

1 – об'ємному напруженому;
2 – плоскому напруженому

Рисунок 6 - Залежність коефіцієнта стійкості стовбура свердловини до саморуйнування від її глибини при стані породи

При оцінці енергетичного стану гірського масиву [1] отримано співвідношення між питомими енергіями зміни об'єму при лінійному і об'ємному напружених станах породи. Цих енергій не достатньо для саморуйнування гірської породи, але достатньо для утворення в ній деформаційної неоднорідності (біфуркації) і, як наслідок, – до різного роду ускладнень. Це підтверджено лабораторними дослідженнями [3,5] і зводить вибір потенційно придатних енергетичних теорій міцності, які можуть бути використані.

УДК 622.245.23

ВРАХУВАННЯ КАВЕРНО- І ЖОЛОБОУТВОРЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ НЕОРІЄНТОВАНИХ КНБК

¹ І.І.Чудик, ¹ А.Р.Юрич, ² А.А.Козлов

¹ ІНФТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел. (03422) 42342,
e-mail: public@ifdtung.if.ua

² ДАТ “Чорноморнафтогаз”, 333000, м. Сімферополь, проспект Кірова, 52, тел. 27-23-09,
e-mail: drill@gas.crimea.ua

Рассматриваются причины возникновения выработок при бурении скважин и их влияние на устойчивость компоновок низа буровой колонны с учетом реального взаимодействия ее элементов со стенками ограничивающего пространства. Приведен анализ возможных случаев взаимодействия элементов КНБК со стенками наклонно-направленной скважины на прямолинейном участке.

The reasons of making appearance by well drilling and their effects on string bottom assemblies' steadiness taking into account real interaction of its elements with walls of limiting space are considered. The analysis of possible case of SBA elements interaction with directional well's walls on rectilinear part is advanced.

Забезпечення стійкості стінок стовбура свердловини в процесі буріння є необхідною умовою її будівництва і вимагає комплексного вирішення питань вибору конструкції свердловини, визначення оптимальних режимів буріння, типів і якості промивних рідин та правиль-

ного обґрунтування конструкцій компоновок низу бурової колони (КНБК), в тому числі неорієнтованих. Якість стовбура свердловини визначає умови проходження бурових та обсадних колон, геофізичних приладів та засобів для дотримання параметрів протекного

Література

1 Барановський Е.М. Енергетична оцінка стану гірського масиву при бурінні глибоких свердловин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. – № 1(14). – С.34-39.

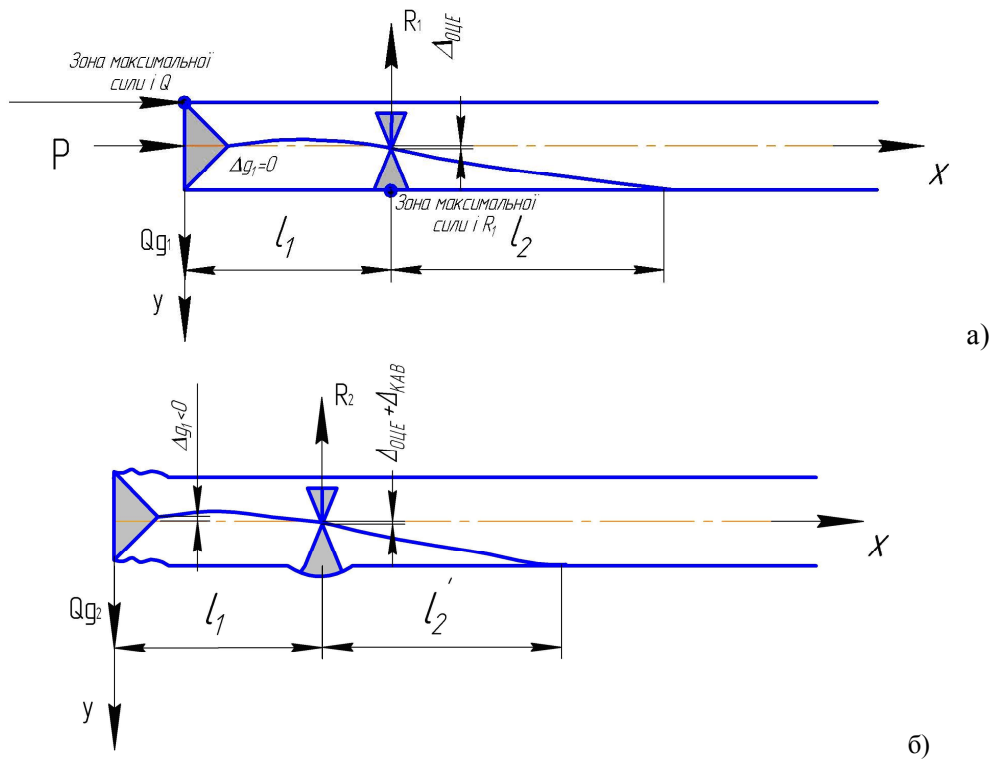
2 Барановський Е.М., Мойсисин В.М. Енергетичні теорії міцності та їх використання в механіці гірських порід // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2005. – № 2(11). – С.26-32.

