

КОРРЕКЦІЯ ПОГРЕШНОСТІ ГИРОСКОПА В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ ОБ'ЄМНОЇ НЕЛІНЕЙНОСТЮ ПОПЛАВКОВОГО ПОДВЕСА

Приводиться кількісний аналіз додаткової систематичної погрешності поплавкового гіроскопа, використовуваного в навігаційних системах авіаційної та космічної техніки, при взаємодії з потужними акустичними полями. Предложено перейти від підвеса в формі класичного кругового циліндра до випуклого підвеса. Визначено вплив гауссової кривизни підвеса поплавка на погрешність вимірювань.

Ключевые слова: поплавковый гироскоп, ненулевая гауссова кривизна, выпуклый подвес, N-волна.

Шибецкий Владислав Юрійович, асистент, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: sjavva@mail.ru.

Шибецкий Владислав Юрьевич, ассистент, кафедра биотехники и инженерии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Shybetskij Vladislav, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: sjavva@mail.ru

УДК 622.240.53

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.31838

Івасів В. М.,
Гриджук Я. С.,
Юрич Л. Р.

АНАЛІЗ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ

В даній статті зроблено аналіз опублікованих матеріалів, що стосуються відмов елементів бурильних колон. Встановлено, що найбільший відсоток аварій припадає на різьбові з'єднання та бурильні замки. На механізм їх виникнення в першу чергу впливають властивості матеріалу, корозійність бурового розчину, профіль стовбура свердловини, частота обертання ротора, навантаження на долото.

Ключові слова: елементи бурильної колони, втома, руйнування, аналіз аварійності.

1. Вступ

Від розвитку нафтогазової промисловості в значній мірі залежить соціально-економічний розвиток України. На даний час проблеми пов'язані зі збільшенням обсягів видобування нафти і газу залишаються актуальними. Для збільшення видобутку вуглеводневих ресурсів необхідно збільшити буріння глибоких та надглибоких свердловин, які в свою чергу вимагають використання надійного обладнання. В ускладнених умовах буріння збільшується кількість аварій з бурильною колоною (БК) та її елементами. Для розроблення рекомендацій для підвищення довговічності БК та її елементів необхідно проаналізувати основні причини, які спричиняють відмову.

2. Аналіз літературних джерел та промислових даних

Практика буріння нафтових та газових свердловин [1–3] показує, що аварії, які відбуваються з бурильними трубами, як правило, мають втомний характер, а руйнування конструктивних елементів бурильної колони виникають внаслідок втомних характеристик металу [4, 5]. Здебільшого втома металу виникає через змінні навантаження, а саме: згин, коливання, крутильні удари. Як показують результати досліджень [6, 7], втома металу залежить від таких факторів як: дефекти матеріалу труб, малі радіуси заокруглення різьб, застосування безопорного з'єднання труби з замком

чи муфтою, несприятливі гірничо-геологічні і техніко-технологічні умови.

Перелічені фактори впливають на поломку труб, конусної частини ніпелів та муфт різьбових з'єднань. За даними досліджень [8–12] 85–90 % аварій при роторному бурінні відбувається з різьбовими з'єднаннями, бурильними замками та іншими елементами БК (табл. 1).

Таблиця 1

Дані по аварійності бурильних труб при роторному бурінні

Тип аварії	Відсоток руйнування, %
Злам бурильних труб по тілу	9,5
Злам бурильних труб в потовщених кінцях	46,8
Зрив бурильних труб по 8-ниткової нарізці	11,2
Злам бурильного замка	4,2
Зрив різьбового з'єднання бурильного замка	9,6
Злам і зрив різьбового з'єднання важкого низу	10,5
Злам труб, перевідників і зрив по різьбі	8,2

Руйнування елементів бурильної колони можуть відбуватися як під час процесу буріння, так і під час ліквідації аварій, які є наслідком порушення технології буріння. За даними джерела [13] саме 23 % аварій, як поступових відмов, припадає на злам та відгвинчування бурильного інструменту і елементів КНБК внаслідок прихоплення.

Керуючись поданою у [14] класифікацією можна зробити висновок про те, що втомні руйнування елементів бурильної колони можуть бути як поступовими, так і раптовими.

Багаторічний досвід експлуатації бурильних колон показав, що суттєва доля в загальному числі відмов бурильних колон за весь термін експлуатації припадає на так звані вібраційні відмови, які умовно можна розділити на три групи:

1) відмови, які пов'язані з ослабленням чи руйнуванням різьбових з'єднань бурильних труб і складають 52 %;

2) відмови, які пов'язані з регулюванням та технічним обслуговуванням функціональних елементів бурильної колони, на які припадає 10 %;

3) відмови, які пов'язані з виникненням тріщин та початком руйнування конструктивних елементів — 38 %.

