

жено-деформований стан КНШ на викривленій ділянці, а, отже, і її довговічність. Тому подальші дослідження будуть спрямовані на визначення впливу геометрії викривленої ділянки свердловини на напруження згину КНШ з урахуванням поздовжньої сили.

Література

1 Копей Б.В. Анализ отказов и определение параметров надежности насосных штанг по НГДУ "Долинанефтегаз" // НТИС ВНИИОЭНГ. Сер. Защита от коррозии и охрана окружающей среды. – 1992. – № 5. – С. 7-10.

2 Пушкар П.В., Павлюк Я.Ю., Матвішин Т.Б., Артım В.І. Аналіз відмов колон насосних штанг в НГВУ "Надвірнанафтогаз" // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 1. – С. 116-120.

3 Уразаков К.Р. Нагрузки на штанги в наклонно-направленной скважине // Эксплуатация наклонно-направленных скважин штанговыми глубинными насосами: Обз. инф. – М.: ВНИИОЭНГ, 1988. – С. 5-14.

4 Пушкар П.В. Визначення сил та напружень в насосних штангах на скривленій ділянці свердловини // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ. – 2005. – № 3. – С. 63-66.

УДК 622.24.053

ОЦІНКА НЕСПІВВІСНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ В РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАННЯХ

Я.В.Солоничний, В.М.Вакалюк, Ю.М.Лях

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422)

e-mail: public@nuing.edu.ua

УБР „Укрбургаз”, 63304, Харківська обл., м. Красноград, вул. Полтавська, 86

Произведена оценка влияния несоосности элементов буровой колонны в резьбовых соединениях на эксплуатационные показатели самой буровой колонны в процессе бурения скважины. Разработана математическая модель несоосности элементов буровой колонны и предложена методика и устройства для ее определения в процессе изготовления резьбовых соединений.

Estimation of influencing of declination of axes elements of boring column is conducted in screw-thread connections in the process of well-boring on the operating indexes of the most boring column. The mathematical model of declination of axes elements of boring column is developed and offered a method and devices for determination of declination of axes elements of boring column in screw-thread connections in the process of their making

Бурильна колона в процесі буріння свердловини є однією із найбільш відповідальних складових частин всього комплексу бурового обладнання. Компонівка бурильної колони вибирається, виходячи із конкретної конструкції свердловини, способу буріння і геолого-технологічних умов. Для запобігання поломкам в бурильній колоні всі складові її елементи повинні мати регламентовані запаси міцності, а також відповідати показникам якості.

З певних причин при виготовленні різьб на бурильних трубах, перехідниках, розширювачах, калібраторах, вибійних двигунах і т.п. виникає неспіввісність у різьбових з'єднаннях складових частин бурильної колони. Це призводить до появи низки негативних явищ в процесі буріння свердловин, некерованого відхилення свердловини від вертикальної осі та появи додаткових причин, які прискорюють процес зношування та руйнування елементів колони бурильних труб.

Особливо великого негативного впливу завдає неспіввісність елементів різьбових з'єднань, які знаходяться між стовбуром вертлюга та верхньою частиною колони бурильних труб (наприклад, різьбові з'єднання стовбура вертлюга та запобіжного перехідника, запобіжного перехідника та квадратної штанги, квадратної штанги та нижнього перехідника тощо).

Неспіввісність різьбових з'єднань перелічених елементів під час обертання бурильної колони призводить до її ексцентричного руху, який викликає коливання (вібрацію) ротора і вертлюга. А це призводить до вібрації талевої системи і навіть бурової вишки (основ та іншого обладнання).

Неспіввісність елементів у нижній частині бурильної колони (обважені бурильні труби, вибійні двигуни, породоруйнуючий інструмент) буде сприяти самовільному відхиленню осі свердловини.

Неспіввісність різьбових з'єднань елементів бурильної колони в середній частині колони під час обертання також буде призводити до її

ексцентричного руху. При ексцентричному русі бурильної колони під час її обертання різко зростає сила тертя між зовнішньою поверхнею труб та стінкою свердловини. Це призведе до збільшення крутного моменту на столі ротора, а також витрат додаткової енергії (потужності).

В процесі спуско-підймальних операцій бурильної колони неспіввісність викликає збільшення напружень з одного боку різбових з'єднань.

Загалом можна зробити висновок, що неспіввісність різбових з'єднань елементів бурильної колони зменшує надійність та зносостійкість її складових частин, понижує ресурс робочого часу обладнання, знижує якісні показники буріння свердловини та сприяє виникненню аварійних ситуацій. Тому доцільним є проведення дослідження неспіввісності різбових з'єднань елементів бурильної колони та розроблення заходів з усунення цих негативних явищ.

