

Висновки: 1. Представлено конструкцію центрувально-затискного патрона з пружним гвинтовим затискним елементом для рівномірного затискання тонкостінних циліндричних заготовок.

2. Наведено формули для визначення осьової сили затискання на передавальній ланці пристрою, силу деформації гвинтового елемента, та співвідношення деформацій гвинтового елемента в радіальному і осьовому напрямках.

3. Результати теоретичного дослідження наведено у вигляді графіка, із якого робимо висновок, що збільшення ширини поперечного перерізу гвинтового елемента та початкового зазору призводить до значного зростання сумарної осьової сили на гайці, тому початковий зазор необхідно виконувати мінімальним.

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с. 2. Зажимные механизмы для высокоскоростной и прецизионной обработки резанием / Ю. Н. Кузнецов, В. Н. Волошин, П. М. Неделчева, Ф. В. Эль-Дахаби. – К. : ООО "ЗМОК", 2010. – 466 с. 3. Гевко Б. М. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої / Б.М. Гевко, М.Г. Дичковський, А.В. Матвійчук. – К. : Кондор, 2009. – 220 с. 4. Пат. № 58225 Україна, МПК (2006) В23В 31/02. Гвинтовий затискний патрон / О.Л. Ляшук; О.П. Скиба; С.Г. Білик; І. Б. Гевко; заявник і власник патенту О. Л. Ляшук; О. П. Скиба; С. Г. Білик; І. Б. Гевко. – № и201010077; заявл. 16.08.2010р., опубл. 11.04.2011, Бюл. №7.

УДК 621. 787

А.М. Кук, І.С. Дерев'янка¹

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра технології машинобудування,
¹кафедра транспортних технологій

РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ РІЗЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ БУРОВИХ КОЛОН ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОЮ ОБРОБКОЮ

© Кук А.М., Дерев'янка І.С., 2011

Наведено основні засади розроблення пристроїв для зміцнення поверхневим пластичним деформуванням конструктивних елементів бурових колон, зокрема з конічною замковою різьєю, методом вібраційно-відцентрової обробки, та рекомендації щодо раціонального проектування технологічного спорядження.

The basic principles of developing devices to strengthen the surface plastic deformation of structural elements of drill strings, including the lock with conical threaded by vibration-centrifugal processing, and recommendations for the rational design of technological equipment.

Постановка проблеми. Спад у видобуванні нафти і газу в незалежній Україні, колапс її потужного паливно-енергетичного комплексу, всупереч дуже поширеним у різних колах уявленням, обумовлені не міфічним виснаженням надр, а занепадом і обвальним зменшенням обсягів буріння і сейсмозвідки. Порівняно з серединою 70-х років минулого століття, видобуток газу зменшився майже в 3,5 рази, а нафти з конденсатом — більше ніж у 4 рази. У 2009 році

видобуто 20,2 мільярда метрів кубічних газу, 3,3 мільйона тонн нафти з конденсатом. Хоча, як зазначив директор Чернігівського відділення Українського державного геологорозвідувального інституту О.Ю. Лукін на парламентських слуханнях 12 січня 2011р., навіть за сучасних, дуже обмежених, можливостей Україна може щороку видобувати до 30 мільярдів метрів кубічних газу та до 5 мільйонів тонн нафти з конденсатом. Стабілізація і нарощування видобування нафти і газу, забезпечення на цій основі потреб нашої держави в енергоносіях зменшує залежність України від імпорتنих поставок і створює передумови для енергетичної незалежності держави та зміцнення засад вітчизняної економіки. Вирішити це завдання можна, збільшивши обсяг та підвищуючи ефективність геологорозвідувальних робіт, внаслідок відкриття нових родовищ та нових газоносних горизонтів на існуючих родовищах. Здійснити це можливо за умови оновлення технічної бази, розроблення технологій та обладнання для зміцнення елементів бурових колон, що приведе до покращення результативності як звичайного, так і глибокого буріння та збільшення обсягу видобутку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Буріння глибоких свердловин та застосування технологій з форсованими режимами роботи ставить підвищені вимоги до якості бурових колон та їх різевих з'єднань. Найскладнішим елементом є різева частина перехідників бурових колон, якими труби з'єднуються одна з однією. Перехідник має з двох боків ділянки поверхонь, на яких є спеціальна конічна замкова різь. Під час буріння замкові з'єднання сприймають як статичні, так і циклічні навантаження, а саме: осьове зусилля розтягу від ваги безпосередньо колони бурових труб, осьове зусилля тиску в верхньої частини колони на нижню; згинальний момент, який виникає під час роботи в нахилених і скривлених свердловинах і крутий момент від обертання колони і руйнування породи [1]. Крім того, робота витків різі відбувається, як правило, в агресивному середовищі, при багаторазовому скручуванні – розкручуванні. Руйнування нарізних з'єднань бурових труб призводить до аварій, ліквідація яких потребує значних затрат. Під час роботи бурової колони в свердловині небезпечними є знакозмінні напруження згину, які виникають від перегинів ствола і викликають її втомне руйнування. Найслабшими місцями в колоні бурових труб виявились нарізні ділянки їх поверхонь. В більшості випадків замкові нарізні з'єднання перехідників руйнуються в місці першого спряжованого витка різі ніпеля або останнього витка різі муфти. При цьому зруйнована поверхня має характерний втомний перелом; зону зародження тріщини, її докритичного росту і остаточного долому виробу. Аналіз руйнувань замкових нарізних з'єднань показує, що у виробничих умовах руйнування частіше відбувається на ділянці деталі, де розташована нарізна поверхня.

