

## РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ МОДИФІКОВАНОЇ ПАЛИВНО-МАЗУТНО-БІТУМНОЇ ВАННИ

І.І. Чудик, М.І. Оринчак, О.С. Бейзик, О.І. Кирчей

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 727137,  
e-mail: drill@nuing.edu.ua

Для ліквідації обвалювань та осипань стінок свердловини застосовують рідинні ванни на водній та вуглеводневій основі як у нашій країні, так і за кордоном. Для підвищення стійкості стінок свердловини проведено серію лабораторних досліджень, за результатами яких рекомендується модифікована паливно-мазутно-бітумна ванна, застосування якої забезпечує досягнення найбільшого ефекту у низькопроникних глинистих породах. Основними компонентами, що входять до складу ванни, є пічне побутове паливо (88-92,5%), окислений бітум (5-8%), мазут (1,5-2,0%) та сульфонол (1-2%). Термін дії ванни, встановленої у свердловині навпроти горизонтів зі складними гірничо-геологічними умовами, становить 7-8 годин. Після встановлення ванни взриві гірських порід зберігають стійкість та високі міцнісні властивості у фільтрах мінералізованого та соленасиченого розчинів протягом тривалого часу, який сягає 43-45 діб, що на 13-15% більше порівняно з відомими рідинними ваннами. Результати, отримані експериментальним шляхом, забезпечують зниження тривалості допоміжних операцій та простоїв через гірничо-геологічні та технологічні причини.

Ключові слова: мазут, пічне побутове паливо (ППП), окислений бітум, обвалювання та осипання стінок свердловини, сульфонол, модифікована паливно-бітумна ванна.

Для ликвидации осипей и обвалов стенок скважины применяют жидкостные ванны на водной и углеводородной основах как в нашей стране, так и за рубежом. Для повышения устойчивости стенок скважины проведена серия лабораторных исследований, по результатам которых рекомендуется использование модифицированной топливно-мазутно-битумной ванны (МТМБВ), применение которой обеспечивает больший эффект в низкопроницаемых глинистых породах. Главными компонентами, входящими в состав ванны, являются печное бытовое топливо (88-92,5%), окисленный битум (5-8%), мазут (1,5-2,0) и сульфонол (1-2%). Срок действия ванны, установленной в скважине напротив пластов со сложными горно-геологическими условиями, составляет около 7-8 часов. После установления ванны образцы горных пород сохраняют устойчивость и высокие прочностные свойства в фильтрах минерализованного и соленасыщенного растворов на протяжении длительного периода времени, который достигает 43-45 суток, что на 13-15% по сравнению с известными жидкостными ваннами. Результаты, полученные экспериментальным путем, способствуют снижению сроков вспомогательных операций и простоев, возникших из-за горно-геологических и технологических причин.

Ключевые слова: мазут, печное бытовое топливо (ПБТ), окисленный битум, обвалы и осипы стенок скважины, сульфонол, модифицированная топливно-битумная ванна.

Liquid baths on the water and hydrocarbon bases are used to eliminate caves-in and collapses of the borehole walls both in our country and abroad. A series of laboratory tests was conducted to improve the stability of the borehole walls. Based on their results a modified residual-fuel-bituminous bath is recommended. Its utilization makes the greatest effect in low-permeability argillaceous rocks. The main components that make up the bath include heating fuel (88-92,5%), oxidized bitumen (5-8%), oil (1,5-2,0%), and sulphonol (1-2%). Validity of the bath, settled in the borehole in such a position that it faces the horizons with complex mining-and-geological conditions, is 7-8 hours. After the bath was settled, the rock samples preserve stability and high strength properties in the filtrate of the mineralized and salt-saturated solutions for a long time that may reach 43-45 days, which is 13-15% more when compared to the known liquid baths. The results, obtained experimentally, provide decrease in the duration of the secondary operations and downtime due to the mining-and-geological and technological reasons.

Key words: residual oil, household stove fuel, oxidized bitumen, caves-in and collapses of the borehole wall, sulphonol, modified residual-fuel-bituminous bath.

**Вступ.** Родовища нашої країни характеризуються складними гірничо-геологічними умовами, спричиненими процесами формування гірських порід, тектонічними рухами тощо. Тому під час буріння нафтових і газових свердловин систематично виникають передумови для утворення інтервалів зі слабкими силами зв'язку у скелеті гірської породи.

Найпоширенішим ускладненням, яке трапляється під час буріння нафтових і газових свердловин, є обвалювання та осипання стінок свердловини. Основною причиною цього ускладнення є тектонічні порушення, які спостерігаються у вигляді тріщин при розбурю-

ванні потужних відкладів аргілітів, алевролітів, глинистих сланців, слабкозцементованих пісковиків тощо. Тріщини є найбільш придатним ідеальним каналом для проникнення фільтрату бурового розчину на значну глибину. Проникаючи у стінки свердловини, фільтрат зменшує ослаблені сили зчеплення у гірських породах і спричиняє обвалювання та осипання стінок свердловини.

