

Є. Крижанівський

Професор, д-р техн. наук

Р. Яким

Доцент, канд. техн. наук

Л. Шмандровський

Аспірант

Ю. Петрина

Професор, д-р техн. наук

Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ

УДК 622.24.051.004.6

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СПАДКУ НА СТІЙКІСТЬ ШАРОШКОВИХ БУРОВИХ ДОЛІТ

*Апоаі гаеаіі, іі аеліегоаі і адаооі а ааоіоі аоу ееоі; поае³ 200АІ 3І А саааі а-о^о
пі деуоееае даоі іег^а-іеє піааіе іа по^ее^ноу еаі оаді оег^аео аіе^о аі доел оааі іу.
Аеуаеаіі, іі іа аеліеоаоо^е і іеаеіеє еаі ^нпоіоіі аіеаа^о іеааі ^ноу сі ^іе
о^сеел-і аоаі ^і-іео аеапоаіпоае поае³ а а^еуі о³ „оаі аіоіааіеє оад — паооаеі а”.
Аеуаеаі³ оеаег^а аеер-аі іу а поооооо³ поае³ іа і іеаеае ^нпоіоііаі аіеао іа
а^аді аео аіе^о. Аеліеоаоо^е а^аі даорааі іу аіе^о ^с аеліадеі аіоаеуі еі е еаіаі е
і іеаеаеє са^еуоаі іу ідоіаеє а паоаіуіі о іа 42,6% оа аеліо паа^еуі ^ноу
а^аі даорааі іу о і ідоіаі іу і³ ^с пао^еел е, аеаіоіаеаі еі е ^с даоі іег^а-і іаі ідоіаоо.*

технологічний спадок, бурове долото, сталь, лапа, стійкість, руйнування, відпрацювання

Довговічність і ефективність тришарошкового бурового долота визначається не тільки умовами роботи долота на вибої, характером спрацювання і руйнування елементів опори, але й від низки технологічних умов його виготовлення. Тому дослідження впливу технологічних чинників на експлуатаційні показники шарошкових бурових доліт є актуальним.

Великий вклад у розв'язання цієї проблеми зроблено в працях [1 — 4] та ін. Автори приділили максимум уваги проблемам технології виготовлення долотних сталей та різноманітним технологіям їх зміцнення. Поряд з цим питання впливу технології виготовлення й оброблення заготовок на експлуатаційні властивості шарошкових доліт ще не досліджені. Перші дослідження торкаються питань технології виготовлення шарошок способом високотемпературного накатування зубів [4]. Однак широкого застосування в практиці отримані результати не знайшли.

Досвід виготовлення шарошкових доліт показує, що основною причиною низької їхньої надійності є недосконалість технології виготовлення, а саме: не вирішена проблема виготовлення прокату під заготовки. В [5] запропоновано виготовляти спеціальний прокат круглого

профілю з легованої сталі 28ХГНЗМА із забезпеченням потрібних фізико-механічних властивостей. Однак сьогодні проблема забезпечення виробництва якісної долотною сталлю ще не вирішена. Вибір сталі за плавками, як це здійснюють провідні зарубіжні фірми — виробники доліт, є проблематичним. Річ у тому, що за останні роки сталь поставляється згідно з технічними умовами, а потужності вхідного контролю, мінімум часу, відведеного на встановлення придатності сталі, ставить завдання, які в умовах виробництва ще не вдалося вирішити.

Ще однією з проблем сучасного долотобудування є накопичення на складах металобрухту некратних залишків прокату різних плавок та облою. Тому перспективним є встановлення можливостей економії матеріалів за рахунок переплавлення металобрухту в заготовки для доліт.

Результати, наведені в [6, 7], дають можливість стверджувати, що отримання заготовок з використанням високотемпературної деформації може ефективно вплинути на експлуатаційні показники бурових доліт.

На основі вищесказаного була висунута гіпотеза, що на стадії виготовлення заготовки можливе отримання

технологічного спадку, який би сприяв підвищенню довговічності й ефективності шарошкових доліт.

