

Рис. 5. Залежність U_d від частоти керуючих імпульсів f

Зміна напруги живлення дозволяє підтримувати струм в динамічному режимі на рівні $I_d = I_c$, але ця залежність $U_{д1}(f)$ є нелінійною.

Лінійна залежність $U_{д2}(f)$ (рис. 5) реалізується значно простіше і описується рівнянням:

$$U_d = U_c(1 + bf), \quad (19)$$

де b – коефіцієнт, що визначає кут нахилу прямої $U_{д2}(f)$.

Лінійна залежність приводить до збільшення струму споживання на (10-25)% відносно I_c в діапазоні частот від 40 Гц до 300 Гц.

1. <http://www.Powerint.com>. - Design Accelerator Kit (DAK-21) – DPA-Switch. 2. Интегральные микросхемы: Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. Издание 2-е. – М.: ДОДЭКА, 2000. – 608 с. 3. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов / М.П.Белов, В.А.Новиков, Л.Н.Рассудов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576 с.

УДК 622.276.53:621.671(047)

БЕЗКОНТАКТНЕ ВИМІРЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПОЛІРОВАНОГО ШТОКУ ШТАНГОВИХ ГЛИБИННО-НАСОСНИХ УСТАНОВОК

© Ровінський В.А., 2005

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Розглянутий спосіб вимірювання переміщення полірованого штоку штангової глибоко-насосної установки з використанням інфрачервоних оптичних давачів. Наведена структурна схема, розглянуті конструктивні особливості реалізації основних вузлів пристрою

Діагностування роботи штангових глибоко-насосних установок (ШГНУ) у переважній більшості випадків передбачає обробку динамограм, по формі яких здійснюється визначення стану заглибного обладнання. Як відомо, динамограма – це графічне відображення залежності навантаження на полірований шток від його переміщення, тому прилади, які забезпечують динамометрування, повинні мати можливість одночасно вимірювати силу, яка прикладена до полірованого штока, та його переміщення. Водночас вимірювач переміщення – це механічний вузол високої точності, який забезпечує високі метрологічні характеристики, однак є складним і високовартісним у виготовленні. Тому останнім часом існують спроби впровадження безконтактних методів вимірювання переміщення, які не містять складних механічних вузлів.

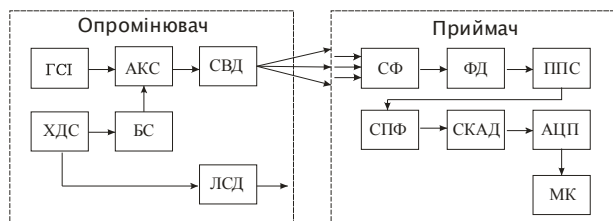
Найпоширенішими є два способи: вимірювання

прискорення та вимірювання часу одного робочого циклу ШГНУ. Вимірювання прискорення здійснюється за допомогою акселерометра, сигнал якого перетворюється в сигнал переміщення шляхом подвійного інтегрування. Спосіб, як правило, має похибку, не меншу 5%, що зумовлена похибкою акселерометра. Причому вона суттєво зростає при зменшенні загальної циклічної робочої швидкості ШГНУ. Крім того, при роботі ШГНУ мають місце удари, які впливають на точність вимірювання переміщення акселерометричним способом і потребують складної обробки сигналу. Інший часто вживаний спосіб – це вимірювання часу, при якому верстат-качалка рухається строго по заданому закону із заданою швидкістю, що не завжди відповідає дійсності, а особливо тоді, коли нафтова свердловина, обладнана ШГНУ, довго експлуатується після капітального ремонту. Прилад такого типу фіксує початок циклу ШГНУ, а після

його закінчення розраховує переміщення по аналітичній залежності. Це іноді призводить до повороту одержаної динамограми за- або проти часової стрілки, що при дешифрації може хибно трактуватись як наявність дефекту.

Виходячи з вищеведеного, постає завдання розробки інших методів вимірювання переміщень для динамометрування ШГНУ. Система, що реалізує такий метод, повинна містити мінімум механічних вузлів та забезпечувати простоту виготовлення та обробки сигналів.