3 Проницаемость горных пород и эффективность поддержания устойчивости ствола глубоких и сверхглубоких скважин давлением бурового раствора / Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г., Ширпес О.А., Мехнецов И.А., Савицкий С.Т. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1992. – №5. – С. 7-17.

4 Спивак А.И., Попов А.Н. Разрушение горных пород при бурении скважин. – М.: Недра, 1979. – 239 с.

5 Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти / Пер. с англ. и франц. под ред. В.Мори и Д.Фурментро. – М.: Мир, 1994. – 416 с.

6 Кольская сверхглубокая. Исследование глубинного строения континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины. – М.: Недра, 1984. – 490 с.



а) КНБК у стовбурі свердловини до утворення виробок;
 б) КНБК у стовбурі свердловини після утворення виробок

Рисунок 1 — Схема формування виробок КНБК при наборі зенітного кута

профілю. Зміна форми поперечного перерізу, локальні викривлення, наявність жолобних виробок або каверн на стінках часто стають причиною заклинювань, затяжок та прихоплень бурильних колон, передчасного їх зношування та першоджерелами різних аварій.

Порушення цілісності стінок свердловин зараховують до ускладнень деформаційного типу, які в загальному випадку обумовлені проявом комплексу різних факторів, таких як: осипання, обвалювання та обрушування [1–4]. Відхилення форми ствола свердловини від циліндричної зумовлюється різними причинами, до яких відносяться:

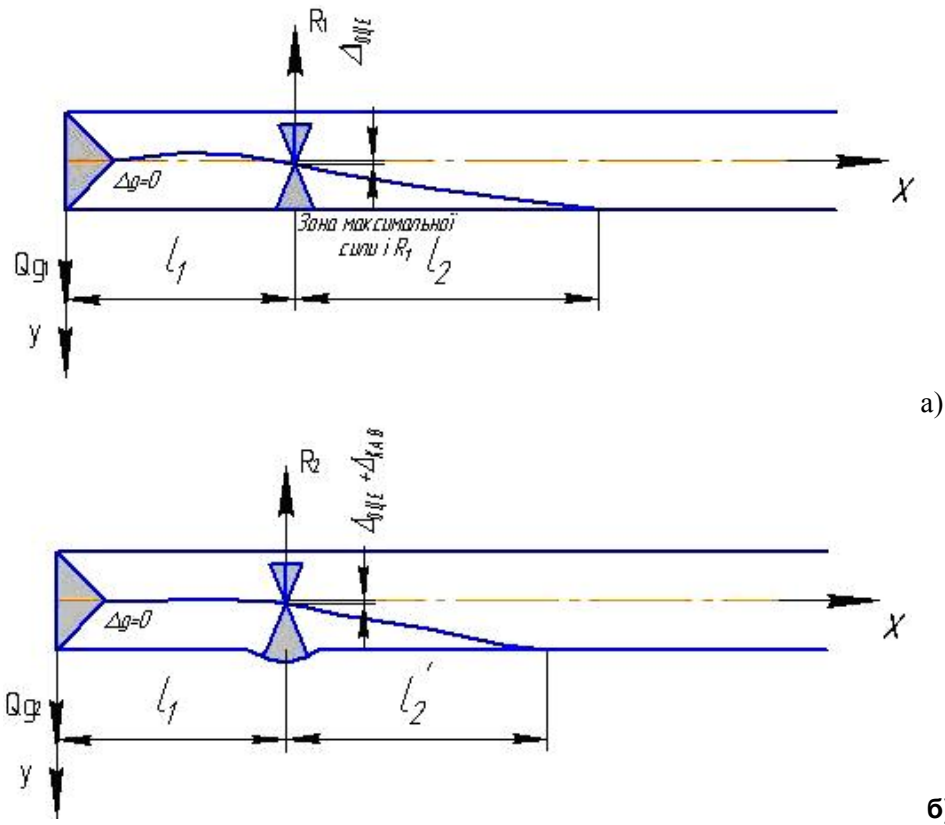
а) зміна механічних властивостей гірських порід і їх напруженого стану в пристовбурній зоні внаслідок дії геостатичного тиску, тектонічних сил, порового тиску пластового флюїду, гідравлічного тиску бурового розчину в свердловині та його ерозійної дії, а також температури на вибої в процесі буріння;