Для перевірки висунутої гіпотези було поставлено завдання встановити зв'язок між технологією виготовлення заготовки та показниками, що визначають стійкість бурових доліт до руйнування.

З цією метою на ВАТ „Дрогобицький долотний завод” за серійною та експериментальною технологіями були виготовлені долота 244,5 ОК-ПГВ Д26У.

Для виготовлення експериментальних доліт електросталеплавильним способом було вилито в кокіль заготовки шарошок і лап з експериментальної сталі 20ХГНЗМА. З метою забезпечення потрібних фізико-механічних та геометричних параметрів литих заготовок і свідків для контролю фізико-механічних властивостей при хіміко-термічному обробленні їх піддали куванню. Заготовки нагрівали в камерній печі до температури 1453 ± 323 К, контроль температури здійснювали пірометром “Промінь М1”. Заготовку протягували способом кантування на 90° на молоті моделі МА 4136. При цьому добивались, щоб співвідношення висоти заготовки до ширини становило 2 — 2,5. Потім, при температурі не нижче 1073 К збивали грані протяжки і округлювали її по перерізу. Для надання заготовці потрібних геометричних параметрів (регламентованих технологічною документацією) її піддавали обтисканню за допомогою спеціальних бойків за три етапи. Ступінь деформації за кожне обтискання становив $\epsilon = 0,03$ — 0,06. Далі заготовки оброблялись згідно з існуючою заводською технологією. Хіміко-термічне оброблення деталей здійснювалася відповідно до серійної типової технології.

Концентрацію вуглецю в шарах цементованих зразків визначали відповідно до стандартної методики за допомогою аналізатора АН-7529. За глибину цементованого шару приймали заевтктоїдну, евтктоїдну і половину перехідної зони “цементований шар — серцевина”.

Твердість вимірювали за стандартною методикою на темплетях з дослідних елементів опор (рис. 1, рис. 2) за допомогою ПМТ-3.

Мікроструктурні дослідження проводили відповідно до стандартної методики [8] за допомогою мікроскопа ММ-2Р з використанням цифрової камери КЦ-13. Виявлення мікроструктури здійснювалось травленням поверхні шліфа у 4 % спиртовому розчині азотної кислоти.

Випробовування доліт проводили на стенді для випробовування доліт (СВД) ВАТ “Дрогобицький



Рис. 1. Темплет виготовлений з лапи долота



Рис. 2. Темплет виготовлений з шарошки долота

долотний завод”. Механізм обертання долота в контактi з металевим забором здійснювали при частоті обертання долота 100 об/хв, осьовому навантаженні на долото 170 — 180 кН, крутному моменті 1764 Н·м.

Результати перевірки стандартних фізико-механічних властивостей експериментальної сталі показали кращі показники за межею міцності $\sigma_B = 1440$ МПа, межею плинності $\sigma_{0,2} = 1230$ МПа порівняно з традиційними сталями 14ХНЗМА-Ш та 19ХГНМА-Ш. Однак виявлено найнижче значення ударної в'язкості $KCU = 7,5$ Дж/м². Отже, згідно з [9] можна попередньо твердити, що експериментальна сталь 20ХГНЗМА може забезпечити потрібну стійкість шарошки і лапи до руйнування.

Заміри твердості на темплетях з шарошок і лап показали градієнт зміни твердості від поверхні в серцевину (рис. 3). З отриманих даних видно, що лапа зі сталі 20ХГНЗМА, володіючи найнижчою з досліджених сталей твердістю цементованого шару, має плавніший перехід „цементований шар — серцевина”.

