

ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ БУРОВИХ ДОЛІТ

Б.В. Стефанів

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: stefaniv@paton.kiev.ua

Розглянуто та вивчено особливості зносу робочих органів корпусів сталевих, матричних бурових доліт та бурильних головок та визначено критерії їх ремонтпридатності. Досліджено ступені зносу робочих органів посадкових гнізд під алмазно-твердосплавні різці. Відпрацьовано способи підготовки зношених ділянок робочого органу для їх відновлення методом дугового наплавлення. Особливу увагу приділено вивченню мікроструктури межі з'єднання основного та наплавленого металів: сталь 45 + композиційний матеріал TeroCote 7888 T; сталь 45 + самофлюсуєчий сталевий пруток Diamax M; сталь 45 + стрічковий реліт «ЛЗ-11-7»; твердий сплав марки BK10 + композиційний матеріал TeroCote 7888 T. Встановлено, що структура захисного покриття TeroCote 7888 T на твердий сплав BK10 та сталь 45 забезпечує виключно ефективний захист від корозійного та абразивного зносу. На підставі досліджень розроблена технологія ремонту робочих органів лопатей корпусів сталевих та матричних доліт, яка дозволяє продовжити експлуатаційний ресурс. Сталеві, матричні бурові долота та бурильні головки після їх реставрації пройшли промислові випробування у Полтавській, Харківській та Донецькій областях під час буріння газових та нафтових свердловин. Встановлено, що застосування відремонтованих доліт при бурінні нафтогазових свердловин дозволяє продовжити їх ресурс і заощадити 30...50 % коштів первісної вартості конкретного типу долота. Бібліогр. 11, табл. 2, рис. 10.

Ключові слова: матричні, сталеві долота, надтверді матеріали, PDC-полікристалічний алмазний різець, АТР-алмазно-твердосплавний різець, долота PDC, карбіди вольфраму, зносостійкість, абразивність, корозія, мікроструктура, захисні покриття, дугове наплавлення, паяння, твердість

Вступ. В останні десятиліття при бурінні газових та нафтових свердловин широке застосування отримали сталеві та матричні долота з полікристалічними алмазними різцями PDC (Polycrystallin Diamond Cutter). Ці долота не мають рухомих деталей або підшипників, а тільки лопаті, армовані природними алмазами, синтетичними полікристалічними алмазами або твердосплавними пластинами. Враховуючи високу вартість та велику продуктивність (прохідка на долото від 1 до 4 тис. м) PDC доліт та їх суттєву особливість – ремонтпридатність, було розроблено технологічний регламент візуальної оцінки зносу доліт PDC [1]. У регламенті на основі техніко-економічних показників усі зношені долота за ступенем зносу поділені на три групи: придатних для роботи, які потребують ремонту і які утилізуються.

Долота ріжучого типу за час свого існування зазнали значних змін – від використання твердосплавних різців до алмазних композитних PDC-різців, в яких алмазний шар наноситься на твердосплавну поверхню різців. Використовуючи такі елементи, вдалося значно збільшити термін служби бурових доліт, однак під час роботи відбувається значний абразивний знос корпусу долота, що не повною мірою реалізує перевагу PDC-різців. Тому для захисту робочих органів корпусу долота від зносу використовують спеціальні зносостійкі покриття. На даний час існують методи відновлення матричних і сталевих зношених корпусів

бурових доліт, в частині відновлення робочих органів та калібруючої поверхні від абразивного зносу, корозії та інших видів зношування. Для відновлення дефектних ділянок робочих органів матричних та сталевих доліт наносять проміжний шар основного металу і шар захисного твердосплавного покриття різними методами. Провідні західні та вітчизняні фірми давно використовують зносостійкі твердосплавні покриття на базі сплавів Ni, Fe, NiCr, NiCrBSi, Cu тощо, зміцнених карбідами вольфраму.

В Україні тільки в останні десятиліття почали розвиватися центри з ремонту та відновлення бурових доліт для суцільного буріння та відбору керну. Такі центри існують у тих областях, де займаються видобуванням газу та нафти (Полтавська, Харківська області України та м. Київ). В основному ремонт зношених матричних та сталевих доліт полягає не тільки в заміні зношених алмазно-твердосплавних різців та твердосплавних вставок на нові PDC-різці та твердосплавні вставки, а також відновленні зношених ділянок робочих органів (гнізд кріплення різців, твердосплавних пластин) лопатей та калібруючої поверхні долота. Збільшення ресурсу експлуатації бурового інструменту, що працює в умовах абразивного зношування, корозії та інших видів зношування є актуальною проблемою.

