

622.24.051(043)

П19

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Пасинович Тарас Богданович

УДК 622.24.051(043)

П19

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ШАРОШКОВИХ
ДОЛІТ ОСНАЩЕНИХ ВСТАВНИМИ
ТВЕРДОСПЛАВНИМИ ЗУБКАМИ**

Спеціальність 05.05.12 – Машини нафтової та газової промисловості

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Петрина Юрій Дмитрович,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти
і газу, завідувач кафедри „Технологія нафтогазового
машинобудування”.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Драганчук Оксана Теодорівна,
Український науково-дослідний інститут нафтопереробної промис-
ловості «МАСМА», замісник директора з наукової роботи, м.Київ,

кандидат технічних наук, доцент
Кунцяк Ярослав Васильович,
ПрАТ «Науково-дослідне і конструкторське бюро бурового
інструменту», м. Київ

Захист відбудеться “19” квітня 2012 р. о 10-00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д20.052.04 при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою:

76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий “17” березня 2012 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д20.052.04

кандидат технічних наук, доцент



Пилипів Л.Д.



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення техніко-економічних показників при бурінні свердловин на нафту і газ та іншого призначення неможливе без високої ефективності та довговічності тришарошкових бурових доліт з вставним твердосплавним породоруйнівним оснащенням, які сьогодні знайшли широке застосування. Надзвичайно складні умови роботи доліт, високі динамічні навантаження та міцність і абразивність гірських порід, які розбурюються, висувають високі вимоги до довговічності, як окремих елементів, вузлів, так і до долота в цілому. Долота оснащені вставним породоруйнівним оснащенням найчастіше виходять з ладу через випадання і руйнування породоруйнівного оснащення, руйнування тіла шарошки, а також заклинювання опори через недостатню надійність осьових підшипників „п'ята-підп'ятник”. Такі ситуації часто є причиною раптової відмови долота, що створює аварії при бурінні. Тому розв'язання проблеми є актуальним і має практичне значення. Одночасно, незважаючи на значні досягнення у вирішенні цієї проблеми, сьогодні актуальним є розробка і апробація нових високо-ефективних конструкцій елементів доліт. Також необхідна розробка способів підвищення тріщиностійкості, зносостійкості, контактної витривалості відповідальних поверхонь деталей доліт. Високі вимоги до надійності з'єднання „шарошка-зубок” ставлять задачі вдосконалення конструкції хвостовиків зубків, встановлення оптимальних параметрів натягів та процесів складання. Забезпечення якісних і конкурентоспроможних конструкцій доліт вимагає вдосконалення і розробки ефективних методів проектування. Все це вимагає науково обгрунтованого та економічно доцільного прийняття низки конструкторсько-технологічних рішень на основі вирішення комплексу задач із забезпечення надійності та якості тришарошкових бурових доліт з вставним твердосплавним породоруйнівним оснащенням на стадії їх проектування, виготовлення і експлуатації. Вирішення таких задач вказує на актуальність та важливе господарське значення дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно до наукової тематики кафедри технології нафтогазового машинобудування ІФНТУНГ та НДР з підвищення довговічності бурових доліт ВАТ „Дрогобицький долотний завод”(ВАТ «ДДЗ»), а також у рамках планових державних науково-дослідних програм з розвитку нафтопромислового комплексу України і ґрунтується на результатах Держбюджетних науково-дослідних робіт “Наукові обґрунтування раціональних режимів роботи та вибір основних параметрів бурового обладнання”, номер державної реєстрації № 0195U026337, які входять у координаційний план Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України “Наукові основи розробки нових технологій видобутку нафти і газу, газпромислового обладнання, поглибленої переробки нафти і газу з метою одержання високоякісних моторних палив, мастильних матеріалів, допоміжних продуктів і нафтохімічної сировини”.

Мета і завдання дослідження Мета роботи полягає у конструкторсько-технологічному забезпеченні підвищення довговічності тришарошкових доліт з вставним твердосплавним породоруйнівним оснащенням.

an 2256 - an 2257

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- встановити критерії працездатності тришарошкових бурових доліт з опорою Р-К-Р і підшипниками ковзання „п’ята-підп’ятник” оснащених вставним твердосплавним оснащенням, що можуть бути застосовані при вдосконаленні конструкції та технології виготовлення доліт;
- розкрити механізм крихкого руйнування цементованих шарошок бурових доліт, що дозволив би вдосконалити їх конструкцію;
- розробити конструкторсько-технологічні заходи щодо підвищення надійності з’єднання „зубок-шарошка”

Об’єктом досліджень є: явища втрати працездатності тришарошкових бурових доліт з вставними твердосплавними зубками.

Предмет досліджень – вплив конструкторсько-технологічних методів підвищення якості елементів тришарошкових бурових доліт з вставним твердосплавним оснащенням на довговічність таких доліт.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішувалися шляхом проведення теоретичних і натурних досліджень. У роботі застосовано сучасне комп’ютеризоване устаткування та високоєфективний інструмент для експериментів і апробації нових технологій та конструкцій для освоєння і впровадження у виробництво. Оцінка і критерії тріщиностійкості шарошок ґрунтується на основних положеннях механіки деформівного твердого тіла, а також сучасному розумінню впливу технологічного спадку на експлуатаційні показники деталей. Експериментальні дослідження проводились з використанням математичної статистики та теорії планування експерименту. Отримані дані оброблялися в середовищі Mathcad та Excel.

Наукова новизна: Автором самостійно вперше:

1. Встановлено, що для підвищення довговічності опор Р-К-Р із підшипниками ковзання необхідно усунути явище просідання п’яти, а у випадку малих типорозмірів доліт п’яту виконувати наплавленням сталіту Stellite 190.
2. Показано, що тріщиностійкість шарошок зі сталі 14ХН3МА-В при ударних навантаженнях можна ефективно підвищити не тільки шляхом високотемпературного термомеханічного оброблення (ВТМО) заготовок, що дає зменшення величини зерна до 7-8 балів та підвищує його однорідність, а й застосовувати тонке точіння бігових доріжок замість шліфування, що усуває тріщиноутворення на цементованих поверхнях.
3. Встановлено, що підвищення довговічності вставного породоруйнівного оснащення шарошок повинно здійснюватися підвищенням точності конструкторських параметрів отворів на етапі їх формоутворення усуненням проблеми розбивки отвору; на етапах складання з’єднання „зубок-шарошка” слід формувати 9 селективних груп отворів і зубків та забезпечувати різницю температур між нагрітою шарошкою і охолодженим зубком порядку 600К, а також оптимізувати жорсткість у з’єднанні „зубок-шарошка”, застосовуючи нові конструкції хвостовиків вставних зубків.