б) різноманітні процеси взаємодії елементів бурильної колони з гірськими породами в стовбурі свердловини протягом певного часу в середовищі бурового розчину.

Конструкції КНБК вибирають за розробленими методиками [5–9], які розглядають бурильну колону в стволі циліндричної форми з довільною кривизною. Незалежно від діаметра долота, кількості опорно-центруючих елементів (ОЦЕ) та кута нахилу осі свердловини, зменшення на кілька міліметрів їх діаметра (за рахунок абразивного зносу) призводить до зміни відхиляючого зусилля на долоті, що підтвер-

джується теоретичними і експериментальними дослідженнями [6, 10, 11]. Глибина каверн є різною: від кількох міліметрів до метра (або більше) при досить суттєвих довжинах виробок [1, 2–4]. Це призводить до децентрації КНБК у свердловині, й тому є негативним фактором при керуванні параметрами проектного профілю свердловини.

У дослідженнях [5; 10] при проектуванні КНБК для буріння ПСС і ГС приймають їх аналітичну схему, виражену в статичних умовах, де не враховується наявність каверн і жолобів на стінках свердловин. При цьому взаємодію долота і ОЦЕ із стінками свердловини описано відповідно до розрахункової схеми (рис. 1, а). В результаті встановлення такої КНБК у стан стійкої рівноваги, отримуємо радіальні зазори на її елементах: $\Delta g_1 = 0$ – у місці встановлення долота, $\Delta_{OЦЕ} > 0$ – на ОЦЕ. При цьому центратор притискається до нижньої стінки свердловини з силою, рівною R_1 (реакція на ОЦЕ). Відстань від нього до долота – l_1 , а від верхньої точки дотику – l_2 . Долото є притиснутим до верхньої стінки свердловини, а ОЦЕ – до нижньої, і під дією обертання бурильної колони вони вриваються у відповідні стінки свердловини (рис. 1, б). При цьому на долоті виникає деякий радіальний зазор: $\Delta g_1 < 0$, а на ОЦЕ – $\Delta_{OЦЕ} + \Delta_{КАВ}$ ($\Delta_{КАВ}$ – глибина каверни). Це все зумовлює зменшення величини l_2 до l_2' і зміну



а) КНБК у стовбурі свердловини до утворення виробок;
б) КНБК у стовбурі свердловини після утворення виробок

Рисунок 2 — Схема формування виробок стабілізаційною КНБК

Qg_1 до Qg_2 , а R_1 до R_2 , а також зменшення інтенсивності викривлення стовбура свердловини.

На рис. 2, а зображено КНБК, для якої $Qg_1 = 0$. В результаті встановлення цієї компоновки в стан стійкої рівноваги $\Delta g = 0$ і $\Delta_{ОЦЕ} > 0$, при $R_1 > 0$ і $Qg_1 = 0$. При цьому формування каверни можливе вже на нижній стінці свердловини (рис. 2, б) шляхом обертання притиснутого центратора. Як і в попередньому випадку, де l_2 зменшується до l'_2 і $Qg_2 < Qg_1$, КНБК переходять із стабілізаційної у випрямляючу.