Мета даної роботи є дослідження та розробка технології ремонту зношених ділянок робочих ор-

ганів сталевих і матричних корпусів бурових доліт з метою підвищення експлуатаційного ресурсу бурового інструменту.

Матеріали та методи: В якості основного металу використовувалися зразки зі сталі 45 та твердосплавні пластини марки ВК10, а в якості матеріалів для наплавлення обрано: гнучкий шнур TeroCote 7888 T (Castolin) на основі нікелю діаметром 5 мм; самофлюсуючий сталевий пруток Diamax M (Castolin) діаметром 4 мм; стрічковий реліт «ЛЗ-11-7» (Україна) у формі сталеві прямокутної трубки (ширина – 7 мм, товщина – 3,5 мм).

Для виготовлення зразків використовували ручне дугове наплавлення вольфрамовим електродом, що не плавиться, в аргоні зазначеними присадними матеріалами. Джерело живлення – інверторний апарат «Корал-300». При цьому оптимальними режимами наплавлення з найменшим тепlopokладанням були такі: $U = 10...12$ В; $I = 55...100$ А. Товщина наплавленого шару становила 1...5 мм. Дослідження мікроструктури зразків, виготовлених із сталі 45 та твердосплавних пластин марки ВК10, які були наплавлені обраними зносостійкими матеріалами, проводили на оптичному мікроскопі «Neophot-32».

Результати досліджень. Проведений аналіз відпрацьованих бурових доліт показав, що слід реєструвати зношування п'яти основних елементів, зазначених у порядку частоти їх впливу на підсумкову оцінку зносу всього долота: різців, посадкових гнізд під них, вузлів промивних насадок, калібруючої поверхні долота, приєднувальної різьби муфти. Найчастіше при бурінні відбувається зношування різців, посадкових гнізд і рідше вузлів промивних каналів корпусів бурових доліт. Зношування калібруючої поверхні і приєднувальної різьби муфти зустрічається рідше, оскільки основне механічне навантаження при бурінні приймають на себе робочі органи лопатей.

Можливість заміни різця при ремонті визначається як ступенем зношеності власного різця, так і цілісністю посадкового гнізда під нього в корпусі долота, яке можна охарактеризувати часткою пошкодженої поверхні гнізда і самого різця. На рис. 1 і 2 показані ступені зношування посадкових гнізд лопатей матричних та сталевих доліт. Показано, що якщо поверхня посадкового гнізда досить прикрита тілом різця з матричним корпусом (рис. 1, а) та захисним покриттям сталевих корпусу (рис. 2, а), то гніздо слід визнати незношеним. Посадочні гнізда, зношування яких становить до 30 % (рис. 1, б, в) матричного корпусу і до 50 % сталевих корпусу (рис. 2, б, в) вважаються ремонтпридатними.

При втраті більше половини поверхні посадкового гнізда (рис. 2, г) сталевий корпус не підлягає

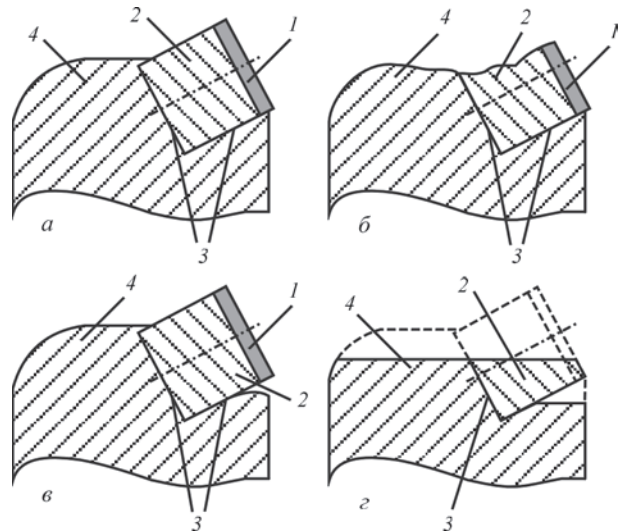


Рис. 1. Схеми зносу поверхні посадкових гнізд під різці матричних доліт: а – незношене гніздо; б, в – ремонтпридатне гніздо (знос поверхні посадкового гнізда до 30 %); г – гніздо, що не підлягає відновленню (знос поверхні посадкового гнізда більше 30 %); 1 – алмазний шар; 2 – карбід-вольфрамова підкладка; 3 – поверхня посадкового гнізда під різець PDC; 4 – корпус матричного долота

відновленню, тому що в цьому випадку важко зберегти первісну направляючу форму для орієнтації різця. Для матричних корпусів зношування поверхні посадкового гнізда більше 30 % не підлягає відновленню (рис. 1, г).