Практичне значення одержаних результатів. Теоретичні та експериментальні дослідження використані для вдосконалення проектування, конструювання і виготовлення доліт і, в основному, доведені до промислових зразків на базі потужностей ВАТ „ДДЗ”:

- розроблено конструкцію цапфи опори та апробовано технологію її виконання на основі наплавлення сталіту Stellite 190, що усуває проблему руйнування цапфи опори в небезпечному перерізі вузла „п’ята-підп’ятник”;
- встановлено та апробовано параметри автоматизованого механічного оброблення цапфи лапи з одного установу на верстаті „DANOBAT” з ЧПК, що створило умови для впровадження виконання точного точіння в розмір цапфи лапи до ХТО при серійному виготовленні доліт;
- розроблено рекомендації для підвищення тріщиностійкості шарошок з сталі 14ХН3МА-В шляхом високотемпературного термомеханічного оброблення (ВТМО) заготовок перед штампуванням;
- розроблено і впроваджено технологію пресування зубків в шарошку при швидкостях 1-3 мм/с, що дає можливість підвищити міцність з’єднання до 30%;
- апробовано та впроваджено технологію теплового складання з’єднання „зубок-шарошка”, а саме, при шорсткості отворів у шарощі $R_a \approx 0,63 \mu\text{м}$ та селективного складання, підвищено стійкість з’єднання приблизно на 50% порівняно зі стійкістю в серійних долотах;
- розроблено і впроваджено технологію формоутворення отворів під посадку твердосплавних зубків, що включає застосування прогресивних верстатів моделі MCV з ЧПК та різального інструменту – монолітних розверток типу CC5 (Solid Carbide drill) F1VH з внутрішнім охолодженням.
- розроблено і захищено патентом конструкцію черпакоподібних зубків з конусоподібною основою хвостовика, що відкриває можливості не тільки підвищити вильот зубків і підвищити ефективність впливу долота на вибій, а й оптимізувати процес формування отворів під зубок, зменшити витрати на дорогий спеціальний різальний інструмент для підбирання дна отвору і розвірчування;
- розроблено і захищено патентами та впроваджено конструкції породоруйнівних вставок для доліт типу ТКЗ, що дозволяють не тільки підвищити надійність її кріплення в тілі шарошок, але й усунути можливість руйнування зубків через значну жорсткість кріплення. Конструкція дозволяє також економити дорогий твердосплавний матеріал при підвищенні вильоту породоруйнівної вставки.

Положення, що захищаються: Підвищення довговічності тришарошкових бурових доліт оснащених вставним породоруйнівним твердосплавним оснащенням шляхом удосконалення конструкції підшипника ковзання „п’ята-підп’ятник” в опорі Р-К-Р, а також застосуванням нових конструкцій породоруйнівних вставок, що реалізують ефект оптимізації жорсткості в з’єднанні „зубок-шарошка”.

Публікації та особистий внесок здобувача. Відображені у дисертації результати досліджень опубліковані у 20-ти працях, серед яких 13 – у фахових виданнях України, 3 – патенти України, серед яких 2 – патенти на винахід, 4 – у збірниках праць міжнародних конференцій, з них 1 – одноосібно.

Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором самостійно. У співавторстві здобувачем розроблена мета роботи, проведено експерименти, підготовлені матеріали до опублікування. Усі винаходи, зроблені в ході виконання роботи, є результатом колективної творчості. Автор приймав безпосередню участь у доведенні розроблених конструкцій до промислових зразків і впровадженні розробок у виробництво та промислових випробуваннях. Постановка завдань, аналіз і трактування результатів досліджень здійснено з науковим керівником та, частково, з співавторами публікацій.

Здобувачем впроваджено спосіб і параметри забезпечення якісного і високо-ефективного формоутворення отворів у шарошках під вставні зубки [1]. У наукових працях, що написані у співавторстві, авторові належить: встановлений вплив параметрів виконання вузла „п’ята – підп’ятник” в опорах Р-К-Р доліт на їх відмову через неоптимальне припрацювання [2] та руйнування цапфи в ділянці вставної п’яти [3], розроблена методика і технологія виконання нової опори з виконанням п’яти у вигляді наплавлення стеліту Stellite 190; запропоновані параметри оброблення роликів бігових доріжок цапфи лапи з прогнозованим отриманням заданої точності[4,5]; альтернативні технологічні маршрути виготовлення цапфи лапи, а також розроблена методика побудови 3-D моделі лапи тришарошкового долота в середовищі Cimatron E4.2, відпрацювання технології для впровадження[6]; дані для встановлення відпускної крихкості зразків із сталі 37ХН3А[7]; дані для встановлення зв’язку між тріщиностійкістю при ударних навантаженнях шарошок з сталі 14ХН3МА-В та параметрами виготовлення заготовки і термічного оброблення шарошок[8]; запропоновані параметри механічного оброблення і різального інструмента для усунення явищ руйнування шарошки[9]; дані про механічні властивості сталей шарошок і твердих сплавів зубків та значення запасів міцності для розрахунків натягів у з’єднанні „зубок-шарошка”[11]; дані металографічних та фізико-механічних досліджень, результати аналізу відпрацьованих доліт для встановлення впливу твердості та структури сталі шарошки на міцність з’єднання „шарошка-зубок”[11]; результати аналізу точності з’єднання „зубок-шарошка” і параметри технологічного процесу пресування „зубок-шарошка”[12, 14]; технологія формоутворення отворів під посадку: твердосплавних зубків, що включає застосування прогресивних верстатів моделі MCV з ЧПК та різального інструменту[15-16]; доведення конструкції до промислового зразка[17]. При розробці конструкцій авторові належать: ідея пресування кільця на хвостовик, а також участь у і впровадженні[18]; ідея забезпечення конструкцією зубка вдосконалення процесу формування отворів під

посадку зубка в шарошку[19]; ідея герметизації порожнини хвостовика, доведення конструкції до промислового зразка[20].

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідалися і обговорювалися на: Міжнародній науково-технічній конференції „Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці. ІФТУНГ-40” (Івано-Франківськ, 2007), XIV міжнародній науково-технічній конференції „Машиностроение и техносфера XXI века” (Севастополь 2007), XVI міжнародній науково-технічній конференції „Машиностроение и техносфера XXI века” (Севастополь 2009), 2-й Міжнародній науково-технічній конференції „Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій” (Львів 2010), Всеукраїнській науково-технічній конференції „Современные направления и перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении „Механообработка. Севастополь – 2010”” (Севастополь 2010). У повному обсязі робота доповідалася на розширеному науково-технічному семінарі Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (Івано-Франківськ 2011).

Структура та об’єм дисертації. Дисертація складається із вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 130 найменувань на 16 сторінках та 8 додатків на 16 сторінках. Робота містить 62 рисунки (4 – на окремих сторінках) та 12 таблиць. Загальний обсяг дисертації – 138 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подається загальна характеристика дисертаційної роботи. Розкрито суть проблеми підвищення довговічності тришарошкових бурових доліт з вставним твердосплавним породоруйнівним оснащенням. Обґрунтовано актуальність теми дисертації, що дало можливість сформулювати мету та завдання дослідження. Розкрито наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, подано відомості про особистий внесок здобувача та апробацію роботи.