Для шарошки, виготовленої з цієї сталі, спостерігаються вищі значення твердості. Очевидно це пов'язано з

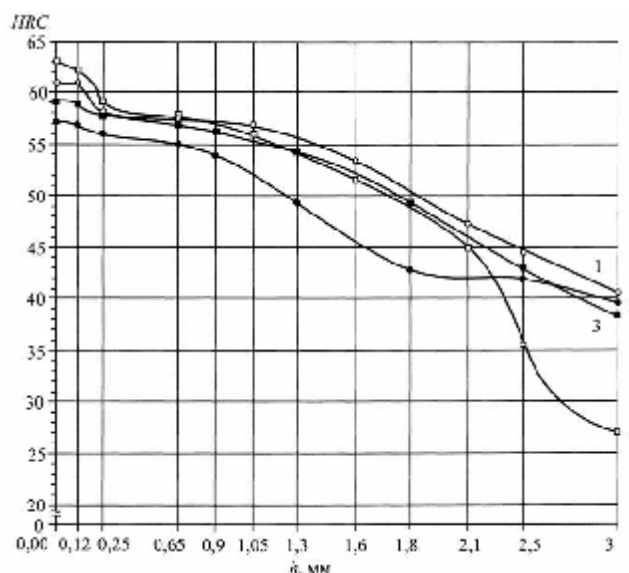


Рис. 3. Порівняння розподілу твердості за глибиною в перерізі доріжок великої бігової доріжки на шарошці й лапі: 1 — шарошка 14ХНЗМА; 2 — лапа 20ХГНЗМА; 3 — шарошка 20ХГНЗМА; 4 — лапа 19ХГНМА

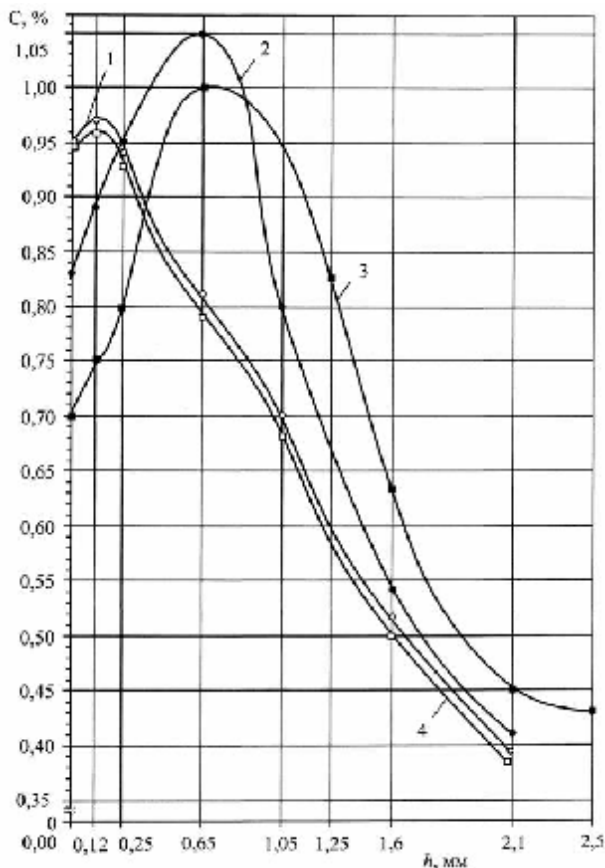


Рис. 4. Порівняння розподілу концентрації вуглецю за глибиною в перерізі доріжок великої бігової доріжки на шарошці й лапі: 1 — шарошка 14ХНЗМА; 2 — шарошка 20ХГНЗМА; 3 — лапа 20ХГНЗМА; 4 — лапа 19ХГНМА

тим, що при виготовленні поковки під шарошку відбувається вища деформація, ніж при штампуванні заготовки лапи.

Аналіз розподілу концентрації вуглецю за глибиною цементованого шару (рис. 4) виявив вищу схильність до зневуглечення експериментальної сталі. Слід зауважити, що механічним обробленням знімаються поверхневі шари глибиною до 0,5 мм. Тоді для сталей 14ХНЗМА-Ш і 19ХГНМА-Ш концентрація вуглецю спадає, а для лапи і шарошки зі сталі 20ХГНЗМА — зростає. Оскільки цементований шар з концентрацією до 1% С може забезпечувати вищі значення контактної витривалості у порівнянні з шаром, який має понад 1% С [10], то також можна прогнозувати вищу стійкість лапи з литої сталі.