Обвалювання та осипання стінок свердловини найчастіше виникають під час розбурювання пластичних сланцевих глин, що залягають під великими кутами, особливо поблизу тектонічних порушень. Першопричиною обва-

лів та осипань стінок свердловини є геотехнологічні умови їх проведення. Найчастіше обвали та осипання виникають у сланцюватих та лускатих глинах, що перемежуються тонкими прошарками піску, слюди з вмістом піриту, марказиту тощо. Не слід також нехтувати значними кутами падіння порід в інтервалах тектонічних порушень. Обвалоутворення стають дуже серйозним видом ускладнень під час осипання порід над утвореною каверною.

Суттєвий вплив на інтенсивність обвалювання та осипання стінок свердловини також пов'язаний зі зниженням структурно-механічних параметрів бурових розчинів, низькими механічною та рейсовою швидкостями буріння, виникненням частих зупинок та простоїв з технічних, технологічних чи організаційних причин. Обвалювання можуть спричинити виникнення аварій з бурильним інструментом, особливо в інтервалах каверноутворень.

Механізм обвалоутворень пов'язаний з пружним розширенням глинистих мінералів через зниження бокового тиску і осмотичного всмоктування фільтрату із бурового розчину, який, проникаючи у тріщини глинистих порід, спричиняє там зростання капілярного тиску, а також набухання глинистих порід, зниження сил зчеплення.

На інтенсивність обвалів та осипань стінок свердловини суттєво впливають такі процеси, як набухання і розмокання глинистих порід під дією фільтрату бурового розчину. Ступінь розщеплення глинистих мінералів зумовлений ступенем гідратації глинистих частинок і швидкістю гідратації маси глини, яка прямопропорційна до швидкості дифузії води.

Напружений стан гірських порід змінюється під дією гідратації та змочування і супроводжується адсорбційним пониженням твердості усього об'єму вірця. У цьому випадку сили зчеплення між частинками глини екрануються, що призводить до самовільного диспергування або значних деформацій за умови створення навантаження.

Дослідниками виявлено два механізми набухання глинистих мінералів: кристалічний (поверхнева гідратація) і осмотичний.

Кристалічне набухання відбувається внаслідок адсорбції мономолекулярних шарів води на зовнішніх і внутрішніх базальних поверхнях кристалів. Перший шар води утримується на поверхні водневими зв'язками з атомами кисню і утворюють структуру, що аналогічна зі структурою глинистого мінералу і проникають на віддалі до 1 нм від зовнішньої поверхні. Така вода володіє квазикристалічними властивостями та більшою в'язкістю.

Осмотичний механізм набухання залежить від концентрації катіонів між шарами кристалічної ґратки, що перевищує їх концентрацію у розчині. Тому вода втягується у міжшаровий простір, внаслідок чого можливе утворення дифузних частин подвійних електричних шарів. У глинистих мінералах не спостерігаються напівпроникні мембрани, але набухання має осмотичний характер, що пов'язано з різницею в

концентрації електроліту у розчині та гірській породі.

Порівнявши обидва механізми, встановлено, що осмотичне набухання призводить до значного збільшення загального об'єму глинистого мінералу порівняно з кристалічним. Натрієві глини під час осмотичного набухання адсорбують у 20 разів більше води порівняно з кристалічним набуханням.

Відштовхуючі сили між шарами значно слабші при осмотичному набуханні порівняно з кристалічним.

Протидіяти руйнуванню стінок свердловини при розбурюванні тектонічно порушених порід дуже складно.

Науковцями було здійснено багато спроб розроблення різних способів запобігання цих ускладнень. Однак спосіб запобігання обвалюванням та осипанням щодо зниження фільтрації недостатньо дієвий. Тому розвиток наукових досліджень було спрямовано ще і на збільшення густини бурових розчинів та застосування реагентів, що зменшували б інтенсивність гідратації глинистих порід.

**Аналіз сучасних заходів та вітчизняних досліджень.** На сьогоднішній день було здійснено багато різних спроб та способів для запобігання цих ускладнень, та жоден з них не є достатньо ефективний. Відомі на даний час у літературі та практиці буріння свердловин (зменшення фільтрації, збільшення густини та регулювання реологічних параметрів бурових розчинів) способи запобігання обвалювання та осипання стінок свердловини бажаного відчутного ефекту не дають [1].

У практиці стійкість стінок свердловини підвищують встановленням силікатної [2], силікатно-калієвої [3, 4], гідрофобно-адгезійної [5], гідрофобно-бітумної [6, 7], модифікованої гідрофобно-бітумної [8], паливно-бітумної [9, 10] та модифікованої паливно-бітумної [11] та паливно-мазотно-бітумної [12, 13] ванн.