Особливу увагу слід приділити наплавленню зношених ділянок робочих органів долота, тобто провести нанесення твердосплавного покриття на зношені ділянки корпусу долота. Складність відновлення полягає у правильному нанесенні наплавленого шару на дефектні ділянки, при збере-

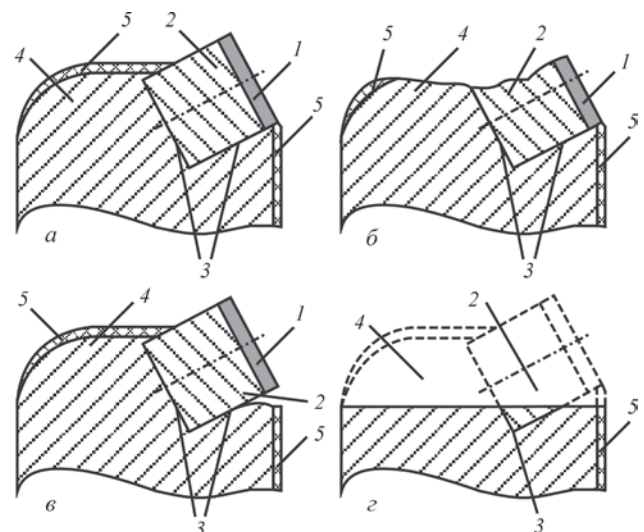


Рис. 2. Схеми зносу поверхні посадкових гнізд під різці сталевих доліт: а – незношене гніздо; б, в – ремонтпридатне гніздо (знос поверхні посадкового гнізда до 50 %); г – гніздо, що не підлягає відновленню (знос поверхні посадкового гнізда більше 50 %); 1 – алмазний шар; 2 – карбід-вольфрамова підкладка; 3 – поверхня посадкового гнізда під різець PDC; 4 – корпус сталевих долота; 5 – захисне покриття

Таблиця 1. Властивості литих карбідів вольфраму [6]

Тип карбіду	Тип кристалічної решітки	Мікротвердість, МПа	Щільність, г/см³	Температура плавлення, °C
WC	Шестигранний	17000	15,70	2600
W ₂ C	Шестигранний	30000	17,15	2850

женні геометрії посадкових гнізд (перемичок та підкладок) АТР та нанесенні захисного покриття на ці дефектні ділянки.

Грунтуючись на результатах досліджень зі створення технологічного регламенту ремонту сталевих та матричних бурових доліт різного сортаменту з алмазно-твердосплавними різцями, були проведені пошукові роботи з вибору методу нанесення та зносостійкого матеріалу, які відповідали б всім фізико-хімічним властивостям основного металу корпусів бурового інструменту. Для здійснення даної задачі були досліджені властивості існуючих зносостійких матеріалів [2–7], тобто розробка способів нанесення проміжних шарів та зносостійких шарів на зношені ділянки пошкоджених органів.

Велика частка плавлених карбідів вольфраму як із дробленими, так і зі сферичними гранулами припадає на наплавлення бурового інструменту при його виготовленні та ремонті. Для цієї мети в Україні широко використовується стрічковий реліт [5]. Розташування карбідів та їх форма впливають на властивості наплавленого шару. Дрібнозерниста структура та сильно розвинена поверхня частинок значно сприяє утриманню частинки в матриці. У роботі [6] проведено комплексне дослідження різних карбідних порошків марок Реліт, які використовуються як зносостійкі частинки в покритті корпусу долота. В якості досліджуваних матеріалів було обрано чотири різних карбідних порошків марок Реліт: Реліт ЛКВ «З»-2, Реліт ЛКВ «З»-6, Реліт ЛКВ «с», VSNGN-88 (сплави на основі нікелю та литі карбіди вольфраму). Ці порошки мають високу твердість, зносостійкість та можуть використовуватися як добавки при наплавленні зносостійких покриттів. У табл. 1 представлені дані про властивості литих карбідів вольфраму різних складів.

В результаті досліджень була вивчена морфологія карбідних частинок, які можна використовувати в якості покриття на корпусі долота. Найбільш перспективними для використання в зносостійких покриттях корпусу PDC-доліт є порошки марки Реліт ЛКВ «в» (через сферичну форму), ЛКВ «З»-6 (через більший розмір часток) і VSNGN -88 (через складний хімічний склад).