Аналіз мікроструктури досліджених темплетів (рис. 5) показав таке. Цементований шар на великій біговій доріжці експериментальної лапи (рис. 5,а) має структуру мартенситу 3 балу+залишковий аустеніт 4 — 5 балу, глобулярні карбідні включення 1 — 2 балу, окремі карбіди 3 балу. Перехідна зона має структуру тростосорбіту (рис. 5,б), а серцевина — сорбітоподібного перліту (рис. 5,в). В мікроструктурі зафіксовано шлакові включення.

Цементований шар на великій біговій доріжці шарошки (рис. 5, г) має структуру мартенситу 2 — 3 балу+залишковий аустеніт 3 балу, глобулярні карбідні включення 1 — 2 балу. Перехідна зона має структуру тростосорбіту

(рис. 5,б), а серцевина — сорбітоподібного перліту (рис. 5, в). У мікроструктурі також зафіксовано шлакові включення, однак більш деформовані порівняно зі структурою лапи.

Проведений аналіз показав, що шарошка має вищу твердість за рахунок меншого вмісту залишкового аустеніту. Виявлені шлакові включення знижуватимуть експлуатаційні показники лап і шарошок з експериментальної сталі. Причому, очевидно для шарошки цей чинник буде з'являтися найбільше.

З метою дослідження експлуатаційних показників експериментальних доліт на стенді була відпрацьована пара комплектів (1 комплект — серійний, 2 комплект — експериментальний) з шарошками без твердосплавних вставок. Комплекти попередньо припрацьовували протягом однієї години при навантаженні 30 кН. Розбирання комплектів для аналізу стану елементів опори проводили кожних 10 годин роботи, або у випадку втрати працездатності одного з комплектів (сильний нагрів або заклинювання шарошки).

В усіх випадках були зафіксовані руйнування в навантаженій зоні опори, решта робочих поверхонь була дзеркальною, полірованою.

Отже, в результаті проведених стендових досліджень встановлено таке. Після 10 годин відпрацювання в дослідному комплекті було виявлено дефекти. Огляд лапи показав, що велика бігова доріжка (ВБД) з навантаженої сторони має змінений колір; на бурті між кульковою біговою доріжкою (КБД) і ВБД є пітинги і два сліди втомного контактного руйнування розмірами 3×8 мм і 3×2 мм; мала бігова доріжка (МБД) — без помітних ушкоджень. Упорний бурт має радіальні тріщини товщиною 3 — 4 мм, помічена пітингова пляма з навантаженої сторони по ширині бурта довжиною 22 мм. На п'яті — кругові подряпини від роботи. Огляд шарошки показав високу стійкість бігових доріжок, а на упорному торці було виявлено кругове лускоподібне відшарування металу по радіальних тріщинах. Підп'ятник мав кругове спрацювання з виступом у центрі.

Після 10 годин відпрацювання в серійному комплекті були виявлені такі дефекти. На лапі ВБД з навантаженої

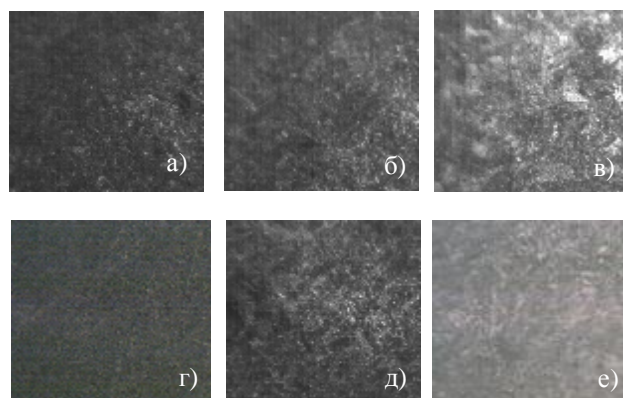


Рис. 5. Мікроструктури великої бігової доріжки лап і шарошок зі сталі 20ХГНЗМА (×500): а — цементований шар лапи, б — перехідна зона лапи, в — серцевина лапи, г — цементований шар шарошки, д — перехідна зона шарошки, е — серцевина шарошки