Питанням зміцнення нарізних ділянок бурових колон різними методами займалися багато вчених і дослідників. Як показав Н.Д. Щер'юк [2], під час руйнування нарізних з'єднань поверхня має характерний втомний злом. Існує багато різноманітних способів зміцнення замкових нарізних з'єднань. Проте, найбільш ефективним є зміцнення поверхні різі поверхневим пластичним деформуванням. Так, в з'єднаннях діаметром 170 мм, виготовлених із сталі 40ХНМА, обкочування роликком збільшило межу втоми на 50 %. Для зміцнення нарізних з'єднань важких бурових труб було запропоновано дробоструменеве нагартування з подальшим металізаційним цинкуванням. Під час дробоструменевого нагартування утворюються залишкові напруження стиску, а цинкове покриття є протектором основного матеріалу. Проте під час дробоструменевого нагартування зона пластичного деформування є невеликою, і у результаті отримують тонкий зміцнений шар, який для таких великих деталей є незначним. Крім цього, при нанесенні металізованого покриття змінюються геометричні параметри різі, що ускладнює правильне складання з'єднання. Переважно через це метод дробоструменевої обробки з подальшою металізацією не набув поширення для виготовлення таких деталей. Використання методів термічного та хіміко-термічного зміцнення із застосуванням струмів високої частоти не дає змоги максимально підвищити їх міцність через труднощі у забезпеченні рівномірного нагрівання виступів і впадин різі та створення якісного поверхневого шару [3].

У цьому випадку доцільно використовувати розроблений у Національному університеті „Львівська політехніка” метод вібраційно-відцентрової обробки, який передбачає зміцнення поверхневим пластичним деформуванням деталей, які виготовлені з легких конструкційних сплавів чи інших матеріалів, що деформуються у холодному стані [4]. Завдяки використанню явища

синхронізації динамічних коливань незрівноважених елементів механічної системи створюються умови для періодичної ударної взаємодії спеціального інструмента з оброблюваною деталлю, що спричиняє у поверхневому шарі матеріалу деталі в місці їх контакту великі контактні напруження, завдяки чому матеріал деталі пластично деформується, зміцнюється. Раніше проведені експериментальні дослідження [5, 6] показали, що метод вібраційно-відцентрової обробки можна ефективно використовувати для зміцнення конструктивних елементів не тільки деталей машин, але й також елементів бурового обладнання, збільшуючи зносостійкість оброблених поверхонь та підвищуючи втомну міцність ділянок деталей з конструктивною чи іншою концентрацією напружень. Тому пошук шляхів використання можливостей вібраційно-відцентрової обробки нарізних елементів бурових колон належить до актуальних завдань підвищення ефективності обладнання для нафто-газового вододобутку.

