму та 91% ПППІ

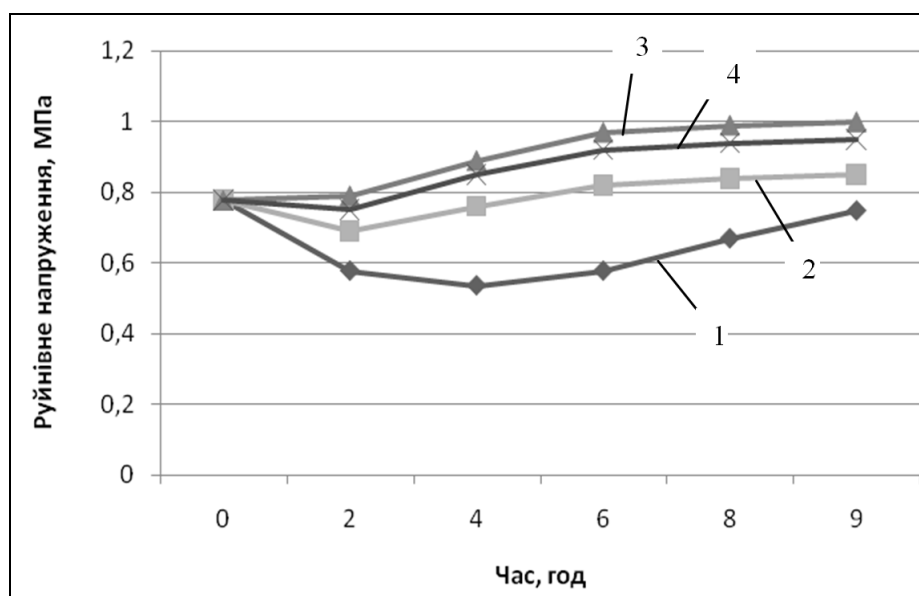
Рисунок 2 – Динаміка руйнування середньопроникних взірців породи (50% глини+50%піску) залежно від часу та адгезійних властивостей ванни

тість приблизно утричі менша, вона є найбільш раціональною для застосування у практиці буріння свердловин.

Тривалість дії паливно-бітумної ванни в лабораторних умовах оцінювали за зміною маси, форми та часу самовільного руйнування взірців породи при розміщенні їх у фільтрах розчинів з різною концентрацією солі.

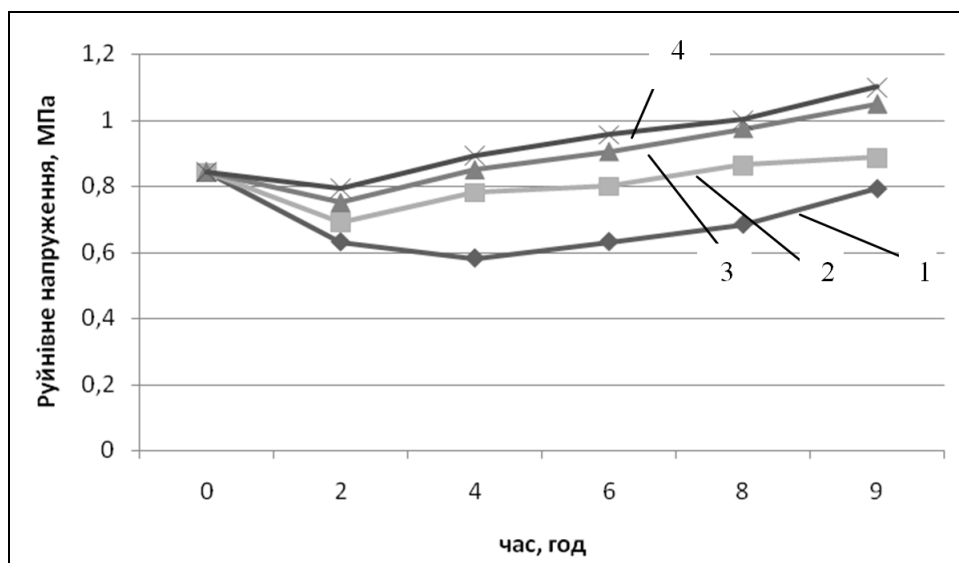
Всі взірці породи порівну розподілили на дві групи. До першої групи віднесли взірці по-

