

Винахід відноситься до технології контролю об'єктів видобутку нафти, зокрема централізованого діагностування свердловин з глибинними штанговими насосами і може бути застосований у нафтовидобувній галузі.

Відомий спосіб одержання динамограми глибинонасосної установки, що включає подання на два входи координатного самописця, який реєструє динамограму, сигналів від аналогового давача зусилля, закріпленого на коромислі верстата-гойдалки в місці дії найбільшого згинаючого моменту, і давача ходу (положення), встановленого на осі обертання коромисла.

Цей спосіб реалізований в підсистемі динамометрування, що використовувалась в системах телемеханіки для контролю і керування свердловинами та іншими об'єктами нафтопромислу (М.А.Заманский, К.Н.Кулизаде, Н.С. Мовсесов, Д.А.Тарасов, О.П.Шишкин. Электроснабжение и электрооборудование нефтяных промыслов. - М.: Гостехиздат, 1959. - с.478).

Однак, при використанні цього способу одержана динамограма буде дещо zdeформованою, що ускладнює її розшифрування, оскільки сигнали від давача зусилля, встановленого на коромислі верстата-гойдалки, враховують деформацію коромисла, що зумовлена силою, яка дорівнює силі розтягу штанг тільки в положенні коромисла, перпендикулярному до штока. Крім того, сигнали з давачів зусилля і положення (ходу), які розташовані на рухомій частині верстата, передають на блок обробки сигналів, встановлений в шафі керування свердловиною, що знижує надійність їх електричного з'єднання.

Відомий також спосіб одержання динамограми, реалізований у пристрої комплексу "Микон-101", призначеному для визначення рівня рідини у свердловині, вимірювання тиску в затрубному просторі нафтових свердловин, а також для оперативного динамометричного контролю роботи свердловин з глибинними штанговими помпами (NGV.RU Romblor's Top 100 counter 01.06.01 або <http://www.mikon.ru/rus/101-00.shtml>).

Недоліком цього способу одержання динамограми є, перш за все, складність формування сигналу положення, який обчислюють як результат дворазового інтегрування сигналу прискорення „чорної“ частини полірованого штока. Це зумовлює низьку точність сигналу положення, оскільки прискорення „чорної“ частини полірованого штока, що зумовлені коливним рухом коромисла, і які приходиться вимірювати, малі порівняно з прискоренням земного тяжіння. Електричне з'єднання рухомої і нерухомої частини вимірювальної системи в пристрої, що реалізує цей спосіб, неминуче створює вказані вище незручності.

Найближчим до способу, що заявляється, вибраним як прототип, є спосіб одержання динамограми, згідно з яким формують масив значень зусилля в полірованому штоці і його положення. Він реалізований у пристрої для централізованого динамометрування глибинонасосних свердловин за допомогою електронного осцилографа. Сигнал зусилля формує давач зусилля, встановлений на коромислі верстата - гойдалки, а сигнал положення - генератор пилоподібної напруги осцилографа, який запускається сигналами давачів імпульсів крайніх положень (нижнього і верхнього) полірованого штока (Р.Я.Исакович. Контроль и автоматизация добычи нефти. - М.: Гостехиздат. 1959. - с.234-237).

Недоліком цього способу, крім вказаних раніше, є те, що величину переміщення коромисла верстата, що є однією з координат динамограми, визначають як лінійну функцію часу з однаковим часом ходу вгору і вниз, хоча відомо, що полірований шток рухається за законом близьким до синусоїдного. Сигнал зусилля в полірованому штоку зв'язаний з сигналом положення тільки на початку розгортки динамограми або на початку ходу верстата вгору і вниз. Це спотворює динамограму до такого ступеня, що ця система динамометрування, незважаючи на свою спокисливу простоту, ніде не використовувалась. Її приводять тільки в навчальних посібниках як історичний факт і простий для розуміння приклад.

В основу винаходу поставлена задача створення способу одержання динамограми глибинонасосної установки, в якому забезпечується зв'язок між значенням положення полірованого штока і біжучим значенням зусилля в ньому в один і той же момент часу шляхом заміни сигналу, отриманого безпосередньо з давача положення на значення, яке обчислюють на диспетчерському пункті за формулою як функцію часу за сигналом зусилля в полірованому штоку. Це забезпечує точність знятої динамограми і спрощує обладнання, оскільки кількість давачів зменшується вдвічі.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі одержання динамограми глибинонасосної установки, що включає формування масиву значень зусилля в полірованому штоку і його положення, згідно з винаходом, положення полірованого штока визначають як функцію часу. Для цього фіксують крайнє нижнє положення полірованого штока, значення зусилля та момент часу в цьому положенні, реєструють зміну зусилля в полірованому штоку як функцію часу при ході його вгору, розраховують значення положення S за формулою:

$$S = h_1 \left( \arcsin \frac{r}{h} - \arctg \frac{b + r \sin \omega t}{a - r \cos \omega t} + \arctg \frac{m^2 + 2rc \sin(\omega t - \beta)}{\sqrt{4h^2(a^2 + b^2 + r^2) - m^4 + 4rc[2h^2 - m^2 - rc \sin(\omega t - \beta) \sin(\omega t - \beta)]}} \right), \quad (1)$$