При ротаторному бурінні найбільш часто зустрічається руйнування тіла труби в з'єднанні по потовщеному кінці, що складає 60–70 % від загального числа аварій. При турбінному бурінні кількість зламів доведено до мінімуму, і вихід труб з ладу відбувається, як правило, з причини спрацювання різьбових з'єднань, а також розмиву різьби і тіла труби.

3. Мета та задачі дослідження

Мета статті — систематизація основних видів відмов елементів БК та причин їх виникнення.

Для досягнення поставленої мети необхідно на основі аналізу літературних джерел та промислових даних систематизувати основні види відмов елементів БК та їх причини.

4. Результати досліджень аварійності елементів бурильної колони та причин їх виникнення

Як можна судити з проведеного огляду літературних джерел та промислових даних найбільш уразливими елементами бурильної колони, на які діють змінні осьові та згинальні навантаження є різьбові з'єднання, які працюють в умовах змінних навантажень у середовищі бурового розчину. Тому руйнування різьбового з'єднання за таких умов експлуатації можна поділити на дві групи: викришування окремих витків і злам конуса ніпеля або муфти.

Це пояснюється тим, що ніпель працює в асиметричному циклі при значних середніх напруженнях, і перша зародкова тріщина у впадині витка розвивається як магістральна. Коли тріщина досягає значного розміру, переріз труби зменшується, що в свою чергу призводить до збільшення напружень, а в подальшому і зламу. Для зламу характерні дві зони: зона втоми і зона кінцевого руйнування. Для першої зони характерний поступовий розвиток тріщини від втоми і характеризується гладкою (дрібнозернистою) поверхнею, натомість друга зона має крупнозернисту поверхню.

Викришування витків найчастіше спостерігається на ділянках першого або останнього витків. Це відбувається через нерівномірний розподіл навантаження, яке діє на різьбове з'єднання. Згідно середньостатистичних даних, аварії з трубами відбуваються в основному внаслідок злому або зриву різьби. Зрив різьби відбувається

в результаті деформації руйнування різьбового з'єднання через спрацювання різьби, розмиву з'єднання, заїдання різьби. Спрацювання замкової різьби виникає внаслідок багаторазового згвинчування — розгвинчування замкового з'єднання. На це впливають спуск і підйомом бурильного інструменту, обертання бурильної колони, а також її коливання. Змінні навантаження послаблюють з'єднання, що створює можливість переміщення однієї деталі різьбового з'єднання по іншій. Це призводить до поступового спрацювання поверхні витків і зменшення висоти витка. При поступовому спрацюванні витків площа контакту витків різьби зменшується, а отже, при одних і тих же осьових навантаженнях збільшуються напруження по витках різьби, що призводить до її зриву.

Негативно впливає на різьбові з'єднання колони бурильних труб та різьбові з'єднання КНБК і вібрація, яка прискорює їх втомне спрацювання, порушує їх герметичність.

Основними ознаками втомного руйнування є наявність втомних ліній, рубців, пасинкових тріщин, ділянок крихкого руйнування, пошкодження витків різьби. Ці ознаки характерні для випадків руйнувань елементів з низькими рівнями напружень, що призводить до зламів елементів бурильної колони, а в деяких випадках і до зон долому. При високочастотному навантаженні кількість зон долому є дуже малою, оскільки пластичні деформації не встигають розвиватися.

Що ж стосується руйнування бурильної труби по тілу, то його можна поділити на два види: на поперечний злам тіла труби, що має втомний характер і на руйнування труби у вигляді спіралі. Спіральний злам починається з поперечної тріщини на поверхні труби. Кут підйому спіралі становить приблизно 45° до осі труби, що відповідає напрямку площини, в якій діють найбільші напруження, що виникають при крученні. Найчастіше відбуваються злами бурильних труб які виготовлені шляхом контактної-стикового зварювання замкової частини з трубою.

5. Висновки

1. Проведено аналіз аварійності елементів бурильної колони.
2. Встановлено, що найбільший відсоток втомних руйнувань припадає на злом бурильних труб в потовщених кінцях і зрив різьби обважнених бурильних труб, які можуть бути як поступовими, так і раптовими.
3. Враховуючи природу та особливості цих руйнувань при подальших розрахунках на міцність та довговічність можна створити наукові передумови, які б в ідеальному випадку гарантували довготривалий ресурс і безпечну експлуатацію бурильної колони. Тому подальші дослідження будуть спрямовані на створення наукових передумов для підвищення ресурсу бурильної колони.

Література

1. Пелех, В. Г. Анализ аварий с бурильными трубами по объединению «Укрнефть» [Текст] / В. Г. Пелех, Б. Н. Стоян, Б. Д. Сенюк // Труды КНИИТнефть. — Куйбышев, 1982. — С. 35–39.
2. Дубленич, Ю. В. Анализ разрушений замковых резьб утяжеленных бурильных труб [Текст] / Ю. В. Дубленич // Машины и нефтяное оборудование. — 1986. — № 2. — С. 10–12.
3. Сароян, А. Е. Теория и практика работы бурильной колонны [Текст] / А. Е. Сароян. — М.: Недра, 1990. — 263 с.