роди, які не обробляли паливно-бітумною ванною. Такі взірці умовно називали звичайними. До другої групи увійшли взірці породи, які після приготування витримували протягом 8 годин в паливно-бітумній ванні з вмістом окисненого бітуму 8%. Такі взірці породи назвали модифікованими. Звичайні і модифіковані взірці поміщали: у прісну воду, яка моделювала глинистий розчин; у мінералізовану воду (5% $КС1+H_2O$), яка моделювала хлоркалієвий



- 1 - 1% високоокисленого бітуму та 99% ПППП;
 2 - 3% високоокисленого бітуму та 97% ПППП;
 3 - 5% високоокисленого бітуму та 95% ПППП;
 4 - 9% високоокисленого бітуму та 91% ПППП

Рисунок 3 – Динаміка руйнування низькопроникних взірців породи (85%глини+15%піску) залежно від часу та адгезійних властивостей ванни



- 1 - 1% високоокисленого бітуму та 99% ПППП;
 2 - 3% високоокисленого бітуму та 97% ПППП;
 3 - 5% високоокисленого бітуму та 95% ПППП;
 4 - 9% високоокисленого бітуму та 91% ПППП

Рисунок 4 – Динаміка руйнування слабкопроникних взірців породи (100% глини) залежно від часу та адгезійних властивостей ванни

розчин; у соленасичену воду (26%NaCl+H₂O), яка моделювала соленасичений стабілізований розчин. Під час дослідження взірці породи періодично виймали з фільтратів, крапельки води забирали з допомогою фільтрувального паперу а потім зважували. Зокрема звичайні взірці виймали і зважували їх через 5÷10 хв., а модифіковані – через 1÷2 години. Досліди проводили до тих пір, поки взірці породи починали самовільно руйнуватись. Одночасно спостерігали за

конфігурацією взірців породи. Найшвидше осипалися, а відтак тільки руйнувалися взірці породи з великою та середньою проникністю (85% піску+15% глини та 50% піску+50% глини). Взірці породи з низькою проникністю (15% піску+85% глини) та слабкою проникністю (100% глини) під дією фільтрату спочатку розтріскувались, а потім розпадались на великі шматки.

Таблиця 1 – Залежність стійкості взірців породи від часу їх перебування у фільтраті розчину з різною концентрацією солі

Час, хв.	Маса взірця породи, г											
	H ₂ O				H ₂ O+5%KCl				H ₂ 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	13	13	15	16	13	13	15	16	13	13	15	16
2,5	14	14	<u>16</u> п.руйн	к.руйн	14	14	16	<u>18</u> п.руйн	14	14	16	18
5	15	<u>15</u> п.руйн	к.руйн	-	15	15	<u>18</u> п.руйн	к.руйн	15	16	18	<u>20</u> п.руйн
10	<u>16</u> п.руйн	к.руйн	-	-	16	<u>16</u> п.руйн	к.руйн	-	16	17	<u>19</u> п.руйн	к.руйн
15	к.руйн	-	-	-	<u>18</u> п.руйн	к.руйн	-	-	17	<u>19</u> п.руйн	к.руйн	-
20	-	-	-	-	к.руйн	-	-	-	<u>18</u> п.руйн	к.руйн	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	к.руйн	-	-	-

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

Результати лабораторних досліджень наведено для звичайних (табл. 1) та для модифікованих (табл. 2) взірців породи. Як видно із табл. 1, всі взірці породи внаслідок перебування у фільтратах з різною концентрацією солі збільшують свою масу і швидко руйнуються. Найшвидше руйнуються взірці у прісній воді (5÷10 хв), повільніше – у мінералізованих фільтратах (10÷20 хв), що пов'язане з наявністю у фільтраті іонів K⁺ та Na⁺, які збільшують сили зв'язку між шарами кристалічної ґратки глини і сповільнюють їх руйнування. Зміна маси взірців породи залежить від їх проникності. Найбільше зростання маси спостерігається у високо- і середньопроникних породах (6÷7%), найменше – в слабопроникних (3÷3,5%).