В першому розділі розглядається сучасний стан забезпечення стійкості до руйнування шарошкових бурових доліт. З цією метою досліджено закономірності виходу з ладу тришарошкових бурових доліт з вставним твердосплавним породоруйнівним оснащенням та намічено шляхи усунення таких негативних явищ. Одночасно здійснено аналітичний огляд наукових літературних джерел присвячених вивченню умов роботи тришарошкових бурових доліт з вставним породоруйнівним оснащенням та підвищенню їх довговічності. Показано, що цій проблемі за останні роки приділена велика увага в працях таких вчених: Артима В.І., Бондаренка В.П., Виноградова В.Н., Григоренко С.І., Гусейнова А.А., Драганчук О.Т. Дрогомирецького Я.М., Жидовцева Н.А., Кершенбаума В.Я., Крижанівського Є.І., Крилова К.А., Кремльова В.І. Морозова Л.В., Неупокоева В.Г., Петрини Ю.Д., Сімонова В.В., Торгашова А.В., Якима Р.С., Ясашина В.А. та багатьох інших. В їх роботах описано різні шляхи підвищення довговічності тришарошкових доліт, один з яких – підвищення стійкості до руйнування

цапфи лапи і елементів опори долота, стійкості до руйнування тіла шарошки та надійності кріплення вставного породоруйнівного оснащення – знайшов розвиток у даній роботі. Поряд з підвищенням довговічності підшипника „п’ята-підп’ятник” і стабілізації роботи опори в осьовому напрямку важливим є підвищення стійкості цапфи лапи до контактного руйнування. Встановлення чинники, що знижують тріщиностійкість шарошок бурових доліт і розробленні способи усунення явищ розколювання цих деталей. Дослідженні чинники, що визначають надійність з’єднання „зубок-шарошка” з метою підвищення довговічності вставного породоруйнівного оснащення. Проаналізовані розробки нових конструкцій хвостовика, які повинні забезпечувати оптимальну жорсткість з’єднання „шарошка-зубок”, що підвищує як надійність кріплення твердосплавного зубка, так і технологічність його виконання.

На основі проведених вище обґрунтувань вибору напрямків досліджень були сформульовані основні задачі досліджень.

Другий розділ присвячено методам та засобам теоретичних та експериментальних досліджень для вирішення задач дисертаційної роботи.

Комплексні експериментальні дослідження здійснювали на стандартних зразках, спеціально виготовлених і підготовлених темплетях з деталей тришарошкових бурових доліт. Для цього застосовано як стандартне, так і спеціальне лабораторне устаткування.

Основним напрямком досліджень даної дисертаційної роботи є визначення методів конструкторсько-технологічного забезпечення якості деталей і бурового долота в цілому. Підвищення його довговічності шукається шляхом формування сприятливого технологічного спадку, структури і фізико-механічних властивостей сталей, точності конструкторських параметрів. Це повинно підвищити стійкість до заклинювання опори, тріщиностійкість тіла шарошки, надійності кріплення вставного твердосплавного оснащення і підвищення його ефективності впливу на вибій при економії цінних твердих сплавів.

Методами вирішення задач дисертаційної роботи є теоретико-експериментальне дослідження впливу конструкторсько-технологічних параметрів на усіх стадіях створення тришарошкових бурових доліт з вставним породоруйнівним оснащенням. При цьому вихідними посиланнями є результати аналізу досвіду проектування, конструювання, виготовлення, випробовування та експлуатації таких доліт.

Основна частина експериментів здійснювалася на базі верстатного парку цехів, центральної заводської лабораторії, та випробовувальної і дослідної станції ВАТ „ДДЗ” (сьогодні ТОВ „УНІБУРТЕХ”). Проведено порівняльні кваліфікаційні натурні випробовування нових конструкцій доліт.

Третій розділ присвячено розробці теоретичних основ і конструкторсько-технологічних рішень для підвищення довговічності тришарошкових бурових доліт з опорсю Р-К-Р і підшипниками ковзання.

Стендовими дослідженнями встановлено, що підвищення довговічності опор Р-К-Р із підшипниками ковзання шарошкових бурових доліт можливе за рахунок

конструктивного забезпечення одночасного рівномірного навантаження на елементи опори під час припрацювання доліт. В опорах між парами „п'ята-підп'ятник” зазор повинен дорівнювати 0,01 – 0,02мм. Для усунення явища просідання п'яти перс перспективним є забезпечення площинності дна отвору та виконання канавки на його рівні, в яку буде витискатися стружка утворена при пресуванні. Одночасно для усунення проблеми просідання і перекосу п'яти або підп'ятника важливим є не тільки забезпечення стабілізації опори в осьовому напрямку, а й принципова зміна конструкції вузла. З цією метою розроблена і апробована конструкція вузла „п'ята - підп'ятник”, що включає виконання п'яти у вигляді наплавлення зносостійким стелітом, а підп'ятник містить охолоджуючий канал.

Для проведення експериментів було вибрано комплект долота 250,8ТКЗ-ПГВ D27В, у якому опора виконана за серійною технологією з підшипником „п'ята – підп'ятник”, в якому п'ята виконана з сплаву ВН 20, а підп'ятник зі сталі Р6М5. Також виготовлено експериментальний комплект долота 250,8ТКЗ-ПГВ D27В, у якому опора має відмінності – п'ята виготовлена ацетиленокисневим наплавленням прутковим стелітом Stellite190, на підп'ятнику зі сталі Р6М5 виконаний канал для забезпечення охолодження та сприятливих умов тертя. Для обох комплектів шарошки виготовляли з сталі 14ХНЗМА-В, лапи зі сталі 19ХГНМА-В.

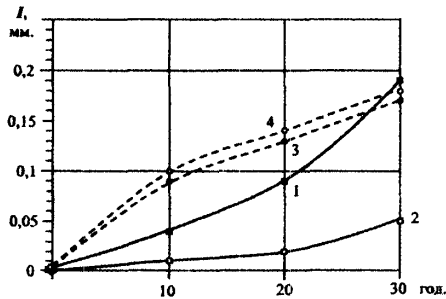
Встановлена закономірність динаміки інтенсивності зносу опор з осьовими підшипниками ковзання (рис. 1). Проведені експериментальні дослідження показали на доцільність виконання наплавлення стелітом Stellite 190 п'ят. Виконання наплавлення п'яти усуває небезпечний переріз і знижує можливість утворення тріщин в тілі бурта малого роликowego підшипника і в ділянці „мала бігова доріжка – дно під посадку п'яти”.

Виконання на підп'ятнику канавки для охолоджуючого агента, який по ходу руху шарошки забезпечує охолодження по всьому об'єму порожнини опори позитивно впливає на її охолодження. В серійній опорі течія охолоджуючого агента орієнтується в одному напрямку, що є явно недостатнім для охолодження.

Проведені кваліфікаційні випробовування експериментальної партії доліт з зміненою конструкцією вузла „п'ята – підп'ятник” в умовах Полтавського „ГЗК” показали збільшення напрацювання у 1,6 разів порівняно з серійними конструкціями. Розроблена конструкція і технологія виготовлення цапфи лапи з наплавленою п'ятою впроваджена у виробництво.