Для КНБК випрямляючої дії характерною буде розрахункова схема, зображена на (рис. 3, а). В результаті цього на нижній стінці свердловини утворюються порушення від дії долота і ОЦЕ у вигляді каверн. При цьому внаслідок зміни Δg зростає величина l_2 та відхиляюче зусилля Qg_2 , що призведе до врізування долота у верхню стінку свердловини (рис. 3, б).

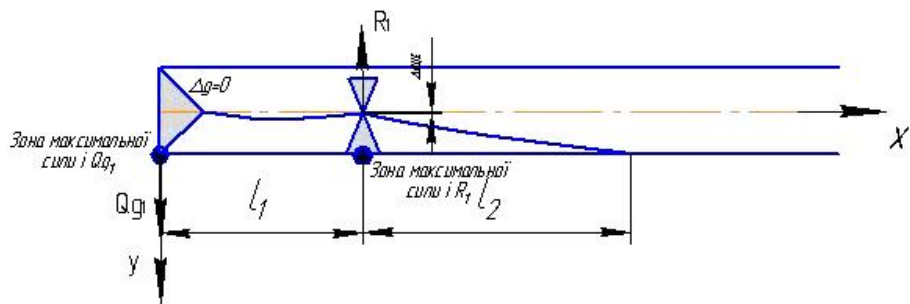
Такі зміни орієнтування низу бурильної колони в стовбурі свердловини можуть призвести до такого випадку, де ОЦЕ буде взаємодіяти не з каверною, а з виступом на стінці свердловини (рис. 4, а). Це зумовить зростання відхиляючої сили на долоті від Qg_1 до Qg_2 , R_1

до R_2 , зміну форми рівноваги КНБК, при якій відбувається врізування долота у верхню стінку свердловини (рис. 4, б) і зменшення величини Qg_2 .

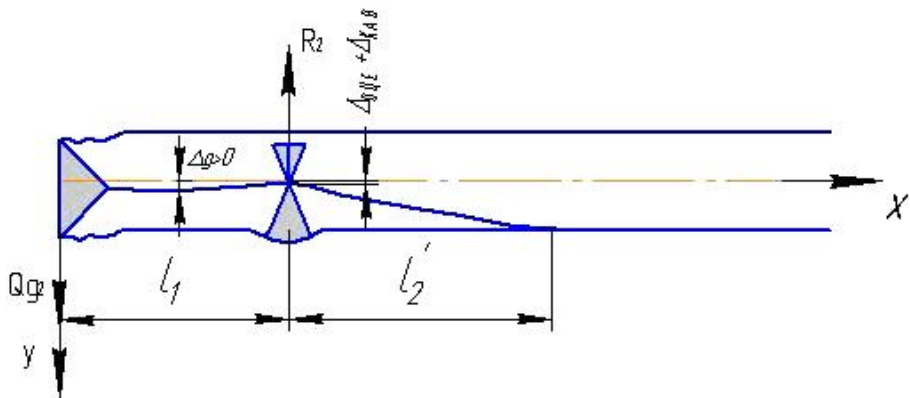
Оскільки ефективність буріння з використанням неорієнтованих КНБК залежить від діаметрів ОЦЕ, врахування кавернозності стінок свердловини (геометричні розміри виробіток) при складанні математичної моделі їх розрахунку є необхідною умовою.

Основним критерієм оцінки порушень стовбура свердловини є коефіцієнт кавернозності. Він характеризує збільшення діаметра ствола свердловини порівняно з номінальним. Є два напрямки врахування кавернозності стовбура свердловини при проектуванні неорієнтованих КНБК.

Перший шлях – це збільшення радіальних зазорів на опорах через пряме врахування показника коефіцієнта кавернозності шляхом введення в граничні умови поправки на нього. При цьому спрощуються розрахунки граничних умов взаємодії елементів компоновок зі стовбуром свердловини і розрахунок відхиляючого зусилля на долоті, кута його перекосу і реакції на ОЦЕ за загальновідомими підходами. Незважаючи на прості умови використання, це врахує лише збільшення діаметра стовбура свердловини за рахунок коефіцієнта кавернозності та зумовить лінійне зростання величин радіальних зазорів на всіх елементах КНБК.