У зв'язку з цим розроблення ефективних методів експрес-контролю неспіввісності елементів різбових з'єднань бурильних труб має велике практичне значення для процесу виготовлення (нарізки) різб.

Метою даної роботи є розробка математичної моделі неспіввісності елементів бурильної колони, установки та методики експресного визначення кількісних характеристик неспіввісності елементів різбових з'єднань.

Математична модель неспіввісності елементів бурильної колони

Перетнемо елемент бурильної колони площиною, нормальною до осі різбового з'єднання. При цьому зауважимо, що практично лінія перетину зовнішньої поверхні труби з даною площиною являє собою коло радіусом R з центром в точці O', віддаленій від точки O перетину осі різбового з'єднання із вибраною площиною на відстань h (рис. 1).

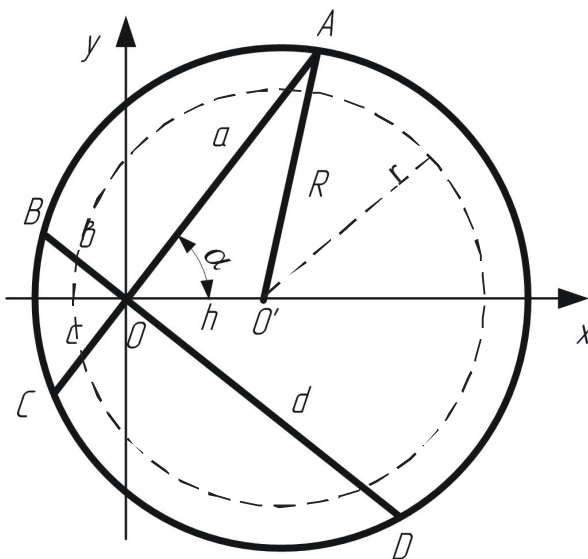


Рисунок 1 — Профіль поперечного перетину бурильної колони

Вибираємо прямокутну систему координат XOY таким чином, щоб вісь OX проходила через точку O'. Тоді координати точки A у вибраній системі:

$$\begin{aligned} X_A &= a \cos \alpha, \\ Y_A &= a \sin \alpha. \end{aligned} \tag{1}$$

Координати точок O¹:

$$\begin{aligned} X &= h, \\ Y &= 0. \end{aligned} \tag{2}$$

Радіус R досліджуваного елемента бурильної колони задовольняє умову:

$$R^2 = (X_{O'} - X_A)^2 + (Y_{O'} - Y_A)^2. \tag{3}$$

Підставимо (1) і (2) у співвідношенні (3):

$$R^2 = (a \cos \alpha - h)^2 + a^2 \sin^2 \alpha. \tag{4}$$

Рівняння (4) можна представити у вигляді:

$$R^2 = a^2 + h^2 - 2ah \cos \alpha, \tag{5}$$

або

$$a^2 - 2ha \cos \alpha - (R^2 - h^2) = 0. \tag{6}$$

Розв'язком рівняння (6), яке має фізичний зміст, є:

$$a = h \cos \alpha + \sqrt{R^2 - h^2 \sin^2 \alpha}. \tag{7}$$

Через точку O проведемо пряму BD, перпендикулярну до AC (рис. 1). Довжини відрізків b, c і d, враховуючи особливості їх азимутального положення відносно осі абсцис OX, можемо визначити аналогічно довжині відрізка a. При цьому отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} a &= h \cos \alpha + \sqrt{R^2 - h^2 \sin^2 \alpha}; \\ b &= -h \sin \alpha + \sqrt{R^2 - h^2 \cos^2 \alpha}; \\ c &= -h \cos \alpha + \sqrt{R^2 - h^2 \sin^2 \alpha}; \\ d &= h \sin \alpha + \sqrt{R^2 - h^2 \cos^2 \alpha}, \end{aligned} \tag{8}$$

звідки

$$\begin{aligned} a - c &= 2h \cos \alpha, \\ d - b &= 2h \sin \alpha. \end{aligned} \tag{9}$$

Із системи (9) можна визначити кількісні характеристики, які однозначно задають взаємне розміщення точок O і O'.