де  $h_1$  - довжина переднього плеча коромисла верстата-гойдалки;

$h$  - довжина заднього плеча коромисла;

$r$  - радіус кривошипа;

$l$  - довжина гонка;

$a$  - відстань по вертикалі між центром обертання кривошипа і центром коливання коромисла;

$b$  - відстань по горизонталі між цими точками;  $\omega$  - кутова швидкість обертання кривошипа;

$t$  - час, що відраховується від моменту крайнього нижнього положення полірованого штока;

$$\beta = \text{frctg} \frac{a}{b}; \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad m^2 = a^2 + b^2 + r^2 + h^2 + l^2.$$

Після цього фіксують крайнє верхнє положення полірованого штока, коректують значення біжучого часу в цьому положенні за формулою:

$$t_{\phi} = t + T_1 \left( \frac{\omega_1}{\omega_2} - 1 \right). \quad (2)$$

де  $t_f$  - фіктивний (зкоректований) час, який треба підставити у формулу для розрахунку положення під час ходу полірованого штока вниз;

$T_1$  - тривалість ходу полірованого штока вгору;

$\omega_1$  - середня швидкість обертання кривошипа під час ходу полірованого штока вгору;

$\omega_2$  - середня швидкість обертання кривошипа під час ходу полірованого штока вниз.

Потім реєструють зміну зусилля при ході вниз, розраховують значення положення, використовуючи скоректований час, формують масив пар значень зусилля і положення, що відповідають одному і тому ж моменту часу, який є залежністю зусилля в полірованому штоку від його положення або динамограмою верстата-гойдалки.

Спосіб, що заявляється, дозволяє одержати динамограму глибинонасосної установки, не проводячи безпосереднього вимірювання положення полірованого штока (коромисла), і тому не вимагає встановлення на верстаті відповідного пристрою - давача ходу. Сигнали давачів імпульсів крайніх положень полірованого штока задають початок відліку часу, за яким розраховують і коректують біжучі значення положення, що дозволяє прив'язати через цей час значення зусилля в полірованому штоку до відповідних обчислених значень положення. Цей спосіб одержання динамограми забезпечує високу точність контролю її координат, а отримана таким способом динамограма є ідентичною динамограмі, одержаній з використанням обох давачів. Вона дозволяє діагностувати стан глибинонасосної установки з високим ступенем точності.

На кресленні зображений приклад динамограми глибинонасосної установки, одержаної способом, що заявлений, де:

1 - крайнє нижнє положення полірованого штока;

2 - точка першого перетину динамограми з лінією ваги штанг з рідиною  $P_{шп} + P_p$  при ході вгору;

3 - крайнє верхнє положення полірованого штока;

4 - точка першого перетину динамограми з лінією ваги штанг  $P_{шп}$  при ході вниз;

$P, U, P_{cp}, U_{cp}$  - миттєві і середні за цикл значення зусилля і відповідної їм напруги давача зусилля.

Заявлений спосіб реалізують таким чином.

Безпосередньо вимірюють зусилля в полірованому штоку за допомогою давача зусилля і представляють його безперервним або квантованим у часі сигналом. Положення полірованого штока обчислюють як функцію безперервного або дискретного часу, який відраховується з моменту крайнього нижнього положення полірованого штока.

Для чого одночасно фіксують крайнє нижнє положення полірованого штока, значення зусилля в ньому і відповідний їм момент часу. Потім реєструють зміну зусилля в полірованому штоку як функцію часу при ході його вгору і розраховують значення положення за формулою (1).

Після цього фіксують крайнє верхнє положення полірованого штока і коректують значення біжучого часу в цьому положенні за формулою (2). Потім реєструють зміну зусилля при ході вниз, розраховують значення положення, використовуючи скоректований час, формують масив пар значень зусилля і положення в полірованому штоку, які відповідають одному й тому ж моменту часу і є координатами динамограми верстата-гойдалки.

Інтервал квантування, а значить, кількість значень зусилля і положення за цикл може бути довільним і обмежується тільки швидкістю обчислювального пристрою та вузлів, які відчитують значення зусилля і формують масив точок динамограми.

Формула (2) враховує те, що швидкості ходу полірованого штока вгору і вниз не однакові, і це забезпечує високу точність динамограми, одержаної способом, що пропонується.