Долота ріжучого типу за час свого існування зазнали значних змін – від використання твердосплавних різців до алмазних композитних PDC-різців, в яких алмазний шар наноситься на твердосплавну підкладку. Використовуючи такі елементи, вдалося значно збільшити термін

Таблиця 2. Елементний аналіз матричних покриттів [7]

Покриття	Масова доля елементів, %	
	Ni	Cr
HR-6750	81,09	18,91
HR-6750 з підшаром Rock Dur 47	85,56	14,44
WokaDur NiA	91,03	8,97

служби бурових доліт, однак під час роботи відбувається значний абразивний знос корпусу долота, що не повною мірою реалізує переваги PDC-різців. Тому для захисту робочих органів корпусу бурового долота від зносу використовують спеціальні зносостійкі покриття, а саме покриття марок WokaDur NiA (еквівалент: TeroCote 7888 T), HR-6750, HR-6750 з підшаром Rock Dur 47 (табл. 2).

За результатами досліджень мікрорентгеноспектрального аналізу встановлено, що в зразках з покриттям HR 6750 і підшаром Rock Dur 47 присутні фази WC, W₂C, Cr, Cr₇Ni₃ (рис. 3).

Співвідношення фаз WC і W₂C в цих зразках різне, в зразку HR-6750 переважає фаза WC порівняно з W₂C, в зразку підшару Rock Dur 47 зворотна залежність. У зразках з покриттям WokaDur NiA виявлено фази WC, W₂C, CrNi. Дослідження мікроструктури покриттів показало відмінності у всіх зразках. В першу чергу через розмір карбідних частинок. Основою всіх покриттів є нікелева матриця з додатковими елементами (Cr, B, Si, C) і частинками карбіду вольфраму. У процесі проведення досліджень мікроструктури зносостійких покриттів, використаних для захисту корпусів бурових PDC-доліт від абразивного зношування під час буріння, встановлено: мікротвердість матриць отриманих покриттів становить 590...660 HV, а мікротвердість частинок карбіду вольфраму – 2145...2455 HV; мікрорентгеноспектральне дослідження підшару Rock Dur 47 виявило його часткове розчинення в процесі наплавлення зносостійкого покриття HR-6750.

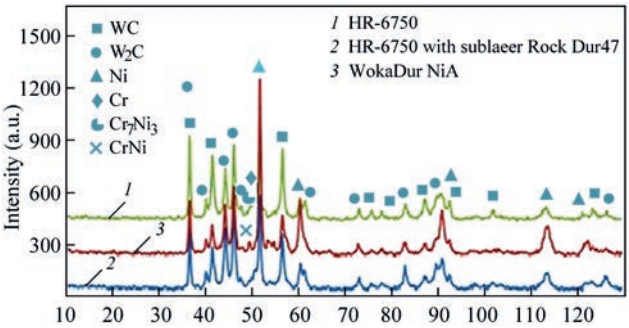


Рис. 3. Рентгенограма зразків з покриттям, нанесеним на підкладку Ст.45 [7]

На основі проведених досліджень встановлено, що WokaDur NiA (еквівалент: TeroCote 7888 T) перевершує зносостійкість інших сплавів, що пояснюється високою твердістю карбідних включень у порівнянні з іншими покриттями.

За результатами технологічних досліджень [8] щодо нанесення захисних покриттів на дефектні ділянки робочих органів сталевих та матричних бурових доліт було віддано перевагу дуговому наплавленню. Насамперед, це пов'язано з труднощами відновлення зношених перемичок посадкових гнізд лопаті та підложки різців, куди кріпляться алмазно-твердосплавні різці. При газополуменовому напавленні неможливо напавити валик товщиною 3...5 мм на зношену перемичку посадкових гнізд через можливе оплавлення полум'ям пальника дуже тонкого шару перемички, в той час, коли при дуговому напавленні при дотриманні оптимального режиму реально нанести шар у зношену ділянку даних дефектів.

Згідно результатів попередніх експериментів для подальших металографічних досліджень захисних покриттів були вибрані композиційні матеріали, що містять карбіди вольфраму (рис. 4): 1 – TeroCote 7888 T (Castolin) на основі нікелю; 2 – Diamax M (Castolin) на основі заліза; 3 – стрічковий реліт «ЛЗ-11-7» (Україна) на основі заліза.

