

научно-техн. конф. "БАЛТТЕХМАШ-98": Материалы конф. Калининград, 1998. - 30-31 с. **6. Замятин В. К.** Технология и оснащение сборочного производства машино и приборостроения. [Текст]/ В. К. Замятин // Справочник Машиностроение, 1995. – 608 с.

*Надійшла до редколегії 11.01.2014*

УДК 658.512:658.52.011.56

**Закономірності функціонування системи дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів/ Кондратюк О. Л., Скоркін А. О.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.12-16. – Бібліогр.: 6 назв. ISSN 2079-5459

Проведенные исследования системы мелкосерийной сборки сложных машиностроительных изделий с целью решения вопроса оптимизации организационно технологической и технической подготовки сборочного производства.

**Ключевые слова:** Производство, модель, сборка, семантическая сеть

**Regularities system functioning small series assembling complicated mechanical engineering products/ O. L. Kondratiuk, A. O. Skorkin** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.12-16. Bibliogr.:6. ISSN 2079-5459

Studies of small-scale assembly of complex engineering products to address the issue of optimization of technological and organizational technical training assembly production.

**Keywords:** Manufacturing, model assembly, semantic network

УДК 622.245.3

**А. Р. ЮРИЧ**, канд. техн. наук, доц., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОМПОНОВОК НИЗУ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ**

В статті пропонується підхід до оцінки напружено-деформованого стану компоновок низу бурильної колони в процесі буріння, за допомогою спеціального пристрою та коригування їх параметрів.

**Ключові слова:** буріння свердловин, компоновка низу бурильної колони, профіль стовбура свердловини.

**Вступ.** На даний час переважна більшість родовищ України перебувають в довготривалій експлуатації і знаходяться на завершальній стадії розробки, яка характеризується високим ступенем обводненості та вироблення запасів. Першочергова реалізація чергу активних запасів призвела до збільшення частки важковидобувних покладів, і ця тенденція зростає. Це викликано насамперед, складними гірничо-геологічними умовами буріння та відсутністю адаптивного до них техніко-технологічного забезпечення. Незважаючи на це, єдиним способом реалізації таких проектів залишається спорудження похило-скерованих і горизонтальних свердловин складних просторових профілів. При їх бурінні важливу роль відіграє стійкість стінок стовбура свердловини, яка залежить від режимів прокачування та якості промивальних рідин, конструкції, режимів спуску і обертання бурильної колони (БК), інтенсивності виконання спуско-підймальних операцій. Форма поперечного перерізу стовбура свердловини, локальні його викривлення, жолобні виробки і каверни на стінках [1] часто стають причинами заклинювань, затяжок та прихоплень БК, передчасного її зношування та причиною втрати проектної траєкторії буріння через неспроможність компоновок низу бурильної колони (КНБК) [2, 3] забезпечити долоту необхідну траєкторію руху. При бурінні свердловин одним із основних режимно-технологічних параметрів, що впливає на ефективність руйнування гірських порід, напружено-деформований стан БК, відхиляюче зусилля на долоті є осьове навантаження на

© А. Р. ЮРИЧ, 2014

долото. Визначення його величини в процесі буріння забезпечує пристрій під назвою “гідролінійний індикатор ваги” (ГІВ), який характеризується дуже низькою точністю вимірювання, поганою працездатністю та інформативністю. За кордоном на сьогодні використовують спеціальне глибинне обладнання – телеметричні системи, які на відміну від ГІ-Ва, містять модулі визначення осьового навантаження на долоті безпосередньо в умовах вибою. Проте їх використання у поєднанні з вітчизняним буровим обладнанням ускладнюється низькою техніко-технологічних проблем, усунення яких можливе лише шляхом проведення модернізації бурових комплексів, зокрема системи очистки бурових розчинів, контролю їх реологічних параметрів, привідних систем бурових доліт тощо. Крім того їх використання є неефективним також з економічних міркувань, оскільки затрати на обладнання та інженерний супровід при виконання робіт є суттєвими і при незначних дебітах довгоочікуваними.