Формулювання мети досліджень. Мета статті – розроблення теоретичних засад та практичних рекомендацій з раціонального проектування пристроїв для зміцнення нарізних елементів бурових колон методом вібраційно-відцентрової обробки.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для зміцнення вібраційно-відцентровою обробкою поверхнь конструктивних елементів використовують вібраційні машини, які можуть створювати колові коливання потрібної амплітуди та частоти. На робочих частинах (платформах) таких вібромашин розташовують окремі елементи пристроїв, які можуть використовуватись для зміцнення як всієї поверхні деталі, так і окремих її частин. У Національному університеті „Львівська політехніка” розроблено ряд вібраційних машин з дебалансними чи електромагнітними приводами. У цих машинах деталі та зміцнювальні пристрої розташовані так, щоб оброблювана поверхня деталі знаходилась навпроти оброблюваних тіл, а деталь чи масивний обкатник з оброблюваними тілами має змогу обертатись навколо своєї осі та переміщуватись у площині, перпендикулярній до неї. Оброблювані тіла розташовані рівномірно по колу, а їх діаметр менший за величину подвоєного радіуса профілю оброблюваної ділянки поверхні деталі. Твердість оброблюваних тіл перевищує твердість матеріалу оброблюваної деталі її зміцненню. У випадку застосування як оброблюваних тіл кульок сліди співударянь на зміцнюваній поверхні деталі матимуть вигляд окремих витягнутих вздовж твірної конструктивного елемента еліпсоподібних вм'ятин із шорсткістю, яка відповідає шорсткості поверхні оброблюваних тіл. Аналіз функцій обкатного елемента показує, що із зміцненням локальних ділянок деталей цим методом доцільно використати обкатник, який за дії відцентрової сили, створюваної коливаннями платформи і його обкочуванням по деталі, забезпечував би передавання енергії деформування необхідної величини. Таким обкатником може бути циліндричне кільце певної маси, яке встановлюють на платформі з можливістю обертання навколо своєї осі та переміщень у площині, перпендикулярній до неї, і на яке можуть встановлюватися зміцнювальні тіла різної форми та розмірів, зокрема сталеві загартовані кульки, ролики, стрижні чи спеціальний інструмент певної форми.

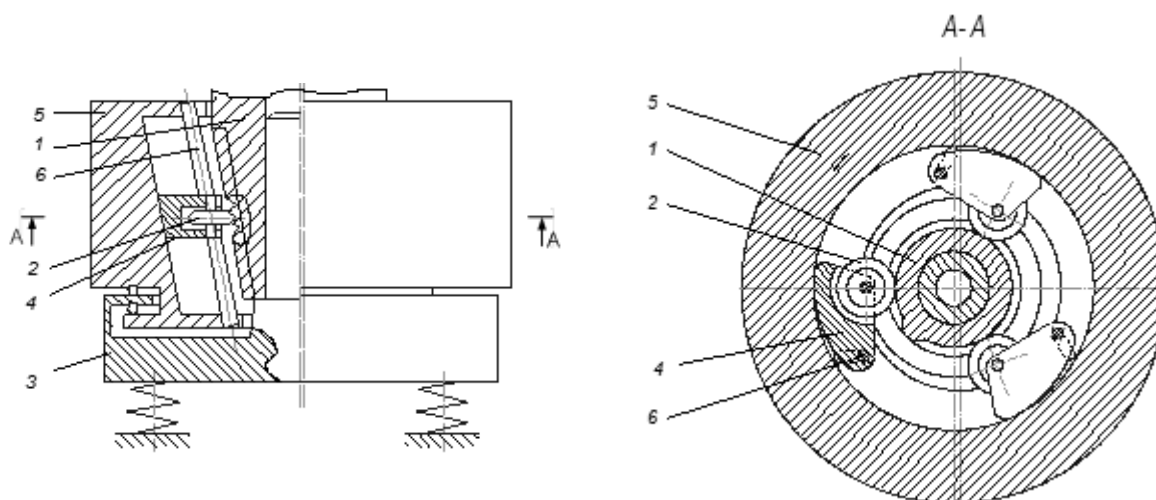
Проте, елементи бурових колон (труби, перехідники тощо) можна віднести до деталей, для обробки поверхні яких необхідно гарантувати поєднання обертового та поступального рухів вздовж осі деталі. Це також деталі, що у своїй конструкції мають різні за формою та розмірами гвинтові поверхні, наприклад, різі, черв'яки тощо. В пристроях, на яких проводять зміцнення завпадин таких поверхонь, потрібно забезпечувати одночасне обертальне та поступальне переміщення вздовж осі деталі чи самої деталі або окремих елементів зміцнювального пристрою.