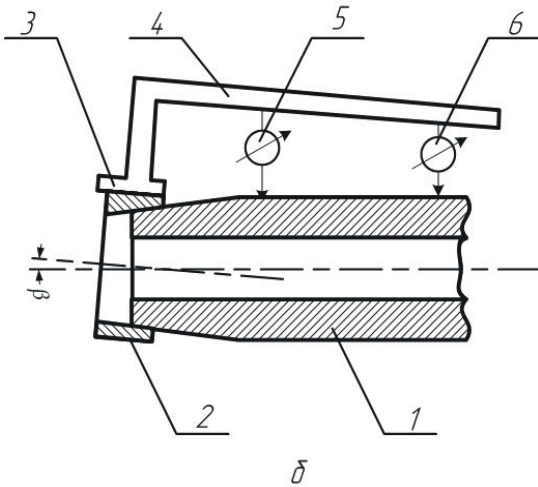
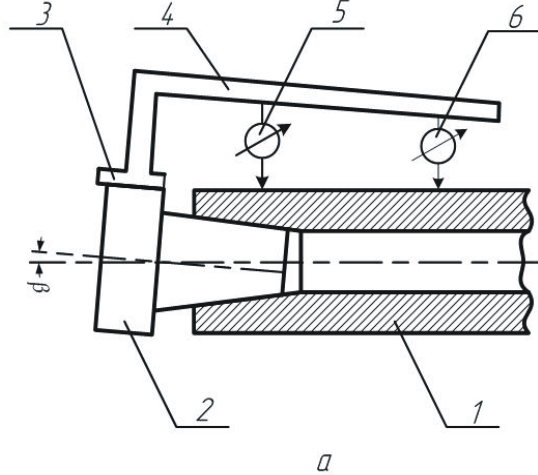
$$h = \sqrt{\left(\frac{a-c}{2}\right)^2 + \left(\frac{b-d}{2}\right)^2}, \quad (a \neq c); \tag{10}$$

$$\alpha = \arctg \frac{d-b}{a-c} + n\pi,$$

де: n = 0 при d - b ≥ 0, a - c > 0; n = 1 при a - c < 0; n = 2 при d - b ≤ 0, a - c > 0. Якщо a = c, то α = π/2. Слід зазначити, що кут α відраховується від азимутального напрямку відрізка a за годинниковою стрілкою (рис. 1).

Методика визначення неспіввісності елементів бурильної колони в різбових з'єднаннях

Ідея методу базується на розробленій математичній моделі і полягає в тому, що якщо останню застосувати до двох різних поперечних перетинів елементів бурильної колони, то однозначно можна визначити взаємне розміщення осей її складових частин. Пристрій для здійснення необхідних експериментальних вимірювань є досить простим (рис. 2).



1 – елемент бурильної колони, 2 – гладкий калібр, 3 – корпус пристрою, 4 – штанга, 5 і 6 – індикаторні головки

Рисунок 2 — Схема пристрою для здійснення експериментальних вимірювань

Корпус 3 вимірювального пристрою через гладкий калібр 2 циліндричною поверхнею елемента 2 дотикається до циліндричної поверхні бурильної колони. Контакт цих циліндричних поверхонь забезпечує розміщення штанги 4 в напрямку, паралельному осі гладкого калібру 2. Початкове положення вимірювального пристрою дає змогу визначити показники a_1 і a_2 індикаторних голівок 5 і 6 відповідно. Повертаючи корпус 3 вимірювального пристрою на

$90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$, визначають показники b_1, c_1, d_1 та b_2, c_2, d_2 індикаторних голівок 5 і 6 відповідно. Використовуючи формули (10), можна визначити величини h_1, α_1 і h_2, α_2 в двох поперечних перетинах елемента 1 бурильної колони, відстані l між якими рівні відстані між індикаторними голівками 5 і 6. Кут β між осями елемента 1 бурильної колони і гладкими калібрами можна визначити згідно з формулою

$$\beta = \frac{h_2 - h_1}{l} \quad (11)$$

Мимобіжність γ осей елементів бурильної колони можна визначити, використовуючи співвідношення

$$\gamma = \frac{(\alpha_2 - \alpha_1)R}{l} \quad (12)$$

де R – радіус зовнішньої (внутрішньої) поверхні елемента бурильної колони.

Кутів величини β і γ однозначно визначають взаємне положення осей елемента бурильної колони і гладкого калібру. Особливістю розробленої математичної моделі та методу визначення параметрів неспіввісності елементів бурильної колони є те, що для розрахунків використовуються не безпосередні дані вимірювань a, b, c, d , а їх різниці ($a-c, b-d$). Ця обставина сприяє підвищенню достовірності визначення параметрів неспіввісності елементів бурильної колони.

Запропонований метод і пристрій можна використовувати для контролю кута відхилення осі різьби в процесі виготовлення кривого перехідника-відхилювача.

Література

1 Мислюк М.А., Рибчич І.Й., Яремійчук Р.С. Буріння свердловин. Т.3. Вертикальне та скероване буріння. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004.
 2 Щербюк Н.Д., Якубовський Н.В. Резьбовые соединения труб нефтяного сортамента и забойных двигателей. – М.: Недра. 1974. – 256 с.
 3 Трубы нефтяного сортамента: Справочное руководство / Под ред. Сарояна А.Е. – М.: Недра, 1976. – 504 с.