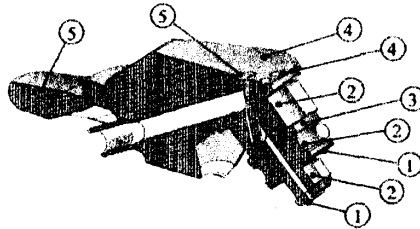
Для формулювання задач перед проектуванням важливим етапом є обґрунтоване висунення множини вимог до лапи та її елементів. Це стає можливим шляхом аналізу елементів конструкції лапи з урахуванням досвіду її виготовлення та експлуатації (рис.2). Виділені вимоги формують основні задачі вибору відповідних матеріалів, пошуку та встановлення найбільш оптимальних конструкторських параметрів елементів лапи, а також ефективних операцій при виготовленні. Зокрема, встановлено, що у заводських умовах серійного виробництва буде забезпечуватися необхідна точність

при виконанні точного точіння в розмір цапфи лапи до ХТО. При цьому можна очікувати відхилення в розмірах оброблених точінням поверхонь роликів бігових доріжок не більше ніж 0,01мм, що усуває потребу в шліфуванні. Отже з позиції конструкторсько-технологічних та функціонально-експлуатаційних показників якості заміну шліфування на токарне оброблення цапфи лапи повністю обґрунтовано.



- 1 – підшипник ковзання „п’ята-підп’ятник” в серійній опорі;
 2 – підшипник ковзання „п’ята-підп’ятник” в експериментальній опорі;
 3 – підшипник ковзання „упорний торець лапи – упорний торець шарошки” в серійній опорі; 4 – підшипник ковзання „упорний торець лапи – упорний торець шарошки” в експериментальній опорі

Рисунок 1 – Залежності інтенсивності лінійного зносу підшипників дослідних опор від часу їх відробки на стенді



- 1 – зносостійкість в умовах тертя ковзання і дії високих контактних температур;
 2 – контактна витривалість і зносостійкість в умовах тертя кочення;
 3 – стійкість до пластичної деформації та крихкого руйнування;
 4 – зносостійкість в умовах дії гідро-абразивного, ударно-абразивного впливів;
 5 – забезпечення доброї зварюваності

Рисунок 2 – Конструкція лапи тришарошкового бурового долота (з п’ятою, твердосплавними вставками, замковим пальцем, фільтром та тілами кочення), в якій виділено елементи, до яких висуваються функціонально-експлуатаційні та технологічні вимоги

Розроблена інженерна методика оптимізації вибору маршруту і операцій при створенні нових конструкцій цапф лап. Критеріями ефективності операцій є три групи показників якості: конструкторсько-технологічні, функціонально-експлуатаційні, еко-

номічні. Невід'ємною частиною такої методики є розроблений спосіб автоматизованого проектування 3-D твердотільної моделі, конструювання лапи тришарошкового бурового долота. Проектування дозволяє одночасно моделювати і конструкцію лапи, і операції механічного оброблення та напрям руху інструмента. Для проведення автоматизованого проектування використано одне інформаційне середовище на базі програмного продукту Cimatron E4.2, що дозволяє остаточно автоматизовано отримати робочу керуючу програму механічної обробки. Оброблення ведеться на токарному верстаті з ЧПК моделі TV650/4 фірми „DANOBAT” (Іспанія).

Повна автоматизація отримання керуючої робочої програми усунула всі проблеми, які були властиві для традиційної технології проектування, конструювання та виготовлення лап шарошкових бурових доліт.

Четвертий розділ присвячено підвищенню стійкості до руйнування шарошок бурових доліт.

Виявлено, що долотні сталі з мартенситною структурою після низького відпуску мають значно нижчу тріщиностійкість, ніж з сорбітною структурою після високого відпуску. Встановлено, що поширення тріщини в зразку з конструктивною виточкою проходить звичайно з більшим боковим утягненням, ніж в зразку з готовою тріщиною. Це свідчить про більшу для першого випадку величину роботи поширення тріщини. З цією метою експериментально обґрунтовано, що ударні випробування зразків Менаже з наведеними у вершині концентраторів втомними тріщинами дають можливість досить точно визначати чутливість термооброблених хромонікелевих долотних сталей до тріщин та прогнозувати характер їх поширення в шарошках. Також встановлено, що високотемпературна термомеханічна обробка (ВТМО) якісно змінює в кращу сторону характер тріщиноутворення.

Встановлено, що тріщиностійкість за ударних навантажень шарошок зі сталі 14ХНЗМА-В можна ефективно підвищити шляхом ВТМО заготовок перед штампуванням. Підвищення ударної в'язкості ВТМО обґрунтовується зменшенням величини зерна до 7-8 балів та підвищенням його однорідності. Експериментально встановлено, що нецементована сталь 14ХНЗМА-В (ВТМО (обтискання $\epsilon = 40\%$), 1-ше гартування 1173К, високий відпуск 913К, 2-ге гартування 1083К, відпуск 458К) має в 2,6 разів вищу ударну в'язкість порівняно з цементованими (ВТМО (обтискання $\epsilon = 40\%$), 1-ше гартування 1223К, високий відпуск 913К, 2-ге гартування 1083К, відпуск 458К). Цей факт пояснює високу схильність до крихкого руйнування шарошок у небезпечному перерізі – в ділянці між вінцями, яка піддається цементації. Необхідно зауважити, що твердість в цьому перерізі становить HRC39–41, що свідчить про випадок наскрізного прогартування у місці перепаду перерізів різної величини.

Стійкість до руйнування шарошки закладається не тільки на етапі виготовлення заготовки та термічних обробок, а й при операціях механічного оброблення. Тому досліджено схильність до негативного технологічного спадку та можливості застосу-

вання альтернативної технології, яка забезпечує стійкість до тріщиноутворення шарошок.



a – загальний вигляд;
б – припали і тріщини в перерізі кулькової бігової доріжки на темплеті шарошки ($\times 1000$)

Рисунок 3 – Припали від шліфування на кульковій бігівій доріжці шарошки

У перерізі темплету з шарошки з боку поверхні кулькової бігової доріжки виявлені штрихоподібні світлі смуги глибиною до 2 мкм (рис. 3). У світлих смугах спостерігаються короткі прямі шліфувальні тріщини, які розташовані перпендикулярно до напрямку шліфування. Одночасно встановлено, що твердість поверхні шліфованого цементованого шару коливається в межах від HRC56 до HRC62. У шарошках на поверхні кулькової бігової доріжки виявлені припали від шліфування. З цією метою експериментально встановлено, що заміна шліфування на точне точіння дозволяє усунути проблеми утворення тріщин в цементованих шарах бігових доріжок і, як наслідок, попередити руйнування шарошок в небезпечних перерізах.