Найскладнішими для проведення процесу вібраційно-відцентрової обробки є конічні гвинтові поверхні, до яких належать, зокрема, поверхні замкових різей елементів бурових колон. У пристрої для зміцнення таких поверхонь оброблювані тіла, окрім обертання навколо своєї осі, повинні бути розташовані не безпосередньо на обкатнику, а на спеціальних тримачах, щоб мати змогу одночасно рухатись вздовж твірної різі деталі. Принципова схема такого пристрою для зміцнення конструктивних елементів поверхні зовнішньої конічної різі зображена на рисунку. Деталь 1 встановлюється на пристрої вгвинчуванням у оброблювані тіла 2 і жорстко кріпиться на коливній

платформі 3. Оброблювані тіла встановлені у тримачах 4 з можливістю обертання навколо своєї осі, які, своєю чергою, розташовані у обкатнику 5 з можливістю коливань у площині, перпендикулярній до осі деталі, та переміщення вздовж неї. Необхідне повертання тримачів 4 з оброблюваними тілами 2 на осях 6 та одночасне їх переміщення вздовж осі деталі 1 забезпечується виконанням поверхні обкатника, яка контактує з тримачами, еквідистантною куту нахилу профілю оброблюваної поверхні деталі. Оброблювані тіла, виконуючи складні рухи відносно нерухомої деталі, переміщуються по зміцнюваній поверхні (без надання деталі додаткових осьових рухів), завдяки чому забезпечується переміщення інструменту по складній просторовій траєкторії, завдяки чому створюються умови для рівного зміцнення всієї гвинтової поверхні замкової різі. Для покращання умов ударної взаємодії обкатника з оброблюваною поверхнею деталі, виведення продуктів зношування і регулювання теплового режиму в зоні обробки подавали МОР (3 % розчин кальцінованої соди).

На вібротриболомашині ВМБВ проводили зміцнення різевих елементів поверхні перехідників бурових колон ПН – 121/121. При оптимальних технологічних параметрах (ексцентриситеті обкатника 0,15... 0,2 мм, масі – 16,5 кг, а також часі обробки 18...20 хв) отримали: товщину зміцненого шару 0,35...0,45 мм, поверхневу мікротвердість до 4,6 ГН/м² при ступені нагартування 14...16 %. Уся нарізна поверхня була рівномірно оброблена, а її шорсткість не перевищувала Ra = 0,63 мкм.

Висновки. Завдяки розробленню нових пристроїв для зміцнення конструктивних частин деталей можна ефективніше покращити фізико-механічні властивості елементів бурових колон з використанням вібраційно-відцентрової обробки, та забезпечувати рівномірність елементів бурових колон без застосування дорогих та трудомістких методів їх поверхневого зміцнення, завдяки чому підвищити довговічність використання обладнання для геологорозвідки та буріння свердловин, зменшити собівартість видобутку нафти та газу в Україні.



Принципова схема пристрою для зміцнення нарізних елементів перехідників бурових колон

1. Динамічні процеси в бурових установках під час гальмування колони бурильних труб: Автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.02.09. / В.М. Лавринець. – Л., 2002. – 20 с. 2. Шербюк Н.Д., Якубовський Н.В. Резьбовые соединения труб нефтяного сортамента и забойных двигателей. – М.: Недра, 1974. – 256 с. 3. Афтаназів І.С. Використання вібрації для зміцнення деталей // Вибрація в техніці та технологіях, № 1(2). – Вінниця, 1995. – С. 27–34. 4. А.с. 68982 СССР Способ упрочнения деталей / В.А. Повидайло, В.А. Щигель, И.С. Афтаназив Оpubл. В Б.И, 1977, № 3. 5. Афтаназів І.С. Використання вібрації для зміцнення деталей // Вибрація в техніці та технологіях, № 1(2). – Вінниця, 1995. – С. 27–34. 6. Кук А.М. Упрочнение резьбовых участков переходников буровых колонн // Оптимизация производственных процессов и технический контроль в машиностроении и приборостроении. – 1986. – № 209. – С. 52–56.