У попередніх роботах [7–9] показано, що серед композиційних матеріалів більш перспективним

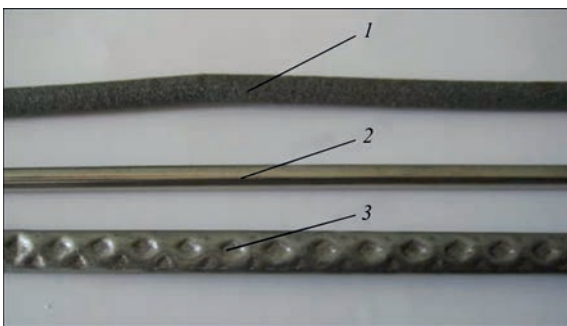


Рис. 4. Зовнішній вигляд присадних матеріалів: 1 – TeroCote 7888 T; 2 – Diamax M; 3 – реліт «ЛЗ-11-7»

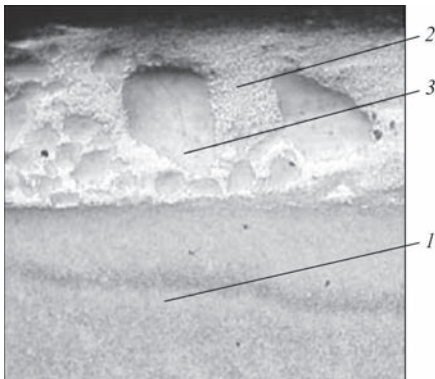


Рис. 5. Мікроструктура (×50) покриття сталевого долота: 1 – сталь 45; 2 – матриця на основі сплаву NiCrBSi; 3 – карбіди вольфраму [8]

є композиційний зносостійкий матеріал TeroCote 7888 T з карбідами вольфраму в матриці сплаву нікель-хром.

Для визначення мікроструктури захисного покриття були виготовлені шліфи зі зразків сталевого (рис. 5) і матричного доліт (рис. 6) з наплавленим шаром. Металографічні дослідження показали, що напавлений шар і основний метал поєднує тонкий перехідний шар дифузійного походження, що вказує на те, що не відбулось оплавлення основного металу і розчинення в ньому присадного металу. Мікроструктура напавленого шару сталевого долота (рис. 5) містить твердий розчин на основі нікель-хром зміцненого карбідами вольфраму, і вмістом депресантів кремнію та бору. Присутність бору та кремнію в складі присадних дрітотів надає їм самофлюсуючі властивості при напавленні на сталь.

При напавленні зносостійкого покриття TeroCote 7888 T на твердосплавну пластину марки ВК10 спостерігається чиста зона з'єднання (рис. 6), дефекти у вигляді тріщин відсутні. Карбідна фаза у вигляді сірих частинок неправильної геометричної форми та різних розмірів виділяється в нікель-кобальтовій матриці (рис. 6).

За результатами досліджень показано, що більш перспективним є композиційний зносостійкий матеріал TeroCote 7888 T, що містить ультратверді карбіди вольфраму в твердій матриці сплаву нікель-хром, яка поглинає ударні навантаження і покращує опір абразивного зношування і корозії, а рівномірні частинки колотого профілю карбідів вольфраму ускладнюють вирив їх із матриці. Отримана структура напавленого покриття сталевих і матричних доліт дозволяє ефективно захистити поверхню робочих органів від корозійного та абразивного зносу, викликані впливом таких матеріалів, як пісок, гравій, земля, мінерали, вода і т. д. Досліджено, що при дуговому напавленні, низькі швидкості нагрівання і охолодження металу під час індукційного підігріву дозволяють зменшити залишкові на-

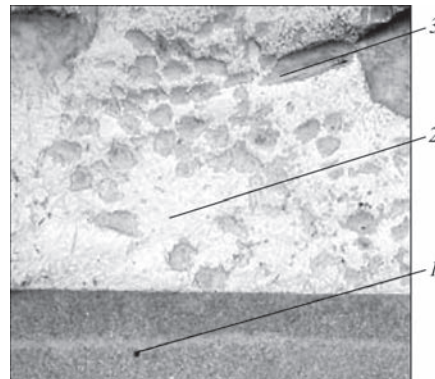


Рис. 6. Мікроструктура (×50) напавленого зразка ВК10 + TeroCote 7888 T: 1 – карбідвольфрамова матриця ВК10; 2 – матриця на основі сплаву NiCrBSi; 3 – карбіди вольфраму [8]