Переміщення полірованого штоку при роботі ШГНУ пропонується визначати методом вимірювання світлового потоку модульованого інфрачервоного випромінювача. Реалізація такого методу здійснюється за допомогою вимірювача переміщення, схематично представленого на рис. 1.



ГСІ – генератор синхронізуючих імпульсів; АКС – аналогова комутуюча схема; ХДС – хімічне джерело струм.; БС – блок стабілізації струму; СВД – світловипромінюючий діод; СФ – оптичний світлофільтр; ФД – фотодіод; ППС – підсилювач постійного струму; СПФ – смугопропускний фільтр; СКАД – середньоквадратичний амплітудний детектор; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач; МК – мікроконтролер

Рис. 1. Структурна схема вимірювача переміщення

Схема складається з двох окремих вузлів: опромінювача, який закріплюється за допомогою магнітного тримача на обв'язці гирла свердловини, та приймача сигналу, що є частиною динамографа, закріпленого на полірованому штоці ШГНУ.

Схема опромінювача працює наступним чином. Кварцовий генератор синхроімпульсів ГСІ за допомогою ключової схеми модулює випромінювання інфрачервоного світлодіода СВД, який живиться від хімічного джерела струму ХДС через блок стабілізації БС. Імпульсний світловий потік напрямлений вгору у напрямку приймача, що таким чином зменшує вплив сонячного освітлення, оскільки приймач напрямлений вниз. Модуляція світлового потоку дозволяє збільшити миттєву потужність випромінювання інфрачервоного світлодіода. Яскравість випромінювання світлодіода визначається протікаючим через нього стабілізованим струмом.

Схема приймача містить вхідний світлофільтр СФ, налаштований на робочу частоту світлодіода опромінювача, що зменшує вплив відбитого сонячного проміння. Крім того, взимку вплив відбитого від снігу сонячного проміння можна зменшити технологічно, покривши зону гирла свердловини (3-4 м²) світлопоглинаючою речовиною. Далі інфрачервоний промінь потрапляє на фотодіод ФД, струмовий сигнал якого підсилюється підсилювачем постійного струму ППС. З виходу ППС сигнал надходить на смугопропускний фільтр СПФ, виконаний на кварцевому резонаторі, ідентичному ГСІ, частота пропускання якого співпадає з частотою ГСІ. Цим самим забезпечується ефективно зменшення постійної складової основної завади – відбитого сонячного проміння. Одержана змінна складова має амплітуду, пропорційну до відстані між опромінювачем та приймачем. Значення цієї амплітуди виділяється амплітудним детектором середнього квадратичного значення СКАД, перетворюється АЦП в цифрову форму і надходить до мікроконтролера МК. Оскільки похибка вимірювань є значною (>1%), то можна використати типовий 10-розрядний АЦП, вбудований в мікроконтролер (наприклад, АТМega8535).

Для забезпечення співвісності опромінювача та приймача слід використати напівпровідниковий лазерний світлодіод (ЛСД), промінь якого при початковому встановленні системи динамометрування повинен потрапляти в виділену зону мішені фотоприймача на корпусі динамографа. В подальшому при роботі динамографа ЛСД не використовується. Фотодіод розміщений в шахті сонцезахисної бленди діаметром 8 мм та довжиною 100 мм, виконаної з чорного матеріалу з низьким коефіцієнтом відбиття (рис. 2). Це дозволяє зменшити апертуру приймача і забезпечити зону огляду радіусу 0,96 м з висоти 6 м розміщення приймача за умови допустимості сприйняття фотодіодом однократно відбитого променя (умова найбільш несприятливого випадку).

Енергія інфрачервоного випромінювання СВД зменшується на шляху проходження до приймача внаслідок розсіювання променя. В залежності від діаграми направленості СВД закон зменшення енергії випромінювання може бути різним. Для приймального фотодіода S186P залежність зворотнього струму від освітленості лінійна [1], що дозволяє не проводити лінеаризацію вхідного сигналу (рис. 3). У випадку використання такого фотодіода додатковий світлофільтр (рис. 2) можна вилучити, оскільки епоксидний корпус світлодіода виконує його функції. При цьому відносна спектральна чутливість приймального фотодіода має вигляд, представлений на рис. 4 [1]. Довжина

робочій хвилі $\lambda = 940$ нм. Площа приймального вікна фотодіода складає $S=7,5\text{мм}^2$, а діаграма направленості забезпечує кут огляду на рівні 1/2 відносної чутливості: $\varphi = \pm 65^\circ$ (рис. 5). Інші характеристики S186P наведені в [1, 2].