4. Крижановский, Е. И. Влияние бурового раствора на выносливость замковых соединений [Текст] / Е. И. Крижановский // Физико-химическая механика материалов. — 1977. — № 3. — С. 99–101.
5. Івасів, В. М. Методи та засоби управління бурильною колоною для забезпечення її надійності [Текст]: дис. д-ра. техн. наук: 05.05.12 / В. М. Івасів. — Івано-Франківськ, 1999. — 290 с.
6. Baryshnikov, A. Fatigue strength of conical threaded connection [Text] / A. Baryshnikov, M. Beghini, L. Bertini, W. Rosellini // Congresso AIAS XXX. — In Italian, 2001.
7. Vaisberg, O. Fatigue of Drillstring: State of the Art [Text] / O. Vaisberg, O. Vincke, G. Perrin, J. P. Sarda, J. B. Fay // Oil & Gas Science and Technology. — 2002. — Vol. 57, № 1. — P. 7–37. doi:10.2516/ogst:2002002
8. Басарыгин, Ю. М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин [Текст]: учебник / Ю. М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. — М.: Недра, 2000. — 679 с.
9. Шадрина, А. В. Исследование процессов циклической деформации резьбовых соединений бурильных труб как упруго-фрикционной системы [Текст] / А. В. Шадрина, Л. А. Саруев // Технология и техника геологоразведочных наук. — 2008. — № 1. — С. 51–54.
10. Когаев, В. П. Расчеты на прочность при напряжениях переменных во времени [Текст] / В. П. Когаев. — М.: Машиностроение, 1977. — 232 с.
11. Огородніков, П. І. Хвильові процеси у бурильній колоні як гнучкій системі [Текст] / П. І. Огородніков, В. М. Світлицький, Б. М. Малярчук // Нафтова і газова промисловість. — 2010. — № 3. — С. 16–19.
12. Schlumberger. Drilling Dynamics. Sensors and Optimization [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://www.slb.com/drilling.aspx
13. Абубакиров, Ф. А. Профилактика аварий при бурении скважин на объектах ООО «Башнефть-Добыча» [Текст] / Ф. А. Абубакиров // Инженерная практика. — 2012. — № 2. — С. 78.
14. Лачинян, Л. А. Работа бурильной колонны [Текст] / Л. А. Лачинян. — М.: Недра, 1979. — 207 с.

АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

В данной статье сделан анализ опубликованных материалов, касающихся отказов элементов бурильных колонн. Установлено, что наибольший процент аварий приходится на резьбовые соединения и бурильные замки. На механизм их возникновения в первую очередь влияют свойства материала, коррозионность бурового раствора, профиль ствола скважины, частота вращения ротора, нагрузка на долото.

Ключевые слова: элементы бурильной колонны, усталость, разрушение, анализ аварийности.

Івасів Василь Михайлович, доктор технічних наук, професор, кафедра нафтогазового обладнання, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, e-mail: ivasivvm@rambler.ru.

Гриджук Ярослав Степанович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра теоретичної механіки, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, e-mail: jaroslav.gridzhuk@gmail.com.

Юрич Лідія Романівна, аспірант, кафедра нафтогазового обладнання, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, e-mail: lidusiau@ukr.net.

Івасів Василь Михайлович, доктор технических наук, профессор, кафедра нефтегазового оборудования, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина.

Гриджук Ярослав Степанович, кандидат технических наук, доцент, кафедра теоретической механики, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина.

Юрич Лидия Романовна, аспирант, кафедра нефтегазового оборудования, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина.

Ivasiv Vasil, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine, e-mail: ivasivvm@rambler.ru.

Grydzhuk Jaroslav, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine, e-mail: jaroslav.gridzhuk@gmail.com.

Yurich Lidiia, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine, e-mail: lidusiau@ukr.net

УДК 621.446

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.32909

Зубарев С. Г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ УГОЛЬНОГО КОМБАЙНА ПУТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ

Статья посвящена рассмотрению способов повышения эффективности защиты от перегрузок электроприводов и исполнительных органов очистного комбайна с вынесенной системой подачи. Проведено компьютерное моделирование переходных процессов в вынесенной системе подачи и представлен процесс формирования динамических перегрузок на исполнительных органах комбайна. Обоснован способ улучшения переходных процессов в сторону снижения динамических перегрузок.

Ключевые слова: очистной комбайн, вынесенная система подачи, перегрузка, переходные процессы, скорость, установка.

1. Введение

В настоящее время на Украине все более широкое применение находят комбайны с вынесенной системой подачи (ВСП) при выемке тонких пластов, которые со-

ставляют основную часть промышленного запаса страны. Применение ВСП сокращает длину комбайна и улучшается его вписываемость в гипсометрию пласта [1]. В частности, ВСП оборудованы комбайны K103M, KA80, K85, KC75 [2].