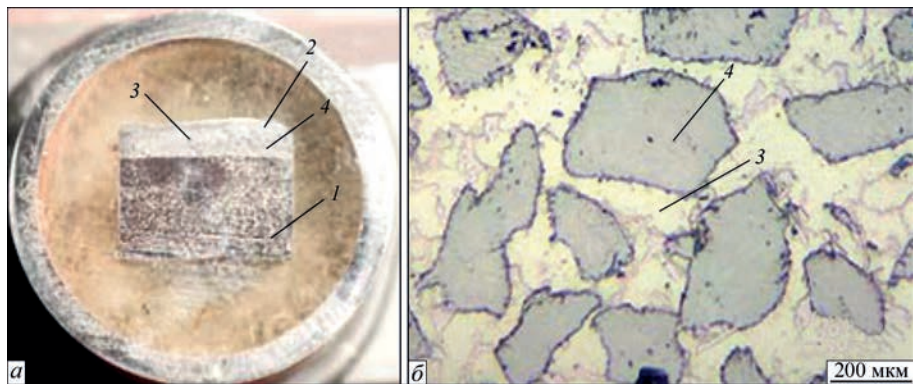


Рис. 7. Структура дослідного зразка: а – макроструктура зразка; б – мікроструктура покриття

пруги й уникнути утворення тріщин в покриттях і основному матеріалі.

Проведені раніше дослідження зносостійкості композиційних матеріалів в умовах гідроабразивного зношування показали, що зносостійкість покриття TeroCote 7888 T на основі нікелю з колотими частинками карбіду вольфраму перевищує зносостійкість реліту «ЛЗ-11-7» (сферичні гранули карбіду вольфраму) та Diamax M (подрібнені частинки карбіду вольфраму) на основі заліза в 1,7 та 2,9 рази відповідно [9].

Було проведено дослідження мікротвердості та корозійної стійкості шару, наплавленого композиційним матеріалом TeroCote 7888 T. За отриманими даними визначені середні значення мікротвердості для кожної ділянки (рис. 7, а, б):

1 – сталь 45 – 1400,8 МПа; 2 – покриття TeroCote 7888T – 2262,7 МПа; 3 – матриця на основі сплаву NiCrBSi – 3123,5 МПа; 4 – карбід вольфраму – 16850 МПа (16,8 ГПа).

На основі цих даних побудований графік мікротвердості ділянок дослідного зразка (рис. 8).

Результати проведених досліджень на корозійну стійкість [10] і твердість покриття показали, що застосування композиційного матеріалу, нанесеного з використанням гнучкого шнура TeroCote 7888 T, дозволяє знизити швидкість корозії робочих органів бурового інструменту зі сталі 45 приблизно в 53 рази, що сприятиме продовженню його експлуатаційного ресурсу.

За результатами попередніх робіт [9, 10] і наших металографічних досліджень щодо ремонту робочих органів корпусів бурових доліт був обраний композиційний матеріал TeroCote 7888 T, який добре змочує основний метал як сталевих так і матричних бурових доліт, та не має дефектів при нанесенні наплавленого шару на зношені ділянки посадкових гнізд отворів алмазно-твердосплавних різців (АТР) і тонких перемичок між гніздами, що в свою чергу сприяє механічній обробці отворів посадкових гнізд після наплавлення і зберігає геометрію для кріплення АТР.

На основі результатів досліджень [9–11] в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України було розроблено технологію ремонту бурових доліт та буриль-

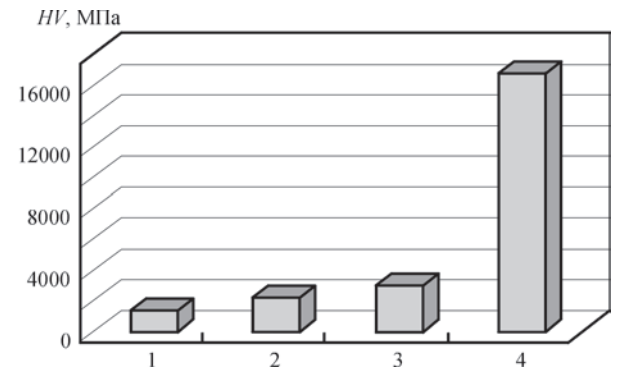


Рис. 8. Середнє значення мікротвердості ділянок дослідного зразка



Рис. 9. Сталеve долото діаметром 215,9 мм: а – до ремонту; б – після ремонту



Рис. 10. Матричні бурові долота діаметром 311,1 мм: а – до ремонту; б – після ремонту

них головок, яка полягає у проведенні операцій, а саме: очищення долота; піскоструминна обробка; розпаявання, зняття дефектного озброєння; візуальний огляд основного металу та захисного покриття робочих органів корпусу долота; створення ступеня зносу та індивідуальної дефектної відомості; механічна обробка та підготовка дефектних ділянок для ремонту; наплавлення захисного шару на зношені ділянки корпусу долота; механічна обробка та підготовка корпусу для паяння алмазно-твердосплавних різців та твердосплавних пластин; паяння алмазно-твердосплавних різців та твердосплавних пластин у реставровані ділянки робочих органів долота; візуальний огляд робочих органів долота; тестування та випробування на нафтогазоконденсатних родовищах.