**Мета роботи.** Розроблення надійних, простих у використанні конструкцій технічних засобів для оцінки напружено-деформованого стану компоновок низу бурильної колони та визначення фактичного осьового навантаження на долото.

**Опис конструкції пристрою.** Для поєднання зарубіжного досвіду по контролю режимно-технологічних параметрів буріння і вітчизняного бурового устаткування було запропоновано компромісне рішення, яке передбачає використання пристрою [4] для безпосереднього вимірювання згинального моменту в нижній частині БК і перерахунку за ним осьового й радіального зусиль на долоті.

Основними конструктивними вузлами розробленої конструкції, згідно (рис. 1), є: корпус 8, верхній 6 і нижній 18 перевідники, ствол 7, втулки 9, 10 і 12, пластина 21, гідролінійний канал 19, пластина з м'якого металу 20, круговий паз 22, сідло 13, кульковий замок 14, корпус вузла сприйняття зусиль 15, циліндри 2 і 23, поршні 1 з гідролінійними отворами 3, кріпильні елементи 16, 28, корпус вузла реєстрації зусиль 11, плунжери 24, пера 25, гідролінійні отвори 26, пружини 27, кришка 29, болти 30, трубопроводи 4, корзина 17, металева кулька 5.

Для роботи з пристроєм необхідно в БК закинути металеву кульку 5, яка, опустившись до вибою сяде, на сідло 13 і перекриє його промивальний канал. Надалі, при включеному буровому насосі відбувається перетікання бурового розчину через канали 19 у простір між стволом і рухомими втулками що спричиняє повздовжнє переміщення втулок 10 і 12 вздовж ствола 7.

Під дією згинального моменту у свердловині ствол пристрою 7 зміщується у поперечному напрямі відносно корпуса 8 і діє на поршні 1, які передають навантаження на пера 25, що відкреслюють на металевих пластинах 22 лінію (у вигляді подряпини). Зважаючи на те, що стріла прогину корпуса пристрою в стовбурі свердловини не перевищує одного міліметра, для її масштабування конструкцією передбачено зменшення діаметрів поршнів реєструючих циліндрів в 4 рази по відношенню до сприймаючих циліндрів.

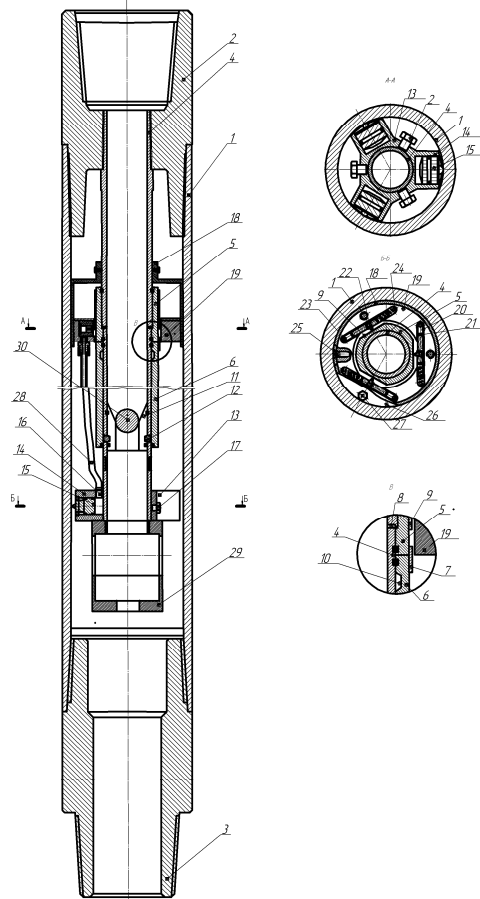


Рис. 1 – Принципова схема конструкції пристрою для вимірювання зусиль в бурильній колоні [4]