сторони з'явилась зона пітингів та втомного контактного руйнування розміром 12×21 мм; на бурті між КБД і ВБД — пітинги і сліди втомного контактного руйнування шириною 5 мм на 1/3 довжини діаметра; на МБД помітних ушкоджень не виявлено. Упорний бурт мав радіальні тріщини довжиною 2 — 5 мм. На п'яті — кругові сліди від роботи. Огляд шарошки не виявив дефектів бігових доріжок. Підп'ятник мав кругове спрацювання з виступом у центрі.

Після 20 годин відпрацювання в дослідному комплекті було зафіксовано такі дефекти. Огляд лапи показав що ВБД не зазнала змін; на КБД утворився другий профіль (Ø 61,8 мм проти Ø 62,1 мм на серійному), на бурті між КБД і ВБД з навантаженої сторони з'явилась смуга пітингів і слідів втомного контактного руйнування довжиною 35 мм; стан МБД — без помітних змін. Упорний бурт мав радіальні тріщини товщиною 3 — 5 мм, а також з навантаженої сторони помічено заDIR і заусенець довжиною 30 мм і 20 мм відповідно. На п'яті — кругове спрацювання. Огляд шарошки виявив стійкість бігових доріжок — поверхня дзеркальна без дефектів. На упорному торці спостерігали прогресування лускоподібного відшарування металу. Помічено радіальні тріщини довжиною 5 — 7 мм та незначний заусенець у напрямі МБД. Підп'ятник мав кругове спрацювання з виступом у центрі.

Після 20 годин відпрацювання в серійному комплекті були виявлені такі дефекти. На лапі ВБД з навантаженої сторони з'явилась зона пітингів та втомного контактного руйнування розміром 1/4 довжини діаметра; поверхні КБД і МБД не зазнали змін; на бурті між і ВБД з навантаженої сторони з'явилися пітинги і сліди втомного контактного руйнування шириною 5 — 7 мм на 1/3 довжини діаметра; на упорному бурті з'явився заусенець у бік КБД довжиною 30 мм. На п'яті — кругові сліди від спрацювання. Огляд шарошки не виявив змін бігових доріжок. На упорному торці виявлено кругові сліди спрацювання та радіальні тріщини прикриті заDIRами й нашаруванням металу, також зафіксовано заусенець у бік МБД. Підп'ятник зазнав прогресивного кругового спрацювання з виступом у центрі.

Після 30 годин відпрацювання в дослідному комплекті було зафіксовано такі дефекти. На лапі виявлено, що ВБД і МБД не зазнали змін; на КБД з навантаженої сторони утворилась пітингова пляма шириною 7 мм на 1/4 довжини діаметра. Упорний бурт мав сітку радіальних тріщин довжиною 3 — 5 мм по всій поверхні наплавки. На п'яті — кругове спрацювання та місця нашарування металу, що потрапив у зону тертя. Огляд шарошки виявив на упорному торці кругове лускоподібне відшарування металу та радіальні тріщини довжиною 5 — 7 мм, а також незначні заусениці в напрямі МБД. Підп'ятник мав кругове спрацювання з виступом у центрі.

Після 30 годин відпрацювання в серійному комплекті з'явилися такі дефекти. На лапі ВБД з навантаженої сторони — зона пітингів та глибокого втомного контактного руйнування розміром 1/3 довжини діаметра; на КБД з навантаженої сторони — пітинги і сліди втомного контактного руйнування шириною до 10 мм на 2/5 довжини діаметра; поверхня МБД не зазнала змін; на упорному бурті виявлено заDIRи по всій поверхні з навантаженої



а) б)

Рис. 6. Порівняння відпрацьованих секцій доліт: а — серійна, б — експериментальна

сторони шириною 36 мм у бік КБД. На п'яті зафіксовано значне нашарування металу, що потрапив у зону тертя. Огляд шарошки не виявив змін бігових доріжок. На упорному торці виявлено кругові сліди спрацювання, рівчаки та тріщини, прикриті заDIRами та нашаруванням металу. Підп'ятник мав велике кругове спрацювання з виступом у центрі.