Особливості ремонту бурових доліт після абразивного зношування показані на прикладі промивного каналу сталевих корпусу бурового долота діаметром 215,9 мм виробництва фірми «Smith Bits» США (рис. 9), зношених ділянок робочих органів матричних різних конструкцій бурових матричних доліт діаметром 311,1 мм виробництва фірми «Smith Bits» США (рис. 10).

Проведено випробування бурових доліт та бурових головок, відремонтованих за розробленою технологією, в реальних умовах промислового буріння на підприємствах України: НВП «Нафтогазекотолія», ПрАТ «Наукове-дослідне і конструкторське бюро бурового інструменту», Представництво «ЮСЕІС СА», ТОВ «Бурінтехсервіс», ТОВ «Регіон». Інтервали буріння представлені перешаруванням крейди, мергелів, піс-

ковиків, алевролітів, аргілітів, глини та вапняків з твердістю по штампу від 80 до 1600 МПа та абразивністю від 0,4 до 26 мг. В результаті проведених виробничих випробувань відновлених бурових доліт, оснащених алмазно-твердосплавними різцями, встановлено, що застосування зазначених доліт при бурінні нафтогазових свердловин дозволяє продовжити їх ресурс і заощадити 30...50 % коштів первісної вартості конкретного типу долота. Загальна кількість відремонтованих матричних, сталевих доліт із захисним покриттям та бурових головок склала більше 30 одиниць. За результатами випробувань отримано акти промислового впровадження даних доліт.

Висновки

1. На основі проведених досліджень для ремонту сталевих і матричних бурових доліт рекомендовано застосовувати аргонодугове наплавлення з присадкою композиційного матеріалу TeroCote 7888 Т. Шар, наплавлений цим матеріалом, має більш високу абразивну та корозійну стійкість у порівнянні з іншими наплавленими покриттями.

2. За результатами промислових випробувань відновлених корпусів сталевих та матричних доліт показано, що застосування даної технології ремонту дозволяє підвищити робочий ресурс і заощадити приблизно до 50 % коштів первісної вартості даного долота.

Список літератури

1. Хорунов В.Ф., Стефанів Б.В., Сабадаш О.М., Воронов В.В. (2012) Особенности износа и критерии ремонтно-