Найефективніше знижує інтенсивність обвалювань та осипань стінок свердловини паливно-бітумна ванна. Однак, основний недолік цієї ванни полягає у її незначній протидії обвалюванням та осипанням стінок свердловини в інтервалах низькопроникних глинистих відкладів. Підвищити стійкість стінок свердловини у низькопроникних породах можна введенням мазуту до складу паливно-бітумної ванни [10]. Проте ефективність паливно-мазотно-бітумної ванни недостатня і не забезпечує дотримання вимог, що ставляться у цих умовах у практиці буріння, тому розробка нових рецептур рідинних ванн для підвищення стійкості стінок свердловини в інтервалах низькопроникних порід є актуальною.

**Мета роботи** – підвищити стійкість стінок свердловини у низькопроникних породах за одночасного збільшення терміну дії ванни.

Поставленої мети досягається зменшенням сил поверхневого натягу між паливно-мазотно-бітумною ванною та стінками свердловини за-

стосуванням поверхнево-активних речовин (ПАР), яке сприятиме зменшенню проникності фільтраційної кірки. Серед відомих ПАР, що застосовують у практиці буріння, є сульфонол, савенол, емульсин, жиринокс тощо.

### Виклад основного матеріалу

Підвищення здатності ванни проникати у гірську породу можна досягти введенням ПАР до її складу.

Для визначення оптимальної концентрації ПАР у складі модифікованої паливно-мазотно-бітумної ванни нами було проведено серію лабораторних досліджень. За базову прийняли рецептуру паливно-мазотно-бітумної ванни такого компонентного складу: пічне побутове паливо – 90-93,5%, мазут – 1,5-2,0%, окислений бітум, температура розм'якшення якого 130-140°C – 5,0-8,0%.

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 °C.

Мазут – маслянистий залишок нафти після відбирання із неї світлих дистилятів (бензину, лігроїну, гасу, дизельного палива). Мазут – в'язка речовина темно-коричневого кольору, представляє собою суміш вуглеводнів, нафтових смол, асфальтенів, карбонів, карбоїдів і органічних металомістких сполук (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca тощо). Фізико-хімічні властивості мазуту залежать від хімічного складу сирової нафти та ступеня відгону фракцій дистилятів, густина мазуту коливається в межах від 890 до 1000 кг/м<sup>3</sup> (за температури 20°C), теплота згорання 9100-10000 ккал/кг. У народному господарстві мазут застосовують як паливо для парових котлів, промислових котелень різного призначення та парових газових турбін.

Окислений бітум – тверда речовина від світло-коричневого до чорного кольору. Окислений бітум отримують продуванням гарячого повітря через попередньо розплавлений бітум. Під час окислення вміст мастила та смоли у бітумі знижується, а вміст асфальтенів зростає. Одночасно зростає молекулярна маса асфальтенів, яка сприяє поліпшенню адгезійних та структурних показників. Ступінь окислення бітуму оцінюють за температурою розм'якшення (спосіб «куля-кільце»). Високоокислений бітум має температуру розм'якшення 150-160°C, а низькоокисленого – 120°C. Ефективність бітуму найвища за співвідношення між асфальтенами і смолами, що дорівнює 2,5:1.

Сульфонол – іоногенна ПАР – суміш натрієвих солей алкілбензосульфонової кислоти. Випускають сульфонол у вигляді порошку світло-коричневого кольору або у вигляді в'язкої рідини світло-коричневого кольору з вмістом

активної речовини до 70%. Реагент добре розчинний у воді і нафті, у мінералізованих водах утворює осад у вигляді пластівців, показник рН 1% водного розчину становить 7-9. Сульфонол застосовують як емульгатор, гідрофобізатор глини, мастильну домішку, піноутворювач бурових розчинів. Оптимальна домішка реагента коливається від 0,3 до 3,0% залежно від призначення. Реагент не токсичний і при роботі з ним дотримуватися особливих заходів безпеки не потрібно.

Емульсин – суміш кубових залишків синтетичних жирних кислот і кислот рослинного походження з окисом кальцію за певного співвідношення. Форма випуску реагента – порошок або гранули світло-коричневого кольору.

Савенол – це суміш гідратованих неіоногенних поверхнево-активних речовин. За фізико-хімічними властивостями савенол – масляниста рідина від безбарвного до темно-коричневого кольору без специфічного запаху, розчинна у необмеженій кількості у воді і в незначній кількості у нафті. Показник рН 1% водного розчину – 6-8; густина за температури 20°C – 1020-1070 кг/м<sup>3</sup>. Масова частка активної речовини у савенолі за температури 20°C становить 20%, температура загущення – 5-10°C, температура помутніння 1% водного розчину – 60-70°C, температура кипіння – 100°C. Савенол, зазвичай, застосовують для зниження міжфазового натягу бурових розчинів під час розкриття продуктивних горизонтів. Гарантійний термін зберігання – 12 місяців з дня виготовлення.