Для порівняння стани робочих поверхонь відпрацьованих протягом 30 годин лап подані на рис. 6.

Отже, стендові випробування показали, що лапа, виготовлена з литої заготовки, після 30 годин роботи показала вищу стійкість порівняно з серійною. Шарошка, виготовлена з литої заготовки, після 30 годин роботи знаходилась у значно гіршому стані, ніж серійна. Тут було зафіксовано велике спрацювання упорного торця, відшарування металу. Отже, стендові випробування підтвердили висунуті нами припущення.

З метою встановлення стійкості опор з литих заготовок було виготовлено експериментальну партію доліт у кількості 5 шт. Долота відпрацювали в реальних умовах при осьовому навантаженні 8,11 МПа, частоті обертання 80 — 100 об/хв, тиску повітряно-водяної суміші 0,41 МПа. Здійснювали буріння порід 16 категорії міцності за шкалою М. М. Протодьяконова. Отримали проходки на долота: 271 п/м; 94 п/м; 370 п/м; 260 п/м; 315 п/м. Оцінка отриманих результатів здійснювалась відповідно до рекомендацій [11, 12].

Оскільки в отриманих даних міститься аномальний результат спостереження (94 п/м) і невідомими є генеральне середнє та генеральна дисперсія, то для її оцінки користувались критерієм Стюдента [13]:

$$t = \frac{\bar{x} - x_{min}}{S},$$

де \bar{x} — середнє вибірки; x_{min} — імовірне аномальне найменше вибірки; S — середнє квадратичне відхилення вибірки.

У нашому випадку $t = 3,632$. Відповідно до довірчої ймовірності $P = 0,95$ та кількості ступенів вільності $f = n - 1$ (n — кількість проходок) згідно з табл. 2 в [14] коефіцієнт Стюдента для випадкової величини проходки долота $t_T = 2,776$. Оскільки справджується умова $t > t_T$,

то підтверджується, що x_{min} є аномальною точкою дослідженої статистичної вибірки.

Отже, середнє значення проходки експериментальних доліт складає 304 п/м. Істиннє значення проходки, як випадкової величини, відповідно до вибраної довірчої ймовірності шукали в межах

$$\bar{x}_1 - t_\alpha \frac{S_1}{\sqrt{n}} \leq H_1 \leq \bar{x}_1 + t_\alpha \frac{S_1}{\sqrt{n}},$$

де \bar{x}_1 — середнє значення проходки експериментального долота; S_1 — середнє квадратичне відхилення проходок експериментальних доліт; $t_\alpha = 3,182$ — коефіцієнт, який враховує неточність оцінки S в умовах малих вибірок, вибирали з табл. XIIIa [15]. Тоді, після відповідних математичних дій, отримали $264,219 \leq H_1 \leq 343,781$.

Відносна похибка отриманого середнього значення проходки експериментального долота

$$\varepsilon_1 = \frac{t_\alpha S_1}{\bar{x}_1 \sqrt{n}} \cdot 100\% = 13,086\%.$$

З метою порівняння проходок експериментальних доліт з серійними, в яких $\bar{x}_2 = 213,25$ п/м, $S_2 = 28,689$, $\varepsilon_2 = 21,4\%$, застосовували критерій Фішера, який використовується для порівняння дисперсій вибірок

$$F = \frac{S_{max}}{S_{min}} = \frac{S_2}{S_1} = 1,147.$$

Оскільки ступінь вільності в обох випадках рівний 3 і табличне значення критерію Фішера, згідно з табл. VI з [16], то для вибраної довірчої ймовірності отримали $F_T = 9,28$.