- пригодности буровых долот с алмазно-твердосплавными резами. *Автоматическая сварка*, **10**, 43–47.
2. Materials and Services for Oilfield equipment [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.swedishmestel.com/files/mr/Durmat%20Oilfield%20Equipment.pdf>
 3. *Materiales para soldadura WokaDur* [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://sianco.com.ar/media/procesos/Folleto%20WokaDur%20web.pdf>
 4. *Welding, brazing, coating and wearplate solutions* [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.castolin.com>
 5. Жудра А.П. (2014) Наплавочные материалы на основе карбидов вольфрама. *Автоматическая сварка*, **6–7**, 69–74.
 6. Zakharova, E.S., Markova, I.Yu., Maslov, A.L. et al. (2017) Morphology of powders of tungsten carbide used in wear-resistant coatings and deposition on the PDC drill bits. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* **857** 012058. Doi: 10.1088/1742-6596/857/1/012058.
 7. Markova, I.Yu., Zakharova, E.S., Maslov, A.L. et al. (2017) The study of microstructure of wear-resistant coatings applied for protection from abrasive wear of horizontal and tilt drilling drill bits. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* **857** 012028. Doi: 10.1088/1742-6596/857/1/012028.
 8. Стефанів Б.В. (2020) Особливості відновлення зношених робочих органів бурових доліт. *Автоматичне зварювання*, **6**, 45–50.
 9. Стефанів Б.В. (2016) Исследование износостойкости защитных покрытий в условиях гидроабразивного износа. *Автоматическая сварка*, **9**, 29–33.
 10. Стефанів Б.В., Ниркова Л.І., Ларіонов А.В., Осадчук С.О. (2020) Корозійна стійкість композиційного матеріалу, наплавленого з використанням гнучкого шнура TeroCote 7888 T. *Автоматичне зварювання*, **2**, 29–32.
 11. Стефанів Б.В. (2013) Разработка технологии пайки алмазно-твердосплавных резов. *Автоматическая сварка*, **2**, 38–42.
 - with diamond-hard-alloy cutters. *The Paton Welding J.*, **10**, 39–43.
 2. *Materials and Services for Oilfield equipment*. <http://www.swedishmestel.com/files/mr/Durmat%20Oilfield%20Equipment.pdf>
 3. *Materiales para soldadura WokaDur*. <http://sianco.com.ar/media/procesos/Folleto%20WokaDur%20web.pdf>
 4. *Welding, brazing, coating and wearplate solutions*. <http://www.castolin.com>
 5. Zhudra, A. P. (2014) Surfacing consumables based on tungsten carbide. *The Paton Welding J.*, **6–7**, 66–71.
 6. Zakharova, E.S., Markova, I.Yu., Maslov, A.L. et al. (2017) Morphology of powders of tungsten carbide used in wear-resistant coatings and deposition on the PDC drill bits. *IOP Conf. Series: J. of Physics: Conf. Series* **857** 012058. Doi: 10.1088/1742-6596/857/1/012058.
 7. Markova, I.Yu., Zakharova, E.S., Maslov, A.L. et al. (2017) The study of microstructure of wear-resistant coatings applied for protection from abrasive wear of horizontal and tilt drilling drill bits. *IOP Conf. Series: J. of Physics: Conf. Series* **857** 012028. Doi :10.1088/1742-6596/857/1/012028.
 8. Stefaniv, B.V. (2016) Investigation of wear resistance of protective coatings under conditions of hydroabrasive wear. *The Paton Welding J.*, **9**, 26–29. <https://doi.org/10.15407/tpwj2016.09.05>.
 9. Stefaniv, B.V. (2020) Peculiarities of repair of worn areas of drill bits. *The Paton Welding J.*, **6**, 41–46. <https://doi.org/10.37434/tpwj2020.06.08>
 10. Stefaniv, B.V., Nyrkova, L.I., Larionov, A.V., Osadchuk, S.O. (2020) Corrosion resistance of composite material deposited by TIG method using flexible cord TeroCote 7888 T. *The Paton Welding J.*, **2**, 26–29. <https://doi.org/10.37434/tpwj2020.02.05>.
 11. Stefaniv, B.V. (2013) Development of the technology of brazing diamond-hard alloy cutters. *The Paton Welding J.*, **2**, 37–41.

References

PECULIARITIES OF WEAR AND DEVELOPMENT OF REPAIR TECHNOLOGY OF DRILL BITS

B.V. Stefaniv

E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150, Kyiv, Ukraine.

E-mail: stefaniv@paton.kiev.ua

The peculiarities of wear of working bodies of housings of steel and matrix drill bits and drill heads were considered and studied, and the criteria for their reparability were determined. The degree of wear of working bodies of the landing sockets for diamond carbide cutters was investigated. The methods of preparing the worn areas of the working body for their restoration by the method of arc surfacing were optimized. Special attention was paid to studying the microstructure of the interface between the base and deposited metals: steel 45 + TeroCote 7888T composite material; steel 45 + self-fluxing steel bar Diamax M; steel 45 + tape relit LZ-11-7; VK10 hard alloy + TeroCote 7888T composite material. The structure of the TeroCote 7888T protective coating on VK10 hard alloy and steel 45 was found to provide exceptionally effective protection against corrosion and abrasive wear. On the basis of research, a technology was developed for repair of the working bodies of the blades of housings of steel and matrix drill bits, which allows extending their operational life. Steel and matrix drill bits and drill heads, after their restoration, passed industrial tests in Poltava, Kharkiv and Donetsk regions during drilling of gas and oil wells. It was established that the use of repaired drill bits when drilling oil and gas wells allows extending their life and saving 30...50% of the initial cost of a specific type of drill bit. 11 Ref., 2 Tabl., 10 Fig.

Key words: matrix, steel bits, superhard materials, PDC-polycrystalline diamond cutter, ATP-diamond carbide cutter, PDC bits, tungsten carbides, wear resistance, abrasiveness, corrosion, microstructure, protective coatings, arc surfacing, soldering, hardness

Отримано 20.11.2023

Отримано у переглянutoму вигляді 29.11.2023

Прийнято 14.12.2023



wire
Düsseldorf

join the best:

Düsseldorf, Germany

15 - 19 April 2024