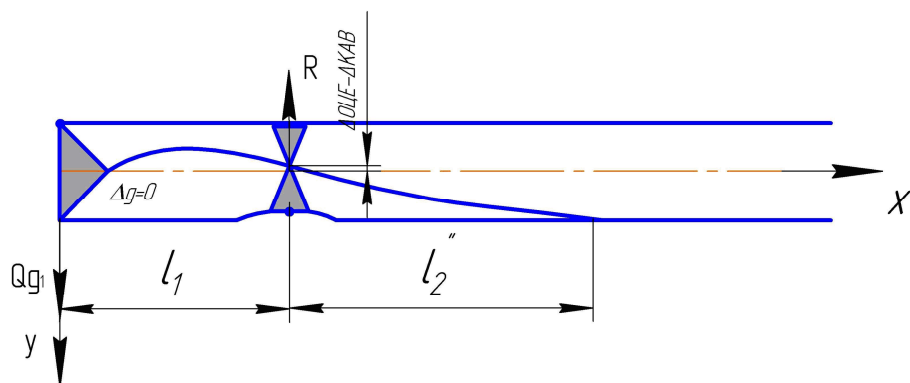
а)



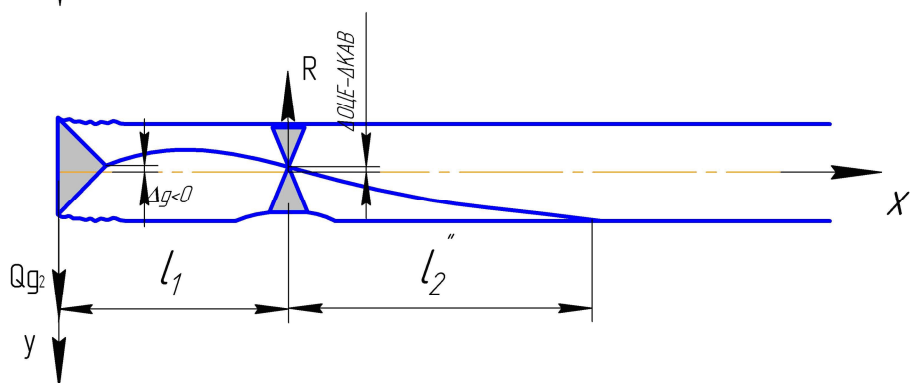
б)

а) КНБК у стовбурі свердловини до утворення виробок;
 б) КНБК у стовбурі свердловини після утворення виробок