Під час проведення експериментів вміст сульфонолу, савенолу, емульсину у складі ванни змінювали від 0,5 до 3,5%.

Для проведення таких досліджень, зазвичай, готують чотири типи взірців породи такого компонентного складу:

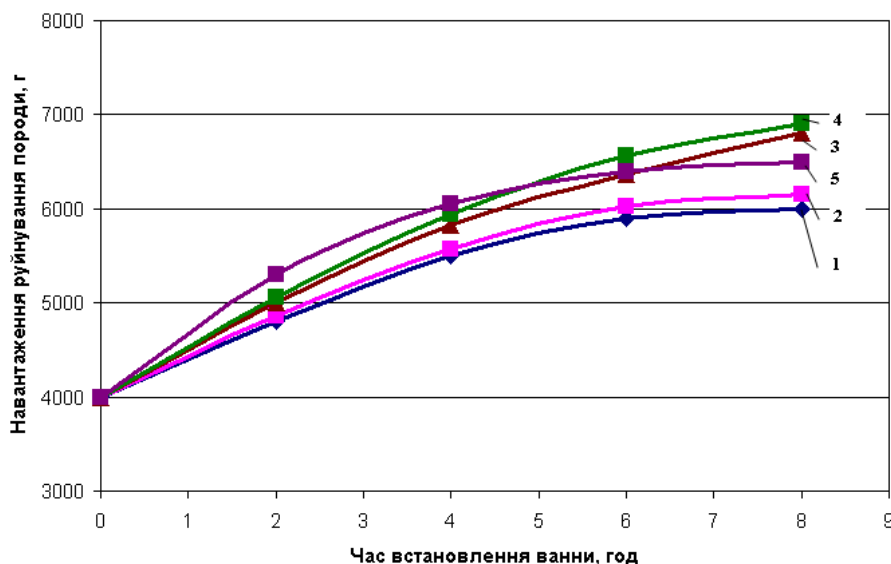
- 1) 15% глини та 85% піску;
- 2) 50% глини та 50% піску;
- 3) 85% глини та 15% піску;
- 4) 100% глини.

Ці взірці моделюють пісковик, алевроліт, аргіліт та глину, відповідно, а зміною концентрації глини регулюємо проникність взірців у широких межах.

Попередніми дослідженнями авторами розроблено рецептури рідинних ванн, що підвищують стійкість високо- та середньопроникних взірців гірських порід (I-III типи). Тому рецептура модифікованої паливно-мазотно-бітумної ванни запропонована для експериментів з низькопроникними взірцями, що моделюють глинисті породи (IV тип).

Технологія виготовлення лабораторних низькопроникних взірців аналогічна запропонованій під час розробки паливно-бітумної ванни [9, 10].

Експеримент розпочали з оцінки впливу поверхнево-активних речовин на міцність взірців породи. Число вимірювань, необхідних для отримання достовірних результатів обчислювали за величиною коефіцієнта варіації, середньоарифметичного значення та середньоквадратичного відхилення, величини яких визнача-



- 1 – модифікована паливно-мазутно-бітумна ванна з вмістом сульфонолу 0%;
- 2 – модифікована паливно-мазутно-бітумна ванна з вмістом сульфонолу 0,5%;
- 3 – модифікована паливно-мазутно-бітумна ванна з вмістом сульфонолу 1,0%;
- 4 – модифікована паливно-мазутно-бітумна ванна з вмістом сульфонолу 2,0%;
- 5 – модифікована паливно-мазутно-бітумна ванна з вмістом сульфонолу 2,5%

**Рисунок 1 – Залежність міцності взірців породи від часу перебування у ванні без сульфонолу**

ли за відомими формулами методи математичної статистики з відбракуванням даних, які включають грубу похибку [14].

Результати аналізу залежностей свідчать, що число замірів у кожному досліді дорівнює п'яти, а коефіцієнт варіації не перевищує 15%, що й було взято за основу.

Характерною особливістю модифікованої паливно-мазутно-бітумної ванни є протидія проникненню фільтрату бурового розчину на значну глибину у стінки свердловини. Ванна заповнює тріщини та збільшує сили зчеплення у породі, що забезпечує стійкість стінок свердловини. Найбільшого ефекту досягнуто під час дослідження впливу ванни із сульфонолом на міцність низькопроникних взірців породи. Це пов'язано із тим, що він володіє гідрофобними та гідрофільними властивостями, що сприяє підвищенню сил взаємодії між ванною і стінками свердловини.

Дослідження впливу емульсину та савенолу на кріпильні властивості ванни засвідчили їх низький ефект, що підтверджено незначним зростанням міцності взірців породи. На нашу думку, це пов'язано з тим, що савенол володіє тільки гідрофільними властивостями, а емульсин – тільки гідрофобними. У зв'язку з цим сили взаємодії між модифікованою паливно-мазутно-бітумною ванною, що володіє гідрофобними властивостями, та стінками свердловини, що володіють гідрофільними властивостями, надзвичайно слабкі.