Зважаючи на те, що оброблення всіх поверхонь бігових доріжок шарошки при точінні на верстатах VSC фірми „EMAG” ведеться з одного установу, на відміну від шліфування, яке проводиться на різних верстатах, тут досягається вища точність і якість шарошки. При складальних операціях секцій доліт вдалося усунути проблеми, пов'язані з додатковими операціями шліфування окремих внутрішніх поверхонь шарошки. На основі отриманих даних здійснено апробацію та впровадження в технологічний процес виготовлення шарошок. Це дозволило не тільки усунути проблеми з формуванням негативного технологічного складку, що спричинював до руйнування шарошок, а й досягнути економії у їх виготовленні.

П'ятий розділ присвячено результатам дослідження з підвищення якісних та експлуатаційних показників тришарошкових бурових доліт на усіх етапах їх створення. Виходячи з відомих формул Ляме, оцінювали контактні тиски, що виникають при посадці з натягом твердосплавних зубків у отвір шарошки. В області контактної зони як в тілі шарошки, так і в тілі зубка виникають радіально-стискаючі σ_r , тангенціальні σ_t і поздовжньо-осьові напруження σ_z (рис. 4).

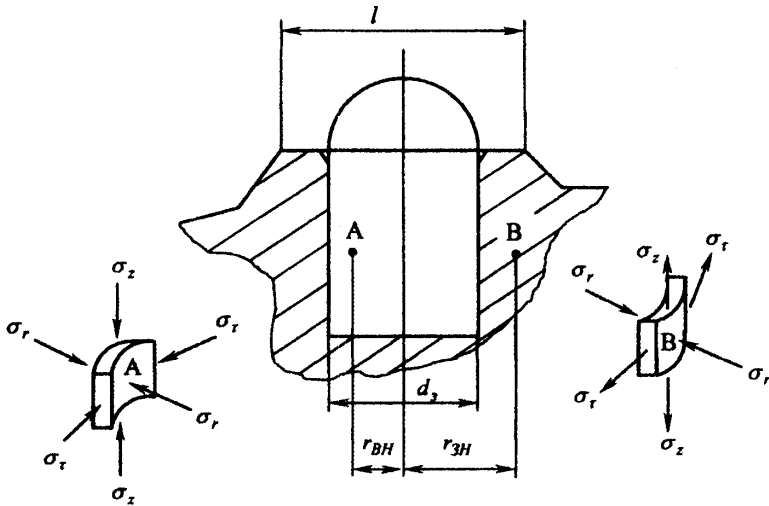


Рисунок 4 – Схема посадки зубка на вінці шарошки

Отже, для тіла шарошки:

$$\sigma_r = -\sigma_r = p_k \frac{r_3^2}{r_i^2}; \quad \sigma_z = -f\sigma_r = fp_k \frac{r_3^2}{r_i^2}. \quad (1)$$

Для тіла зубка:

$$\sigma_r = \sigma_r = -p_k \quad \sigma_z = -fp_k \quad (2)$$

де r_3 – радіус зубка;

r_i – радіус від осі симетрії посадки до розглядуваної точки;

f – коефіцієнт тертя зубка по стінці отвору в шарошці.

З виразів (1) і (2) видно, що тіло зубка знаходиться в стані стиснення, а тіло шарошки зазнає дію стискаючих (σ_r) і розтягуючих (σ_z , σ_r) напружень. Оскільки робоча поверхня зубка вільна від дії цих напружень, то після посадки відбувається пружне переміщення зубка вздовж своєї осі. Це спричинює повздовжні напруження стиску в тілі зубка і розтягу в тілі шарошки. Значення цих напружень у основному визначаються коефіцієнтом тертя між тілом зубка і шарошки.

Найбільш навантаженою частиною в з'єднанні „зубок-шарошка” є контакти поверхні, які визначаються точністю виготовлення зубка і отвору під посадку зубка. При підвищених значеннях сили натягу в площині контакту можуть формуватися тріщини, які приводять в подальшому до сколювання зубка чи тіла шарошки. Тому величина натягу повинна бути вибрана виходячи з властивостей міцності матеріалів зубка і шарошки. Оскільки обидва тіла знаходяться під дією трьохвісного напруженого стану, для оцінки цього процесу повинна бути вибрана величина розрахункованого напруження, що включає в себе всі три види напружень при натягу. Таким

напруженням є розрахунково-еквівалентне напруження $\sigma_{EKВ}$, яке підбирається згідно теорії міцності про ознаки однакової небезпеки двох напружених станів – складного і одноосового розтягів.

Приймаючи замість допустимого напруження границю плинності $[\sigma_P] = \sigma_T / k_T$, розрахункова формула для встановлення величини допустимого натягу посадки зубків отримує вигляд:

$$N_\delta = \frac{d_3}{k_T} \left(\frac{\sigma_{Tш}}{\sqrt{1+f^2}} + \frac{\sigma_{Tз}}{1-f} \right) \times \left(\frac{1-\mu_3}{E_3} + \frac{1+\mu_ш}{E_ш} \right), \quad (5)$$

де k_T - коефіцієнт запасу міцності

Величина сили, яка необхідна для витягнення зубка з тіла шарошки при натягу, визначиться за формулою

$$P_B = \pi f p_k d_3 h_z = \frac{\pi f d_3 h_z}{k_T} \times \left(\frac{\sigma_{Tш}}{\sqrt{1+f^2}} + \frac{\sigma_{Tз}}{1-f} \right). \quad (6)$$

де h_z – глибина посадки зубка в тіло шарошки.

Оскільки коефіцієнт запасу міцності та величина натягу суттєво впливають на прогнозування надійності з'єднання „зубок-шарошка”, було досліджено вплив коефіцієнта запасу міцності на параметри посадки зубка з сплаву ВК8-ВК в тіло шарошки зі сталі 14ХН3МА. В табл. 2 наведено розрахункові дані посадки зубків у тіло шарошки за різних значень коефіцієнта запасу міцності.

Таблиця 2 – Вплив коефіцієнта запасу міцності на параметри посадки зубка з сплаву ВК8-ВК у тіло шарошки зі сталі 14ХН3МА

		$d_3 = 10 \text{ мм}$			$d_3 = 14 \text{ мм}$		
Коефіцієнт запасу міцності k_T		1,25	1,50	1,75	1,25	1,50	1,75
Натяг, мм		0,115	0,105	0,085	0,140	0,125	0,115
Напруження, МПа.	σ_r	-1522,67	-1390,26	-1125,45	-2324,06	-1182,19	-1087,62
	σ_t	±1522,67	±1390,26	±1125,45	±2324,06	±1182,19	±1087,62
	σ_z	152,227	139,03	112,55	132,241	118,22	108,76

Проведені порівняльні дослідження впливу коефіцієнта запасу міцності тіла шарошки на величину оптимального натягу пресового з'єднання „зубок-шарошка” та на силу випресовки зубка (зубок з сплаву ВК8-ВК) для шарошок з сталей 14ХН3МА, 16ХН3МА, 20ХН3А, 17Н3МА. Отримані дані засвідчують, що фізико-механічні властивості сталі 14ХН3МА забезпечують найкращі показники, що визначають надійність з'єднання „зубок-шарошка”.