Стійкість модифікованих взірців породи після перебуванні їх у фільтраті розчину з різною концентрацією солі значно більша, ніж звичайних (див. табл.1, табл.2). Значне зростання стійкості модифікованих взірців породи в усіх типах фільтратів розчину, на нашу думку, пов'язане з адгезійними властивостями окисленого бітуму та підвищеним вмістом смолистих фракцій в пічному побутовому паливі. Порівнюючи дані табл. 2 з відповідними даними табл. 1 видно, що маса модифікованих взірців породи під час перебування в фільтратах розчинів майже не змінюється, або, якщо і змінюється, то незначно, що свідчить про незначне проникнення паливно-бітумної ванни всередину взірців породи. Незначне проникнення смолистих фракцій пічного побутового палива і окисленого бітуму в поверхневий шар лабора-

торних взірців не тільки протидіє поступленню складових ванни, але значно підвищує сили зчеплення між частинками взірців породи. Тому стійкість модифікованих взірців породи порівняно зі звичайними зростає у прісній воді приблизно в 140 разів, а в фільтратах з хлористим калієм, або в соленасичених хлористим натрієм – у сотні-тисячі разів.

Отже, паливно-бітумна ванна з концентрацією окисленого бітуму 5÷9% та часом витримки у свердловині 7÷8 годин підвищує не тільки міцність всіх лабораторних взірців породи в 1,25 до 2,1 рази але і значно підвищує термін дії ванни – від 1,0 до 5,0 разів. Вартість паливно-бітумної ванни приблизно утричі менша, ніж найбільш ефективної гідрофобно-бітумної ванни.

Враховуючи універсальність, тобто ефективність в різних породах, відносно невелику вартість та значний термін дії, паливно-бітумна ванна є ефективною в боротьбі з обвалюванням та осипанням стінок свердловини.

Література

- 1 Ясов В.Г. Осложнения в бурении: [справочное пособие] / В.Г. Ясов, М.А. Мыслюк. – М.: Недра, 1991. – 334 с.
- 2 Городнов В.Д. Буровые растворы / В.Д. Городнов. – М.: Недра, 1985. – 206 с.
- 3 Оринчак М.І. Силікатно-калієва ванна / М.І. Оринчак, М.М. Оринчак // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 1. – С. 26-29.

Таблиця 2 – Залежність стійкості модифікованих взірців породи від часу їх перебування у фільтраті розчину з різною концентрацією солі

Час, хв.	Маса взірця породи, г											
	H ₂ O				H ₂ O+5%KCl				H ₂ 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	13	13	15	16	13	13	15	16	13	13	15	16
1	16	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
2	16	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
3	16	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
4	16	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
5	16	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
6	<u>16</u> п.руйн	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
7	к.руйн	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
8	-	16,5	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
24	-	<u>16,5</u> п.руйн	17	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
48	-	к.руйн	<u>17</u> п.руйн	18	15	14,5	16	18	15	14,5	16	18
72	-	-	к.руйн	<u>18</u> п.руйн	<u>15</u> п.руйн	<u>14,5</u> п.руйн	16	18	15	14,5	16	18
120	-	-	-	к.руйн	к.руйн	к.руйн	16	18	15	14,5	16	18
240	-	-	-	-	-	-	16	18	15	14,5	16	18
15 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	15	14,5	16	18
20 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	15	14,5	16	18
25 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	15	14,5	16	18
30 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	15	14,5	16	18
35 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	15	14,5	16	18
36 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	<u>15</u> п.руйн	14,5	16	18
37 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	к.руйн	14,5	16	18
40 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	-	14,5	16	18
43 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	-	<u>14,5</u> п.руйн	16	18
44 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	-	к.руйн	16	18
45 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	-	-	16	18
50 діб	-	-	-	-	-	-	16	18	-	-	16	18

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

4 Пат. 86718 Україна МПК⁵¹ C09K8/50.
Гідрофобно-бітумна ванна / М.І. Оринчак,
М.М. Оринчак: Заявл.17.10.07. – Опубл.
12.05.09., Бюл. №9. – 4 с.

5 Оринчак М.І. Гідрофобно-бітумна ванна.
/ М.І. Оринчак, М.М. Оринчак // Розвідка і роз-
робка нафтових і газових родовищ. – 2008. –
№ 2. – С. 67-71.

Стаття надійшла до редакційної колегії
22.09.11
Рекомендована до друку професором
Коцюlichem Я.С.