**Встановлення технічних характеристик пристрою.** З метою побудови тарувальної характеристики пристрою змонтовано лабораторний стенд (рис. 2). Для проведення досліджень корпус приладу монтується в основі стенду, щоб його середина співпадала з вершиною внутрішньої конусної поверхні основи. Один кінець корпусу опирають на реакційну опору, таким чином щоб забезпечити горизонтальність встановлення корпусу, яку контролюють за допомогою рівня. На іншому кінці корпусу монтується навантажувальний вузол. Він складається з гідравлічного домкрата та динамографа стискання, за показами якого фіксують значення прикладеної поперечної згинаючої сили. Прогин корпусу приладу фіксують за допомогою мікрометра, що закріплений на штативі.

Для оцінки адекватності отриманих результатів проведено теоретичний розрахунок балки згідно з основними принципами опору матеріалів. Тарувальні криві отримані двома методами зображені на рис. 3.



Рис. 2 – Загальний вигляд лабораторного стенду для побудови тарувальної характеристики

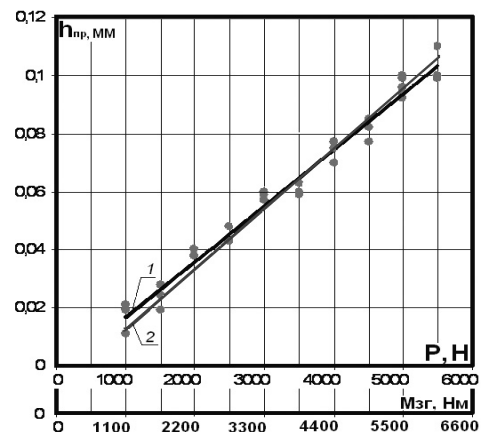


Рис. 3 – Результати тарування корпусу пристрою: 1 - розрахункова крива, 2 - експериментальна крива

**Методика використання пристрою в промислових умовах.** Промислові дослідження проводяться безпосередньо під час буріння в такій послідовності:

- 1) При поточній заміні долота пристрій включається до складу БК.
- 2) По завершенні додання долотом у БК вкидають металеву кульку.
- 3) По ГВУ виставляють необхідне осьове навантаження на долото.
- 4) Включають буровий насос і стежать за показами манометра.
- 5) Стрибок тиску на ньому засвідчить спрацювання пристрою і фіксування величини прогину.

6) Надалі проводиться підйом БК, від'єднання пристрою від неї і його розкомплектування з метою зняття та обробки записів.

7) Залежно від зайнятої позиції пристрою у стовбурі свердловини можливі різні варіанти розташування самописців у площині згину: (рис. 4, а) відображає одну лінію, (рис. 4, б, в) – дві.

8) При отриманні в результаті вимірювання лише однієї лінії (рис. 5, а) дійсний прогин пристрою буде визначатися за змасштабованим значенням віддалі між нульовою і отриманою відмітками на пластині.

9) Аналогічно, як і в попередньому випадку, при отриманих двох кривих на фіксуючих пластинах, для визначення його дійсного значення та кута  $\delta$ , згідно (рис. 5), використовується наступна система рівнянь:

$$\begin{cases} A_1 N = h_1 = A_2 A_1 \sin(\alpha_1) = h_{np} \cos(\delta) \\ B_1 M = h_2 = B_2 B_1 \sin(\alpha_2) = h_{np} \sin(\delta - 30^\circ) \end{cases} \quad (1)$$

де  $B_1 M$  і  $A_1 N$  – максимальні значення прогинів за результатами вимірювання.

10) Згідно з графіком (рис. 3) за величиною прогину  $h_{np}$  визначають згинальний момент в січenni Б-Б, (рис. 1) і проводять перерахунок компоновки за відповідними математичними моделями [5, 6]. У результаті, отримуємо фактичні відхиляючої і осьової сили на долоті, реакції на опорно-центруючих елементах.