Оскільки $F < F_T$, то відмінність між дисперсіями є статистично незначною. Отже, для порівняння проходок знаходили середнє квадратичне відхилення для обох вибірок

$$S_{1,2}^2 = \frac{(n-1)S_1^2 + (n-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2},$$

де $n_1 = n_2 = n$, та перевіряли, чи справджується умова відмінності між середнім значенням проходок доліт:

$$|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \geq t_{\alpha} S_{1,2} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}},$$

де $t_\alpha = 2,447$ — критерій, вибраний відповідно до кількості ступенів вільності $f_1 + f_2 = 6$ для вибраної довірчої ймовірності з табл. XIIIa [15].

Отримали $90,75 > 46,56$. Оскільки умова виконується, то відмінність між середнім значенням проходки серійних та експериментальних доліт є істотною. Отримані результати дають можливість констатувати, що експериментальні долота показали вищі значення проходки в середньому на 42,6% порівняно з серійними. Крім цього, відносна похибка проходки в експериментальних долотах є на 8,314% меншою, що свідчить про стабільніше відпрацювання експериментальних доліт.

Отже, встановлено, що високотемпературна деформація литої сталі 20ХГНЗМА забезпечує сприятливий технологічний спадок на стійкість лап шарошкових доліт до руйнування. Виявлено, що на експлуатаційні показники лап істотно впливає плавність зміни фізико-механічних властивостей сталі в ділянці „цементований шар — серцевина”. Виявлені шлакові включення в структурі сталі не показали істотного впливу на відпрацювання доліт. Експлуатаційні відпрацювання доліт з експериментальними лапами показали збільшення проходки в середньому на 42,6% та вищу стабільність відпрацювання порівняно з серійними, виготовленими з технологічного прокату.

Надалі перспективним є дослідження впливу режимів хіміко-термічного оброблення на експлуатаційні показники елементів опор бурових доліт.

Література

1. Долговечность шарошечных долот. / Н.А. Жидовцев, В.Я. Кершенбаум, Э.С. Гинзбург и др. — М.: Недра, 1992. — 272 с.
2. Крылов К.А., Стрельцова О.С. Повышение долговечности и эффективности буровых долот. — М.: Недра, 1983. — 206 с.
3. Шишов В.В., Леснин А.С. Повышение качества бурового и нефтепромыслового оборудования с помощью технологических методов формирования поверхностного слоя деталей // Технология химического и нефтяного машиностроения и новые материалы. Серия ХМ-9. — М.: Центральный институт научно-технической информации и технико-экономических исследований по химическому и нефтяному машиностроению, 1981. — 61 с.
4. Стойкость буровых долот / Н.А. Жидовцев, К.А. Кацов, Г.В. Карпенко и др. — К.: Наукова думка, 1979. — 242 с.
5. Новая технология производства бурового инструмента / А.Р. Черненко, Э.А. Корнет, В.Г. Крыжний, В.И. Шаманаев // Горный журнал. — 1991. — №9. — С. 50—51.
6. Романив О.Н. Некоторые вопросы прочности и механики разрушения термически и термомеханически обработанных высокопрочных сталей: Автореф. дис... доктора техн. наук / Львов. политехн. ин-т. — Львов, 1970. — 56 с.
7. Кукляк М.Л. Научно-прикладные основы обеспечения долговечности пружных элементов транспортных машин технологичными методами: Автореф. дис... доктора техн. наук: 05.02.08 / Державний університет „Львівська політехніка”. — Львів, 1998. — 32 с.
8. Структурный анализ металлов. Металлография. Фрактография. / О.М. Бялик., С.С. Кондратюк, М.В. Кіндрачук, В.С. Черненко. — К.: ВПІ ВПК „Політехніка”, 2006. — 328 с.
9. Виноградов В.Н., Сорокин Г.М., Доценко В.А. Абразивное изнашивание бурильного инструмента. — М.: Недра, 1980. — 207 с.
10. Влияние углерода на контактную выносливость цементируемой и высокоуглеродистой сталей / Б.Б. Винокур, Р.А. Кондратюк, Р.А. Хруник и др. // Физико-

химическая механика материалов. — 1986. — №2. — С. 96—98.