Подальші дослідження було вирішено проводити із сульфонолом. Для уточнення рецептури модифікованої паливно-мазутно-бітумної ванни концентрацію ПАР змінювали від 0 до 2,5% від об'єму ванни.

За результатами лабораторних експериментів побудовано графічні залежності міцності низькопроникних взірців породи від тривалості дії ванни.

На рис. 1 наведено графічні залежності міцності взірців гірської породи від дії ванни за різної концентрації сульфонолу, що змінюється від 0% до 2,5% відповідно криві 1-5.

Міцність взірців оцінювали за прикладеним до них навантаженням, вираженим у грамах, яке відкладено по осі ординат.

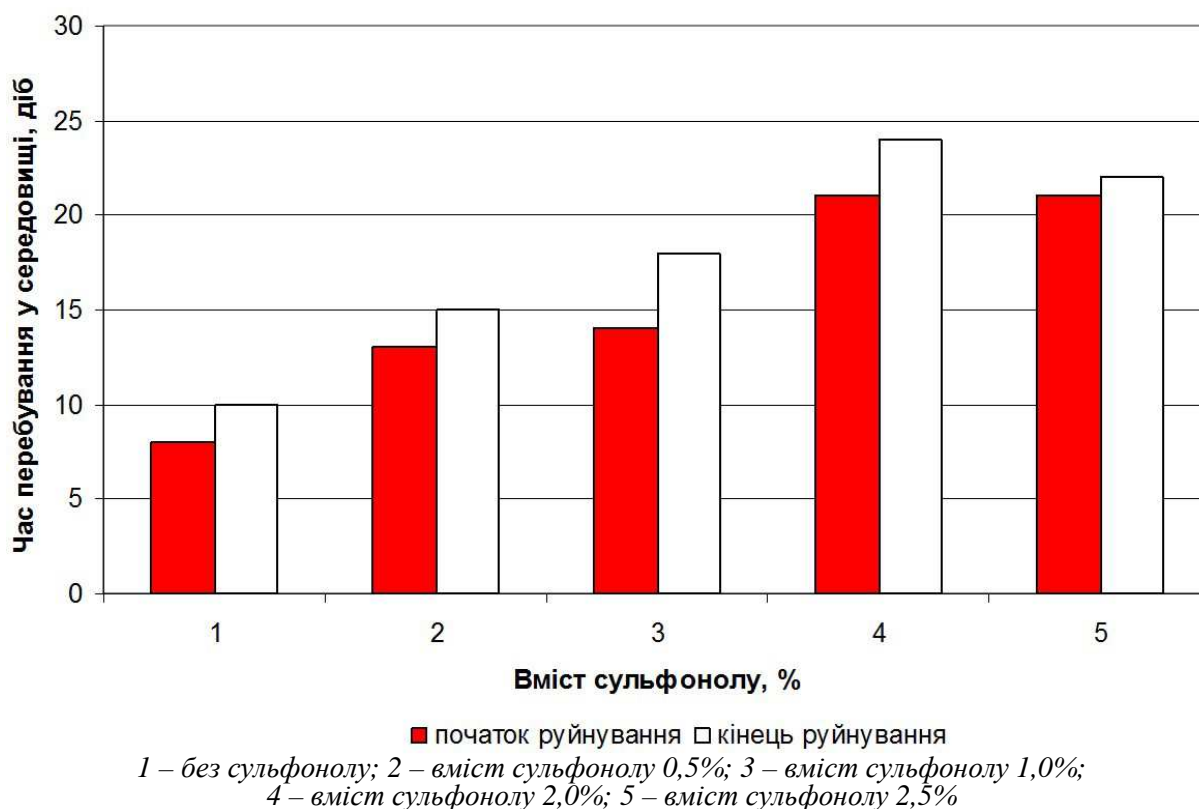
Під час проведення експерименту спостерігали за взірцями породи, перевіряючи щоднини їх міцність.

Порівнявши між собою отримані графічні залежності, спостерігаємо поступове зростання міцності глинистих взірців породи за збільшення часу їх перебування у модифікованій паливно-мазутно-бітумній ванні. Коли час дії ванни сягає 6-8 годин міцність взірців стабілізується або незначно зростає.

За збільшення концентрації сульфонолу міцність глинистих взірців породи спочатку зростає, а з часом стабілізується. За концентрації сульфонолу 0,5% у модифікованій паливно-мазутно-бітумній ванні міцність взірців породи після витримки їх у ванні протягом 8 годин зростає лише на 1-2%.

За концентрації сульфонолу 1% у рекомендованій ванні міцність низькопроникних взірців породи зросла на 13%. Аналогічна залежність спостерігається за концентрації сульфонолу у ванні 2%, а міцність взірців зросла до 15%.

Збільшення концентрації сульфонолу до 2,5% у ванні не сприяло зростанню міцності взірців, що підтверджується графічною залежністю, наведеною на рис. 1 (крива 5).