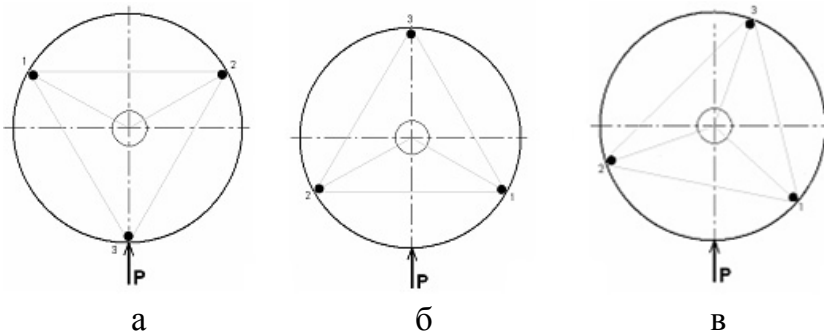


Рис. 4 – Схема розташування самописців відносно площини згину: а – один самописець в площині згину; б, в – два самописці в площині згину: 1, 2, 3 – точки запису

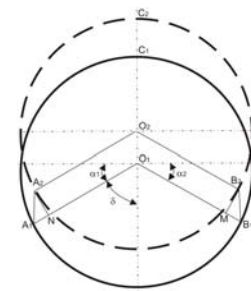


Рис. 5 – Розрахункова схема визначення максимального прогину пристрою за експериментом

**Випробування пристрою в промислових умовах.** Дослідно-промислове випробування розробленого пристрою проводилось на свердловині Микитинецька №1 ЗАТ «Газінвест» в інтервалі буріння під кондуктор на глибині буріння 274 м.

Пристрій був включений до складу КНБК: долото  $\varnothing 295,3$  мм, ОБТ32-178 – 6 м; експериментальний пристрій – 1,4 м; ОБТ32-178. У момент проведення випробування зенітний кут стовбура свердловини становив  $5^{\circ}$ , густина бурового розчину –  $1220 \text{ кг/м}^3$ ,  $P_{oc}=100 \text{ кН}$  (за ГІВ).

По завершенні експерименту пристрій було піднято з вибою, розкомплектовано і проведено інтерпретацію зафіксованих на пластинах записів (рис. 6). За ними, з використанням (1) було обчислено усереднену величину уявного прогину приладу – 1,5 мм і його дійсне значення – 0,09 мм. За тарувальним графіком (рис. 3) встановлено величину згинального моменту 4850 Нм та проведено перерахунок величини дійсного осьового навантаження і відхиляючого зусилля на долоті. У результаті розрахунку встановлено фактичні значення шуканих величин, у КНБК, що складена з ОБТ32-178, ( $P_{oc}=76,4 \text{ кН}$ ,  $Q=692 \text{ Н}$ ), які на етапі проектування прийняті з значеннями 100 кН та 624 Н відповідно.

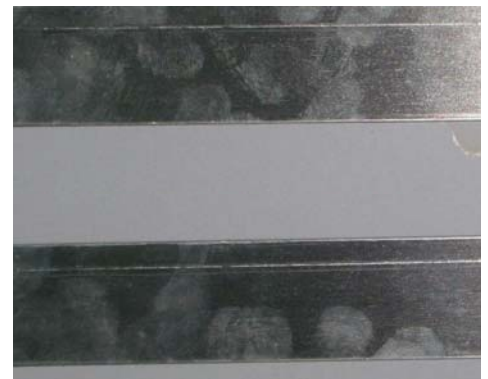


Рис. 6 – Лінії, отримані при проведенні контрольного заміру

## Висновки

1. Розроблена конструкція є працездатною і її використання в процесі буріння розширює можливості оцінки умов роботи КНБК на вибої свердловини. Зокрема визначення фактичних величин осьового та бокового зусилля на долоті, згинального моменту в КНБК, дійсної довжини стиснутої і розтягнутої частин БК, уточнення величини сил тертя між елементами компоновки та стовбуром свердловини.