Рисунок 3 — Схема формування виробок КНБК при зменшенні зенітного кута



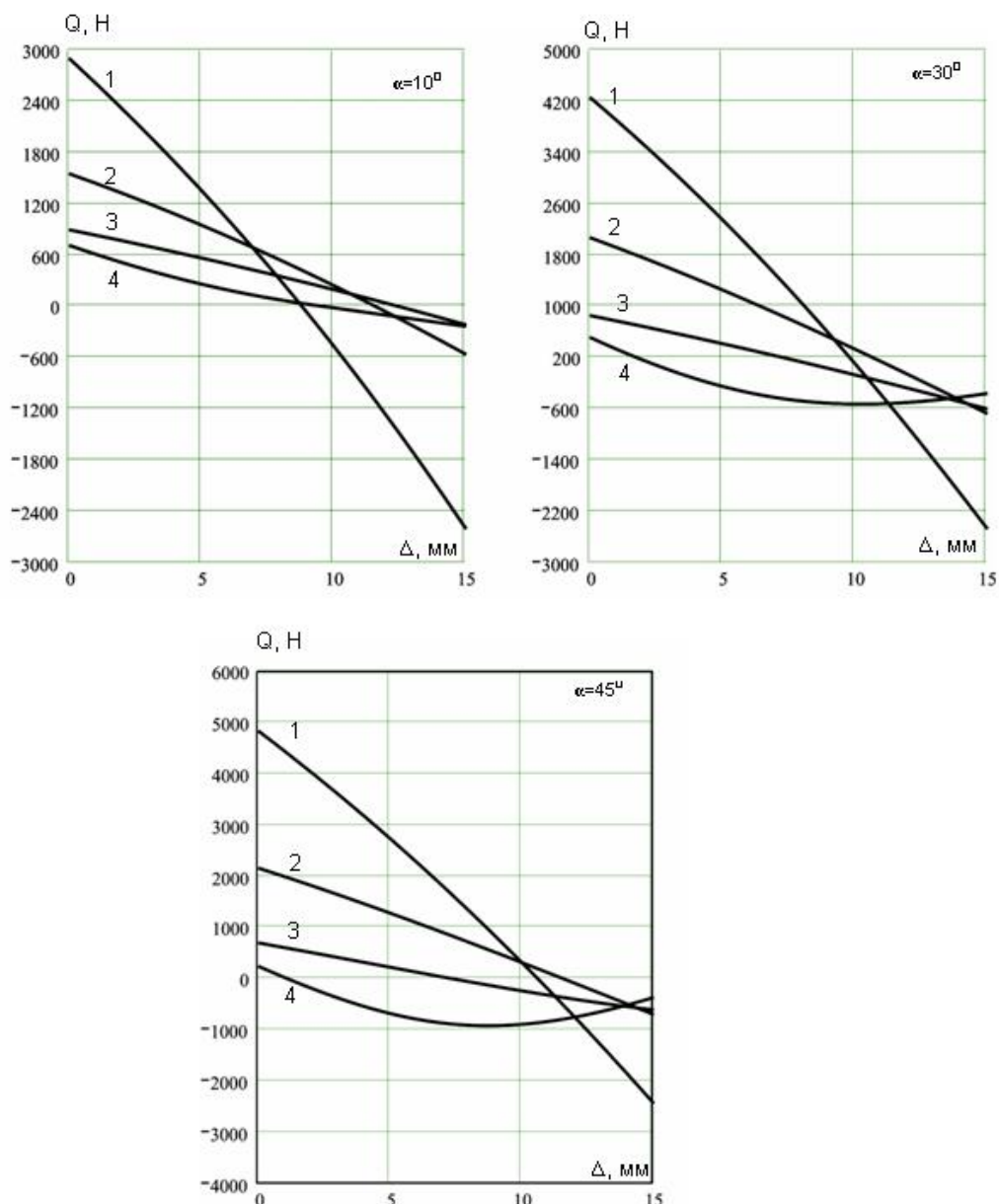
а)



б)

а) КНБК у стовбурі свердловини до утворення виробок,
 б) КНБК у стовбурі свердловини після утворення виробок

Рисунок 4 — Схема взаємодії ОЦЕ з виступом на стінці свердловини



1 – ОЦЕ 2 м від долота; 2 – ОЦЕ 3 м від долота; 3 – ОЦЕ 4 м від долота;
4 – ОЦЕ 5,5 м від долота

Рисунок 5 — Залежність зміни відхиляючого зусилля на долоті від глибини виробки в місці встановлення ОЦЕ

Другий шлях – це апроксимація даних кавернометрії попередньо пробурених свердловин на даному родовищі для отримання функціональної залежності зміни геометричних параметрів можливих порушень поверхні стінок від довжини ствола свердловини. На основі отриманих функціональних залежностей $f(x)$ формується поінтервально база даних за формами і розмірами виробок, які в майбутньому будуть використані для проектування граничних умов взаємодії долота і ОЦЕ із стінками свердловини.

Стовбур свердловини за геофізичними даними в кожному інтервалі має відповідний коефіцієнт кавернозності величиною K . Для його врахування умовно збільшується діаметр свер-

дловини ($K \cdot D_{CB}$) і таким чином змінюється радіальний зазор на ОЦЕ в місці його встановлення. Для якісної і кількісної оцінки впливу величини каверн на стійкість КНБК в похило-спрямованій свердловині було проведено розрахунок наступної конструкції неорієнтованої компоновки: долото – 215,9 мм, вибійний гвинтовий двигун ДГ-172 ($EI=3996 \text{ кНм}^2$, $q=1300 \text{ Н/м}$), на якому встановлювався повнорозмірний ОЦЕ, ОБТ 146 ($EI=4732 \text{ кНм}^2$, $q=952 \text{ Н/м}$), бурильні труби БТ 114 при таких значеннях коефіцієнта кавернозності: $K=1,046$ ($\Delta_{KAB} = 5 \text{ мм}$); $K=1,09$ ($\Delta_{KAB} = 10 \text{ мм}$); $K=1,14$ ($\Delta_{KAB} = 15 \text{ мм}$).