**Рисунок 2 – Швидкість руйнування взірців пород у водному середовищі**

Раціональна домішка сульфонолу до модифікованої паливно-мазотно-бітумної ванни становить 1-2%. Міцність взірців породи у цьому випадку зростає на 13-15% порівняно з вихідною рецептурою. Тривалість дії ванни на низькопроникні взірці породи повинна становити 7-8 годин.

Отже, для підвищення міцності глинистих низькопроникних порід рекомендується модифікована паливно-мазотно-бітумна ванна до складу якої входять:

- пічне побутове паливо – 88-92,5%;
- мазут – 1,5-2,0%;
- окислений бітум, температура розм'якшення якого 130-140°C – 5,0-8,0%;
- сульфонол – 1-2%.

Подальші лабораторні дослідження присвячено вивченню стійкості взірців породи до дії фільтратів бурових розчинів різного ступеня мінералізації. Для цього взірці породи розділили на дві групи, до першої з них належать взірці породи, оброблені паливно-мазотно-бітумною ванною. Такі взірці назвали звичайними. До другої групи увійшли взірці, які витримували у модифікованій паливно-мазотно-бітумній ванні з вмістом сульфонолу 0-2,5% протягом 8 годин, які назвали модифікованими.

Відтак звичайні взірці породи поміщали у прісну воду, що моделює прісний глинистий розчин; у 5% водний розчин хлориду калію, що моделює хлоркалійевий розчин; у 26% водний розчин хлористого натрію, що моделює солена-сичений стабілізований розчин. У ході дослідження взірці породи періодично зважували і спостерігали за їх концентрацією. Досліди про-

водили до повного руйнування взірців. Під час експериментів у взірцях спочатку утворювалися тріщини, а пізніше вони розпадались на великі шматки. Менша інтенсивність руйнування спостерігалась у взірцях, що перебували у моделях мінералізованих розчинів. Найчастіше у цих умовах взірці породи осипались з бокових частин.

Дослідження стійкості модифікованих взірців проводили в аналогічних моделях фільтратів бурових розчинів за методикою, описаною вище. Результати лабораторних експериментів засвідчили, що найнижча стійкість взірців породи спостерігалась у середовищі прісної води і зростає зі збільшенням мінералізації. На рис. 2-4 наведено діаграми зміни стійкості взірців породи залежно від ступеня мінералізації середовища та концентрації сульфонолу.

Як бачимо з гістограми, наведеної на рис. 2, у водному середовищі стійкість глинистих взірців зростає з 10 до 24 діб за збільшення вмісту сульфонолу у ванні до 2%. У мінералізованих розчинах (рис. 3, 4) стійкість глинистих взірців породи зростає з 15-17 діб без сульфонолу у складі ванни до 43-45 діб за збільшення вмісту сульфонолу у ванні до 2%.

Наведені залежності свідчать, що стійкість глинистих взірців породи після перебування у модифікованій паливно-мазотно-бітумній ванні вища у мінералізованому середовищі порівняно з прісним, які моделюють, відповідно, звичайний глинистий та інігуючий мінералізований розчини. Така відмінність на нашу думку пов'язана з наявністю іонів калію та натрію, які проникаючи у кристалічну ґратку глинистих