2. Отримані результати свідчать про необхідність оцінки напружено-деформованого стану КНБК за результатами вимірювань на вибої свердловини.

3. Разом з тим при знятті записів виникли певні труднощі, що пов'язані з невеликими значеннями прогину. Крім того дана конструкція забезпечує проведення одноразового заміру, що є не зовсім практично. Тому подальші дослідження будуть спрямовані на вдосконалення вузла сприйняття та реєстрації навантажень. Зокрема планується використання сучасних реєструючих датчиків інформація з яких передаватиметься в цифровому вигляді на карту пам'яті. Це дасть змогу значно підвищити інформативність заміру та про-

водити його на протязі певного часу не тільки безпосередньо при бурінні але й при спуско-підіймальних операціях.

**Список літератури:** 1. Белов В. П. Образование каверн при бурении скважин [Текст] / В. П. Белов – М.: Недра, 1970. – 150 с. 2. Калинин А. Г. Бурение наклонных и горизонтальных скважин / А. Г. Калинин, Б. А. Никитин, К. М. Солодкий, Б. З. Султанов – М.: Недра, 1997. – 651 с. 3. Султанов Б. З. Работа бурильной колонны в скважине / Б. З. Султанов, Е. И. Ишемгужин, М. Х. Шаммасов и др. - Недра, 1973. – 217 с. 4. Пат. 27621 Україна, МПК 2006 E21B19/00. Пристрій для вимірювання зусиль в колоні бурильних труб / Івасів В.М., Ногач М. М., Чудик І. І, Андрусів Я. Й., Воробель Р. В., Юрич А.Р.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – заявка №u200706854; заявл. 18.06.2007; Опубл. 12.11.2007. Бюл. №18. - 37с.: іл. 5. Юрич А. Р. Математичне моделювання положення безопорних компонок низу бурильної колонни (КНБК) в похило-скерованому стовбурі свердловини / А. Р. Юрич // Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. – 2008. – №1(26). – С.40-43. 6. Моделювання компонок низу бурильної колонни з опорно-центруючими елементами (ОЦЕ) в похило-скерованому стовбурі свердловини / А. Р. Юрич, І. І. Чудик, В. В. Грицив та ін.// Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. – 2008. – №2(27). – С. 51-55.

*Надійшла до редколегії 11.01.2014*

УДК 622.245.3

**Пристрій для оцінювання напружено-деформованого стану компонок низу бурильної колонни / Юрич А. Р. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.16-20 . – Бібліогр.: 6 назв. ISSN 2079-5459**

В статті пропонується підхід к оцінці напружено-деформованого стану компонок низу бурильної колонни в процесі буріння, з допомогою спеціального пристрою і корекції їх параметрів.

**Ключові слова:** буріння скважин, компоновка низу бурильної колонни, профіль ствола скважини.

**Tool for definition of intense-deformed state of bottom assembly/ A.R. Yurych //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.16-20. Bibliogr.:6. ISSN 2079-5459**

This article offered an opportunity to improve designs of SCE bottom borehole by new scientific and practical decisions aimed at clarifying the conditions of their work in well with industrial data, measured in the hollows using a specially designed device

**Keywords:** drilling, the bottom hole assembly, borehole profile.

УДК 662.9

**Н. Б. СКРИПЧЕНКО**, аспірант, НТУ «ХПІ»

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ДАВЛЕНИЙ ПРИ КОНТАКТЕ ТЕЛ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ПО ПОВЕРХНОСТЯМ БЛИЗКОЙ ФОРМЫ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК**

Для случая контакта тел с близкими радиусами кривизны предложена общая постановка контактной задачи. Осуществлена параметризация задачи относительно геометрических размеров контактирующих тел. Получены значения максимальных контактных давлений и длины полуосей контактного пятна.

**Ключевые слова:** контактное взаимодействие, метод конечных элементов, контактные площадки, контакт тел близкой формы.

**Введение.** Как известно, контактное взаимодействие – один из основных способов

© Н. Б. СКРИПЧЕНКО, 2014