Оскільки точність конструкторських параметрів отворів у шарошках є значно нижчою порівняно з хвостовиками вставних твердосплавних зубків, то розв'язано задачу формування отворів у шарошці під посадку зубків з мінімальною розбивкою. Встанов-

лено, що розбивання отвору (14мкм) отримано за наступних градієнтів твердості: HRC64 – поверхня шарошки (0-0,12 глибини цементованого шару); HRC52 – на повній глибині цементованого шару (1,6-2мм); HRC39 – на половині глибини отвору; HRC37 – в ділянці дна отвору. Отримані дані є близькими до оптимальних. У результаті оптимізації градієнта твердості по глибині отвору вдалося зменшити розбивку отвору в 2,2 рази порівняно з основним рівнем. Також встановлено, що при зміні швидкості різання V у межах від 28,574 до 40,82м/хв середнє значення розбивки отворів при застосуванні розвертки з твердосплавними пластинами дорівнюватиме $x_{o1} = 36,6$ мкм, а при застосуванні експериментальної розвертки $x_{o2} = 16,343$ мкм. Отримані дані експериментальних досліджень засвідчують перспективність використання монолітних твердосплавних розверток, які порівняно з твердосплавними пластинами мають нижчі показники розбивки отворів у 3,4 і у 1,8 разів відповідно нижньої і верхньої межі відхилень. Встановлено, що експериментальні монолітні розвертки дозволяють також отримувати кращі показники за параметрами шорсткості отворів. Отже, для забезпечення якісних конструкторських параметрів отворів під вставні твердосплавні зубки розроблено і апробовано технологію формоутворення, що включає застосування прогресивних верстатів моделі MCV з ЧПК та різального інструменту - монолітних розверток типу CC5 (Solid Carbide drill) F1VH з внутрішнім охолодженням. Ця технологія апробована в умовах виробництва і впроваджена.

Суттєво підвищити надійність з'єднання „шарошка - зубок” у бурових долотах можна за рахунок точності його складання, яке характеризується величиною оптимального натягу, що є одним з чинників, який найбільш суттєво впливає на напружений стан в спряжених поверхнях з'єднання. З цією метою експериментально обґрунтовано групування значень отворів і зубків на 9 інтервалів – селективних груп. Формування селективних груп дозволяє отримати необхідну точність складання при економічній точності оброблення з'єднуваних деталей, а також запобігає виникненню натягів на верхній та нижній границях, які знижують надійність з'єднання „зубок-шарошка”. За стендових випробовуваннях експериментальних зразків шарошкових доліт 269,9 ОК-ПВ-3 спостерігали крихке руйнування зубків, загальний знос шарошки. При цьому випадання зубків складало біля 2%, що приблизно на 50% нижче за серійні шарошкові долота. Це дозволило впровадити нову технологію в процес виготовлення шарошкових доліт. Також встановлено, що при умові збереження експлуатаційних параметрів зміцненої шарошки найвищу міцність з'єднання „зубок-шарошка” забезпечує їх запресовування з нагрівом шарошки і охолодженням зубка (різниця температур $\Delta T \approx 600\text{K}$). При цьому, дотримуючись шорсткості отворів в шарошці $R_a \approx 0,63$ мкм та селективного складання, підвищується стійкість з'єднання приблизно на 50% порівняно зі стійкістю в серійних долотах. Також встановлено, що сталь 14ХН3МА дозволяє проводити запресовування зубків в шарошку при швидкостях 1-3 мм/с, що дає можливість підвищити міцність з'єднання до 30%. Отримані дані

дозволили розробити технологію, що апробована і впроваджена у процес виготовлення шарошкових доліт.

Встановлено, що при завищених натягах часто відбувається злом зубків на рівні вінця, що пояснюється концентрацією напружень, зниженням міцності в ділянці виступання зубка з тіла шарошки, додатковим підвищенням напруженого стану цієї частини за рахунок дії сил реакції вибою. Тому при підборі коефіцієнта запасу міцності, а значить, і величини натягу необхідно враховувати і вплив реакції вибою на напружений стан зубка. З цією метою розроблено і захищено патентом на корисну модель нову конструкцію породоруйнівної вставки для доліт типу ОК, що реалізовує ефект ранжування значень натягів по всій довжині спряженої поверхні. Стеновими дослідженнями експериментальних зубків (сплав ВК10КС-К) якими оснащували шарошки долота 250,8ТКЗ-ПГВ-Д27Б, встановлено, що це дозволяє досягнути високої міцності з'єднання „зубок-шарошка” при забезпеченні необхідної жорсткості системи „порода – зубок-шарошка”. Експериментальні породоруйнівні вставки не поступаються експлуатаційним показникам серійних твердосплавних зубків і дозволяють усунути явища руйнування вставного оснащення через виникнення надмірних напружень в спряженні „зубок-шарошка”.

Розроблено і захищено патентом на винахід нову конструкцію породоруйнівного зубка з конусоподібною основою хвостовика. Це дозволяє використовувати „черпакоподібне” оснащення для розбурювання порід підвищеної, у порівнянні з м'якими, твердості. При цьому забезпечується більш ефективна жорсткість системи „шарошка-зубок-порода”, та вища стійкість оснащення до випадання зубків. Крім цього створюються передумови збільшення вильоту зубка, що є однією з актуальних проблем.

Розроблено і захищено патентом на винахід твердосплавний зубок з пустотілим хвостовиком, який доведений до промислового зразка. Конструкція є технологічною, добре освоюється виробництвом, дозволяє отримувати необхідну якість при запуску в масове виробництво. Пропонована конструкція породоруйнівної вставки дозволяє не тільки підвищити надійність її кріплення в тілі шарошок, але й усунути можливість руйнування твердосплавних зубків через значну жорсткість кріплення. Конструкція дозволяє також економити дорогий твердосплавний матеріал при підвищенні вильоту породоруйнівної вставки. Проведені стендові випробовування доліт типу ТКЗ, шарошки яких були оснащені породоруйнівними вставками з пустотілим хвостовиком показали, що їх працездатність не уступає існуючим конструкціям.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі вирішено важливу науково-прикладну проблему з підвищення довговічності три шарошкових бурових доліт оснащених вставними твердосплавними зубками шляхом удосконалення конструкції підшипника ковзання «п'ята-підп'ятник» в опорі Р-К-Р і застосування нових конструкцій породоруйнівних вставок.