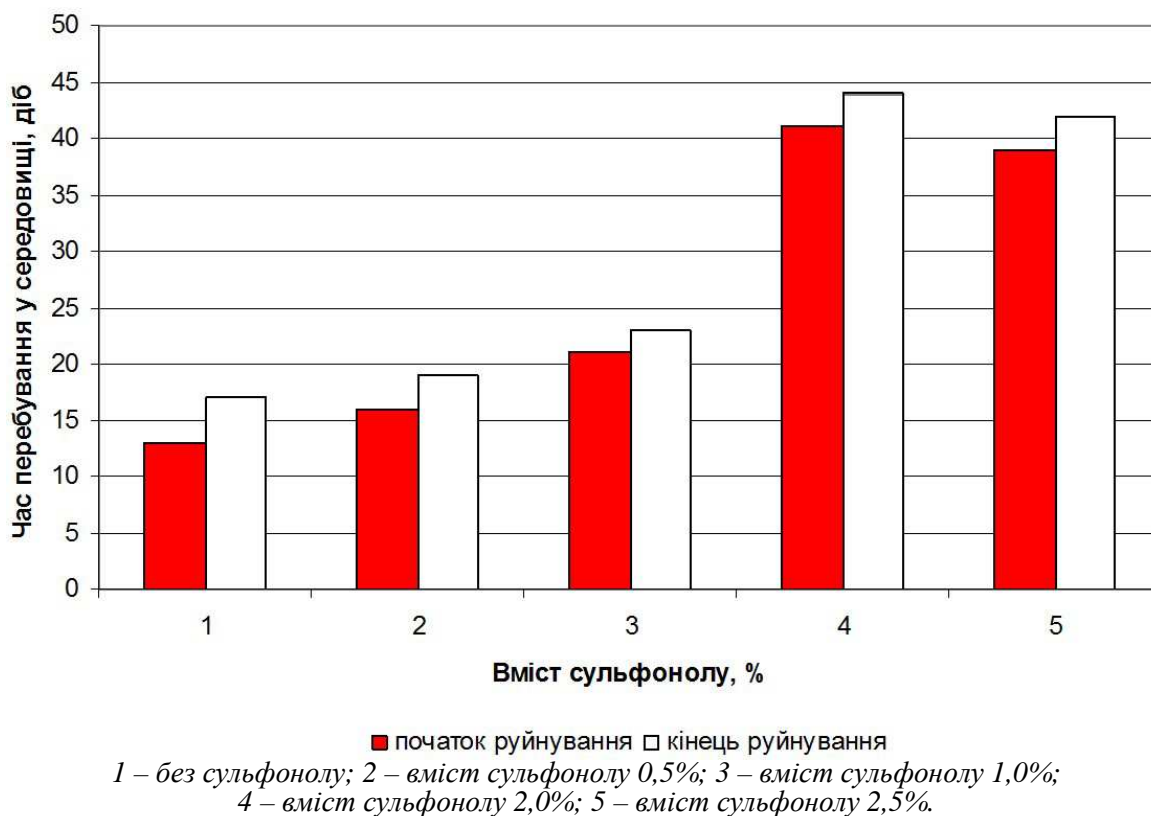


Рисунок 3 – Швидкість руйнування взірців пород у мінералізованому середовищі (5% KCl)

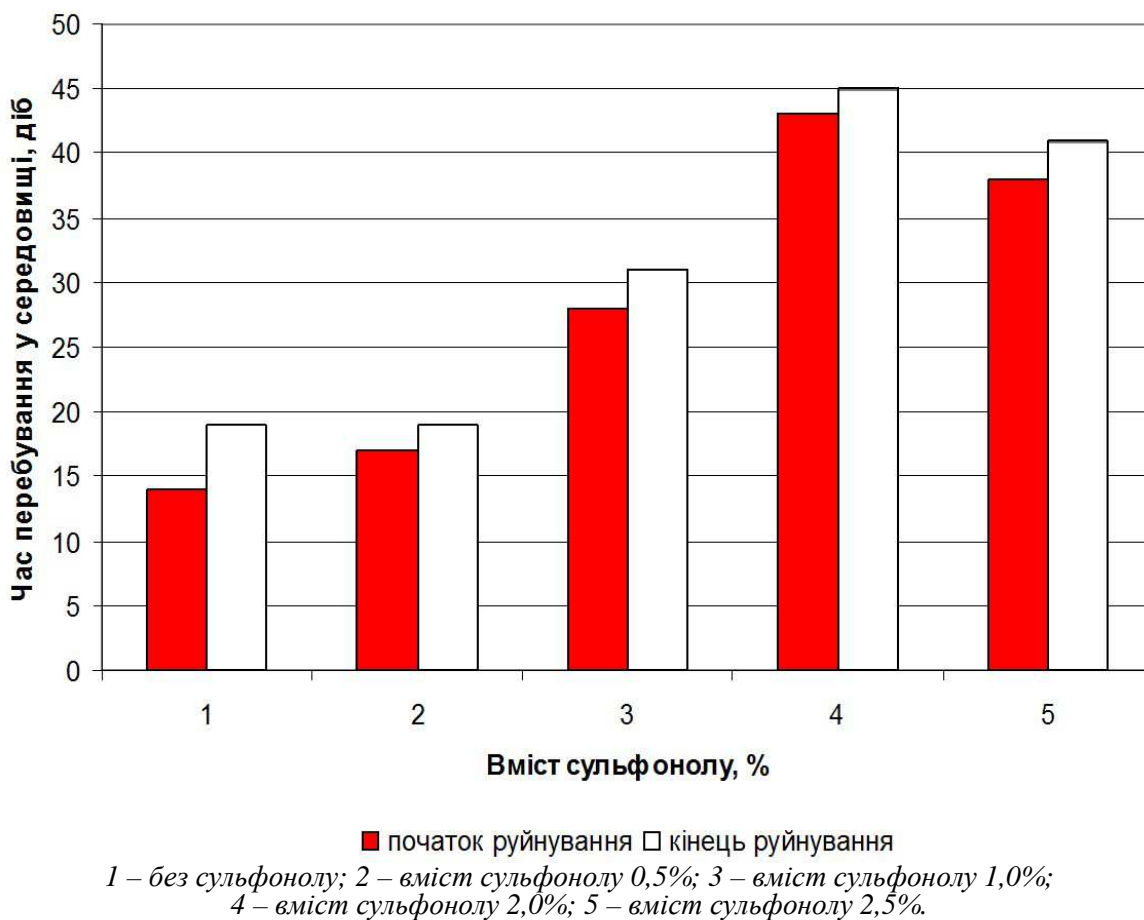


Рисунок 4 – Швидкість руйнування взірців пород у соленасиченому середовищі (26% NaCl)

мінералів, замінюють іонний зв'язок на ковалентний, в якому сили зчеплення значно більші.