11. *Эйгелес Р.М., Стрекалова Р.В.* Расчет и оптимизация процессов бурения скважин. — М.: Недра, 1977. — 200 с.

12. *Игнатов В.И.* Организация и проведение эксперимента в бурении. — М.: Недра, 1978. — 94 с.

13. *Справочник по прикладной статистике в 2-х т. Т.1.* Пер. с англ. / Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Ю.Н. Тюрина. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 510 с.

14. *ГОСТ 8.207-76.* Прямые измерения с многократными наблюдениями. Метод обработки результатов наблюдений. Введ. 01.01.77. / Основополагающие стандарты в области метрологического обеспечения. — М.: Издательство стандартов, 1981. — С. 152—161.

15. *Справочник по вероятностным расчетам / Г.Г. Абезгауз, А.П. Тронь, Ю.Н. Копенкин, И.А. Коровина.* изд. 2-е доп. и испр. — М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1970. — 536 с.

16. *Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В.* Курс вероятностей и математической статистики для технических приложений. — М.: Наука, 1969. — 511 с.

Отримана 20.05.07

Ye.Kryzhanivsky, R.Yakym, L.Shmandrovsky, Y.Petryna

The influence of the technological inheritance on the cone rock bits stability

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

At was determined that the hightemperature deformation of 20XГНЗМА steel provided the fowourable technological inheritance for the rock bits arms sta-bility against destruction. At was found out that the smooth change of steel physico-mechanical properties in the "cemented layer-core" area considerably influ-enced on the arms operation indices. Discovered slag additions in the steel structure did not show consid-erable influence on the rock bits durability. Operation durability of rock bits with the experimental arms showed the driving increase at least 42,6 per cent and higher stability of work in comparison with the serial ones made of the technological rolled metal.

2í ôîðì àö³ÿ

6TH EUROMECH NONLINEAR OSCILLATIONS CONFERENCE

30 June 2008 — 4 July 2008,
St. Petersburg, Russia

Although still the brand name ENOC (EUROMECH Nonlinear Oscillations Conference) is used as the historical abbreviation, the ENOC Conferences aim at covering the complete field of Nonlinear Dynamics, including Multibody Dynamics and couplings to related fields like Control and (Structural) Optimization.

During the past decades, the area of Nonlinear Dynamics has been evolved in a revolutionary way, in particular in conjunction to applications in nonlinear engineering systems. The application of Nonlinear Dynamics to a wide variety of engineering systems has been possible due to the use of sophisticated computational techniques employing powerful concepts of Nonlinear Dynamics. These concepts have been and are being developed in Control, Mathematics, Mechanics and Physics. Careful experimental studies are vitally needed to observe and establish the real dynamical phenomena.

The ENOC 2008 Conference is aimed at bringing together a wide variety of specialists in the above fields with the

purpose to show the latest developments in the respective fields, to exchange experience and to stimulate further interaction.

The topics for the Conference ENOC 2008 include but are not limited to:

- * Nonlinear dynamics of continuous, discontinuous and hybrid systems.
- * Qualitative and quantitative analysis of nonlinear dynamic systems.
- * Analysis of bifurcations and chaos.
- * Numerical and geometrical methods in nonlinear dynamics.
- * Phenomena and criteria of chaotic oscillations.
- * Computer aided symbolic methods in dynamics.
- * Control of oscillations and chaos.
- * Experimental methods in nonlinear dynamics.
- * Applications in mechanical engineering, electrical engineering, physics, biology, chemistry and other sciences.

Contact:

Prof. Alexander L. Fradkov
Head of the "Control of Complex Systems" Laboratory
Institute for Problems of Mechanical Engineering
Russian Academy of Sciences
61, Bolshoy, v.o.
199178 St Petersburg, RUSSIA
e-mail: fradkov@mail.ru
<http://conf.physcon.ru/enoc08/callforpap.html>