1. Підвищення довговічності опор Р-К-Р із підшипниками ковзання тришаршкових бурових доліт можливе за рахунок конструктивного забезпечення одночасного рівномірного навантаження на елементи опори під час припрацювання доліт. Для цього необхідно усунути явище просідання п'яти, а у випадку малих типорозмірів доліт п'яту виконувати наплавленням стеліту Stellite 190 у спеціальне гніздо в торці цапфи лапи, а підп'ятник виготовляти з пазом для охолоджуючого агента. З цієї метою розроблено і апробовано конструкцію вузла та технологію його виготовлення.
2. Встановлено, що ударні випробування зразків Менаже з наведеними у вершині втомними тріщинами дозволяють у заводських умовах прогнозувати характер поширення тріщин в термооброблених долотних сталях типу 14ХН3МА-В. Тріщиностійкість при ударних навантаженнях шарошок з сталі 14ХН3МА-В можна ефективно підвищити шляхом високотемпературного термомеханічного оброблення (ВТМО) заготовок, що дає зменшення величини зерна до 7-8 балів та підвищує його однорідність. Заміна шліфування на точне точіння дозволяє усунути проблеми утворення тріщин в цементованих шарах бігових доріжок і як наслідок попередити руйнування шарошок в небезпечних перерізах.
3. Встановлено, що підвищення довговічності вставного породоруйнівного оснащення шарошок повинно здійснюватися наступними шляхами: підвищенням точності конструкторських параметрів отворів на етапі їх формоутворення усуненням проблеми розбивки отвору застосовуючи прогресивні верстати моделі MCV з ЧПК та різальний інструмент - монолітні розвертки типу CC5 (Solid Carbide drill) F1VN з внутрішнім охолодженням; на етапах складання з'єднання „зубок-шарошка” слід формувати 9 селективних груп отворів і зубків та забезпечувати різницю температур між нагрітою шарошкою і охолодженим зубком порядку 600К. Це підвищує довговічність породоруйнівного оснащення шарошок приблизно на 50% порівняно із оснащенням серійних доліт. Ці розробки апробовані в умовах виробництва і впроваджені. Важливим є оптимізація жорсткості в з'єднанні „зубок-шарошка” для чого розроблено низку нових конструкцій хвостовиків породоруйнівних вставок:
 - для доліт типу ОК, що реалізовує ефект ранжування значень натягів по всій довжині спряженої поверхні (дозволяє досягнути високої міцності з'єднання „зубок-шарошка” при забезпеченні необхідної жорсткості системи „порода – зубок-шарошка”);
 - черпакоподібних зубків з конусоподібною основою хвостовика (відкриває можливості не тільки підвищити вильот зубків і ефективність впливу долота на вибій, але й оптимізувати процес формування отворів під зубок, зменшити витрати на дорогий спеціальний різальний інструмент для підбирання дна отвору і розвірчування);

- для доліт типу ТКЗ, що дозволяє не тільки підвищити надійність їх кріплення в тілі шарошок, але й усунути можливість руйнування твердосплавних зубків через значну жорсткість кріплення; конструкція дозволяє також економити дорогий твердосплавний матеріал при підвищенні вильоту породоруйнівної вставки.

ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Пасинович Т. Б. Підвищення якості формування отворів для посадки зубків у шарошці бурового долота / Т. Б. Пасинович // Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій: праці 2-ї Міжнародної науково-технічної конференції (Львів 11-13 листопада 2010 р.) / Західний науковий центр НАН України, Фізико-механічний ін-т ім. Г.В. Карпенка НАН України [та ін.]. – Львів: КІНПАТРІ ЛТД, – 2010. – С. 154 - 156.
2. Петрина Ю. Д. Вплив конструкторсько-технологічних параметрів на працездатність опор тришарошкових гірничорудних бурових доліт / Ю. Д. Петрина, Р.С.Яким, Т. Б. Пасинович // Нафтогазова енергетика – 2008. – № 1 (6). – С.72 – 77.
3. Підвищення довговічності опор тришарошкових бурових доліт з осьовими підшипниками ковзання / Р. С. Яким, Ю. Д. Петрина, Т. Б. Пасинович, Я. Р. Круглій // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2009. – № 3 (32). – С. 5 – 11.
4. Яким Р.С. Дослідження якості механічного оброблення опорних поверхонь тришарошкових бурових доліт / Р. С. Яким, Ю. Д. Петрина, Т. Б. Пасинович // Вісник Севастопольського національного технічного університету: Машиноприладобудування та транспорт: зб. наукових праць – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010. – Вип. 107. – С. 234 – 237.
5. Дослідження якості механічного оброблення опорних поверхонь тришарошкових бурових доліт // Р. С. Яким, Ю. Д. Петрина, Т. Б. Пасинович І. С. Яким. / Современные направления и перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении „Механообработка. Севастополь – 2010”: программа Всеукраинской научно-технической конференции 17-21 мая 2010 г. / М-во образования и науки Украины, Севастоп. нац. техн. унів., Донецкий нац. техн. унів. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, – С. 12.
6. Петрина Ю. Д. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищення якості лап тришарошкових бурових доліт на усіх етапах їх створення // Ю. Д. Петрина, Р.С.Яким, Т. Б. Пасинович // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2010. – Том 15. – №1. – С.81 – 93.
7. Яким Р. С. Метод оцінки відпускнуї крихкості долатної сталі 37ХН3А. / Р. С.Яким, Л. Г. Петрина, Т. Б. Пасинович. // Методи та прилади контролю якості. – 2007. – № 18. – С.82–85.

8. Підвищення тріщиностійкості шарошок тришарошкових бурових доліт / Р. С.Яким, Ю. Д. Петрина, Т. Б. Пасинович, А. Ю. Колодій // *Машинознавство*. – 2010. – № 1-2. – С.26 – 30.
9. Яким Р. С. Технологічне забезпечення стійкості тришарошкових бурових доліт / Яким Р.С., Петрина Ю.Д., Пасинович Т. Б. // *Прогресивні технології і системи машинобудування: міжнародний зб. наукових праць*. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – Вип. 38. – С. 263 – 267.
10. Петрина Ю. Д. Аналіз надійності з'єднання „зубок-шарошка” в тришарошкових бурових долотах / Ю. Д. Петрина, Р. С. Яким, Т. Б. Пасинович // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. – 2008. – № 1 (26). – С.48–54.
11. Петрина Ю.Д. Вплив фізико-механічних властивостей сталі шарошки на міцність з'єднання „шарошка-зубок” в тришарошкових бурових долотах / Ю. Д. Петрина, Р.С. Яким, Т. Б. Пасинович. // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. – 2007. –№ 3 (24). – С.73–78.
12. Петрина Ю. Д. Підвищення надійності з'єднання „шарошка-зубок” в трьохшарошкових бурових долотах / Ю. Д. Петрина, Р.С.Яким, Т. Б. Пасинович // *Машиностроение и техносфера XXI века: сборник трудов XIV международной научно-технической конференции*. (Севастополь 17-22 сентября 2007г.) В 5-х томах, Т.3. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – С.168–172.
13. Петрина Ю. Д. Підвищення надійності з'єднання „шарошка-зубок” в трьохшарошкових бурових долотах / Ю. Д. Петрина, Р. С. Яким, Т. Б. Пасинович // *Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці*. ІФТУНГ-40: анотації Міжнародної науково-технічної конференції (Івано-Франківськ, 16-20 квітня 2007 р.) – Івано-Франківськ: Факел, 2007. –С.279.
14. Петрина Ю. Д. Підвищення надійності з'єднання „шарошка-зубок” в тришарошкових бурових долотах / Ю. Д. Петрина, Р. С. Яким, Т. Б. Пасинович. // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. – 2007. –№ 2 (23). – С.67–69.
15. Петрина Ю.Д. Підвищення точності та чистоти обробки отворів для посадки зубків в шарошці бурового долота / Ю. Д. Петрина, Р.С.Яким, Т. Б. Пасинович // *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. – 2007. – Том 12. – №4. – С.92–101.
16. Петрина Ю.Д. Вплив фізико-механічних властивостей сталі шарошки на точність формування отворів під посадку твердосплавних зубків / Ю. Д. Петрина, Р.С.Яким, Т. Б. Пасинович // *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: зб. наукових праць*. – Краматорськ: Донбаська ДМА, –2008. –№1(11). –С. 135-140.
17. Яким Р. С. Вдосконалення конструкції вставного твердосплавного оснащення тришарошкових бурових доліт / Р. С. Яким, Ю. Д. Петрина, Т.Б. Пасинович // *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. – 2009. – № 4 (22). – С. 83 – 91.