Окрім цього, сульфонол, взаємодіючи з ванною та стінкою свердловини, утворює низькопроникну плівку, яка протидіє проникненню фільтрату у глинисті пласти під дією перепаду тиску.

Чергова серія експериментальних досліджень проведена для вивчення впливу савенолу, емульсину та їх композиції з солями калію та натрію на стійкість глинистих взірців. За базову прийнято рецептуру паливно-мазотно-бітумної ванни [12, 13].

У ході експериментів встановити достовірні зміни впливу савенолу, емульсину та їх композиції з солями калію та натрію на міцність низькопроникних порід не вдалося. У зв'язку з цим застосування ПАР (савенол, емульсин) та хлоридів калію і натрію не рекомендуємо як домішки до модифікованої паливно-мазотно-бітумної ванни.

### Висновок

Отже, за результатами лабораторних досліджень для боротьби з обвалюваннями та осипаннями стінок свердловини в інтервалах, складених низькопроникними породами (глинисті сланці, аргіліти, алевроліти тощо), рекомендується модифікована паливно-мазотно-бітумна ванна такого компонентного складу:

- пічне побутове паливо - 88,0-92,5%;
- мазут - 1,5-2,0%;
- окислений бітум - 5-8%;
- сульфонол – 1,0-2,0%.

Застосування сульфонолу у компонентному складі запропонованої ванни в кількості від 1 до 2% підвищує стійкість низькопроникних взірців породи на 13-15%, а стійкість цих порід зростає приблизно утричі порівняно паливно-мазотно-бітумною ванною.

Модифіковану паливно-мазотно-бітумну ванну рекомендується витримувати в інтервалі горизонтів, схильних до осипань та обвалювань стінок свердловини, протягом 7-8 годин. Термін дії ванни у низькопроникних породах досягає максимального значення і становить приблизно 45 діб.

### 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(21). – С. 22-24.
- 4 Оринчак М.І. Технологія встановлення силікатно-калієвої ванни / М.І. Оринчак, М.М. Оринчак // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 2(22). – С. 24-26.

5 Оринчак М.І. Гідрофобно-адгезійна ванна / М.І. Оринчак, М.М. Оринчак // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2007. – № 4(28). – С. 22-25.

6 Оринчак М.І. Гідрофобно-бітумна ванна / М.І. Оринчак, М.М. Оринчак // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2008. – № 2(30). – С. 26-29.

7 Пат. 86618 Україна МПК<sup>51</sup> С09К8/50. Модифікована гідрофобно-бітумна ванна / М.І. Оринчак, М.М. Оринчак: Заявл.10.10.08. – Опубл. 12.05.09., Бюл. № 9. – 4 с.

8 Пат. 78889 Україна МПК<sup>51</sup> С09К8/50. Модифікована гідрофобно-бітумна ванна / М.І. Оринчак, О.С. Бейзик, А.І. Васько: Заявл.13.07.12. – Опубл. 10.04.13., Бюл. №7 – 4 с.

9 Пат. 61098 Україна МПК<sup>51</sup> С09К8/50. Паливно-бітумна ванна / М.І. Оринчак, Б.М. Малярчук, О.О. Сендега: Заявл.18.11.10. – Опубл. 11.07.11., Бюл. №13 – 4 с.

10 Оринчак М.І. Паливно-бітумна ванна / М.І. Оринчак, А.І. Різничук, М.М. Оринчак, О.С. Бейзик // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – № 3(44). – С. 23-26.

11 Чудик І.І. Модифікована паливно-бітумна ванна / І.І. Чудик, М.І. Оринчак, О.С. Бейзик // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 1(54). – С. 21-24.

12 Бейзик О.С. Паливно-мазотно-бітумна ванна / О.С. Бейзик // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 4(49). – С. 21-24.

13 Пат. 89115 Україна МПК<sup>51</sup> С09К8/50. Модифікована паливно-мазотно-бітумна ванна / М.І. Оринчак, І.І. Чудик, О.С. Бейзик, М.П. Олексюк: Заявл.22.07.13. – Опубл. 11.04.14., Бюл. №7 – 4 с.

14 Волобуєв А.І. Методичні вказівки з дисципліни “Механіка гірських порід для студентів спеціальності 09.03.06 [Текст] / А.І. Волобуєв, Б.М. Малярчук. – Івано-Франківськ, 1994. – 13 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
29.07.14*

*Рекомендована до друку  
професором Коцкуlichem Я.С.  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
професором Мельником М.І.*

*(Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків)*