За результатами розрахунку, використовуючи методику [8-10], було отримано ряд графічних залежностей (рис. 5, а-в) зміни відхиляючого зусилля на долото в залежності від зенітного кута нахилу осі свердловини (10, 30, 45°) та глибиною виробки $\Delta_{КАВ}$.

З наведених графіків видно, що збільшення глибини виробок на стінках свердловини призводить до суттєвого зменшення відхиляючого зусилля на долоті, особливо для тих КНБК, в яких ОЦЕ розташовані на відстані 2-3 м. Поступове збільшення довжини ділянки між долотом і ОЦЕ спричиняє зменшення впливу глибини виробки на Q. Незалежно від зенітного кута, наявність виробок на стінках свердловини є негативним фактором, вплив якого потрібно зменшувати шляхом покращення якості стовбура та проектуванням ефективних конструкцій нижньої частини бурильної колони, в тому числі й неорієнтованих КНБК.

Література

- 1 Белов В. П. Образование каверн при бурении скважин. – М.: Недра, 1970. – 150 с.
- 2 Пейсиков Ю. В. Кавернообразование при бурении скважин // Геология нефти и газа. – 1992. – № 6. – С. 25–30.
- 3 Фролов Е.П., Кошелев Н.Н., Алишанян Р.Р. Механизм желобообразования и некоторые основные факторы, определяющие его развитие // РНТС ВНИИОЭНГ. Сер.: Бурение. – 1970. – №7. – С. 3–5.
- 4 Таванец А.И., Ченцев В.Т. О форме каверн // Нефтяное хозяйство. – 1983. – № 8. – С. 15 – 18.
- 5 Івасів В.М., Чудик І.І., Козлов А.В., Глушич В.Г. Розрахунок компоновок низу бурильної колони (КНБК) з двома центраторами // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2002. – №2 (3). – С. 15–16.
- 6 Крижанівський Є.І., Чудик І.І., Яворський М.М., Івасів В.М. Експериментальні дослідження на моделях компоновок низу бурильної колони // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ – 2003. – № 4 (9). – С. 121–123.
- 7 Арутюнов А.А., Кауфман Л.Я., Сушон Л.Я., Шабазбеков К.Б. Механизм работы компоновки низа бурильной колонны с двумя центраторами в наклонной скважине // Нефть и газ. – 1976. – №4. – С. 26–28.
- 8 Григулецкий В.Г., Лукьянов В.Т. Проектирование компоновок нижней части бурильной колонны. – М.: Недра, 1990. – 304 с.
- 9 Райхерт Л.А., Яремийчук Р.С., Федоров А.А. Выбор компоновок нижней части бурильной колонны для расширения пилот-стволов // Нефтяное хозяйство. – 1975. – № 8. – С. 9–11.
- 10 Крижанівський Є.І., Яворський М.М., Івасів В.М., Чудик І.І. Взаємодія елементів неорієнтованих КНБК із вибоєм та стінками свердловини // 8-а Міжнародна науково-практична конференція “Нафта і газ України 2004”. – Судацьк, 2004. – С. 204–205.
- 11 Івасів В.М., Рачкевич Р.В., Яворський М.М., Козлов А.В. Напружено-деформований стан бурильної колони у свердловинах ускладнених виробками // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2003. – № 4 (9). – С. 113–116.

Сателітна науково-практична конференція

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

м. Київ

(17 – 18 листопада 2007 р.)

Оргкомітет конференції

Міжрегіональна академія
управління персоналом,

03039, м. Київ, вул. Фрометівська, 2

manager@iapm.edu.ua

Антонюк Олександр Васильович

Тел.: (044) 524 57 96, 490 95 25

Тематика конференції:

- сучасні проблеми екології
- теоретичні та методичні засади екологічного менеджменту
- роль та місце екологічного менеджменту в системі організації
- принципи організації управління екологічно безпечним розвитком
- інвестиційні процеси у природоохоронній галузі
- правове забезпечення екологічного менеджменту
- медична екологія та охорона громадського здоров'я
- проблеми екологічного освіти та виховання
- екологічна експертиза та аудит
- екологічна безпека як важлива ланка національної безпеки держави
- економіка природокористування