18. Пат. 38856 Україна, МПК E21B 10/46. Породоруйнівна вставка / Ю. Д. Петрина, Р.С. Яким, Т. Б. Пасинович (Україна); заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № 2008 09040; заявл. 10.10.08; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.
19. Пат. 85941 МПК E21B 10/16, E21B 10/08, E21B 10/52 Зубок шарошки бурового долота. / Ю.Д.Петрина, Р.С.Яким, Т.Б.Пасинович (Україна); заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № а200707134; заявл. 25.06.07; опубл. 10.03.2009, Бюл. № 5.
20. Пат. 92969 Україна, МПК E21B 10/46. Породоруйнівна вставка / Р.С.Яким, Ю.Д.Петрина, Т.Б.Пасинович (Україна); заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № а200904677; заявл. 12.05.09; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 24.

АНОТАЦІЯ

Пасинович Т.Б. Підвищення довговічності шарошкових доліт оснащених вставними твердосплавними зубками – на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової і газової промисловості. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2011.

Дисертацію присвячено вирішенню проблеми підвищення довговічності тришарошкових бурових доліт з вставним твердосплавним породоруйнівним оснащенням. Зокрема встановлено, що для підвищення довговічності опор Р-К-Р із підшипниками ковзання необхідно усунути явище просідання п'яти, а у випадку малих типорозмірів доліт п'яту виконувати наплавленням сталіту Stellite 190. Обґрунтовано, що для попередження розтріскування шарошок ефективним є застосування високотемпературного термомеханічного оброблення та заміна шліфування порожнини шарошки на точне точіння. Для підвищення довговічності вставного породоруйнівного оснащення встановлені конструкторсько-технологічні параметри процесів формоутворення отворів, складання, розроблено способи і заходи з підвищення точності і міцності з'єднання „зубок-шарошка”. Також розроблено і захищено патентами три оригінальні конструкції породоруйнівних вставок, що реалізують ефект оптимізації жорсткості в з'єднанні „зубок-шарошка”. Розробки в основному доведені до промислових зразків на базі потужностей ВАТ „ДДЗ”.

Ключові слова: тришарошкове бурове долото, довговічність, шарошка, опора, вставне породоруйнівне оснащення.

АННОТАЦИЯ

Пасинович Т.Б. Повышение долговечности шарошечных долот вооруженных вставными твердосплавными зубками. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.12 – машины нефтяной и газовой промышленности. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2011.

Диссертацию посвящено решению проблемы повышения долговечности трехшарошечных буровых долот с породоразрушающим вооружением. Теоретически и экспериментально обосновано, что эту проблему наиболее эффективно решать совершенствованием конструкции подшипника скольжения „пята-подпятник” в опоре Р-Ш-Р, а также использованием новых конструкций породоразрушающих вставок, которые реализовывают эффект оптимизации жесткости в соединения „зубок-шарошка”. Важным также есть повышение трещиностойкости шарошек к ударным нагрузкам использованием ВТМО. Также, для предотвращения раскалывания шарошек от негативной технологической наследственности экспериментально обоснована замена шлифования на точное точение внутренней полости шарошек и особенно цементированных беговых дорожек. В целом конструкторско-технологическое обеспечение качества лапы трехшарошечного долота возможно использованием единого процессного подхода к проектированию, конструированию и изготовлению. Он основывается на концепции компьютеризации и автоматизации этих процессов.

Для повышения долговечности породоразрушающего вставного вооружения установлено, что при условии обеспечения эксплуатационных параметров упрочненной шарошки из стали 14ХНЗМА, наивысшую прочность соединения „зубок-шарошка” обеспечивает их прессование с нагревом шарошки и охлаждением зубка (разница температур $\Delta T \approx 600\text{K}$), а также использование селективного группирования отверстий и зубков, повышением точности конструкторских параметров отверстий, и оптимизации жесткости в соединении „зубок-шарошка” использованием новых конструкций хвостовиков вставных зубков. С этой целью разработано и опробовано технологию получения качественной формы отверстий под вставные зубки, посредством использования прогрессивных станков модели MCV с ЧПУ и монолитных разверток типа CC5 (Solid Carbide drill) F1VH с внутренним охлаждением. Эти разработки опробованы в условиях производства и внедрены. Также разработано и защищено патентами ряд новых конструкций породоразрушающих вставок: для долот типу ОК, що реалізує ефект ранжування значень натягів по всій довжині спряженої поверхні; черпакоподібних зубків з конусоподібною основою хвостовика; для долот типу ТКЗ. Эти конструкции позволяют повышать надежность крепления в теле шарошек и предо-

тврещать явления разрушения твердосплавных зубков из-за значительной жесткости системы „забой-зубок-шарошка”.

Ключевые слова: трехшарошечное буровое долото, долговечность, шарошка, опора, вставное породоразрушающее вооружение.

ABSTRACT

Pasynovych T.B. The rising of long-lived chisels that are equipment with false hard-false chisels – On rights for a manuscript. Thesis for a degree of candidate of technical sciences on the speciality 05.05.12 – Equipment for Oil and Gas Industry. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2011.

The dissertation is devoted to solving the problem of rising long-lived three-stratum derrick chisels with false hard-fuse rock-destructive equipment. Their number is determined, you need remove the fact of heel sitting for increasing long-lived piers R-B-R with skating bearings, and in case of small chisels” type sizes, the heel is needed to Stellite 190. It is grounded, that effective thing for prevention the execution of stratum is to use high-temperature thermo-mechanical processing of grinding the emptiness of stratum for exact pouring. For increasing long-lived false rock-destructive equipment are determined: structure-technological process settings mould-forming of opening, putting, there are ways and measures with rising exactness and strength of connection “chisel-stratum”. Three original constructions of rock-destruction insets are also made and protected; they realize the effect of optimization of strict in joining “chisel-stratum”. Basically, the works are brought to industrial examples on the basis of capacity JSC "DDZ".