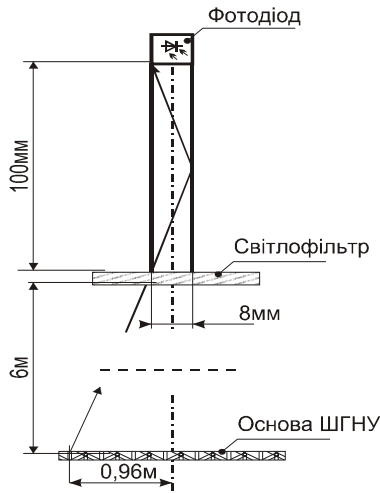


Рис.2. Розміщення фотодіода

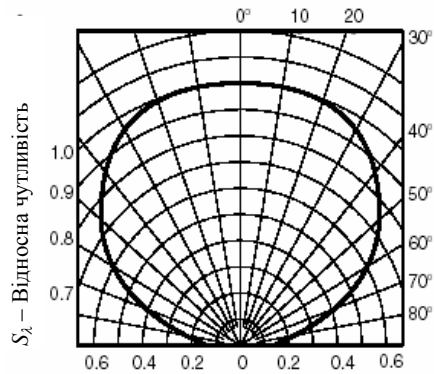


Рис. 5. Діаграма направленості фотодіода

Такий широкий кут чутливості фотодіода дозволяє вважати, що направленість системи в основному забезпечується блендою (рис.2).

Як СВД можна використати групу інфрачервоних GaAs світлодіодів SIR-563ST3F з робочою довжиною хвилі $\lambda = 940$ нм. Такий світлодіод забезпечує високу оптичну потужність випромінювання ($P_o=11\text{мВт}$, при $I_f=50\text{мА}$) та дозволяє працювати в імпульсному режимі ($I_f=1\text{А}$, при тривалості імпульсу $t_{imp}=0,1\text{мсек}$). Основні характеристики світлодіода графічно зображені на рис.6,7,8.

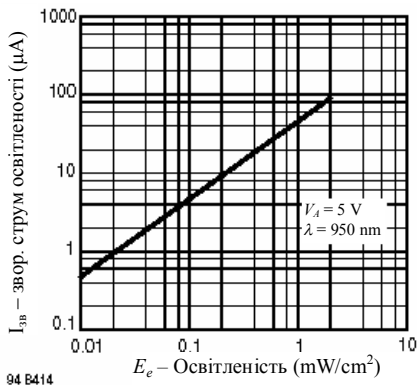


Рис. 3. Світлова характеристика фотодіода

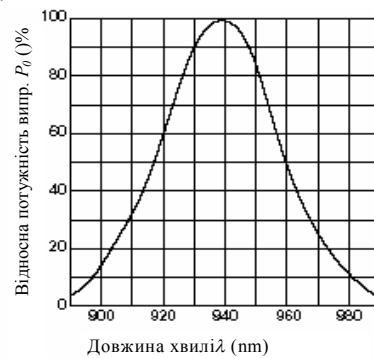


Рис.6. Спектральна потужність світлодіода

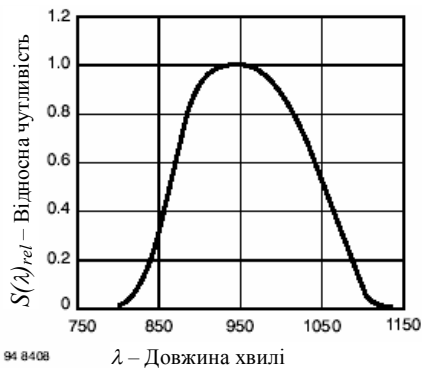


Рис. 4. Відносна спектральна чутливість фотодіода S186P

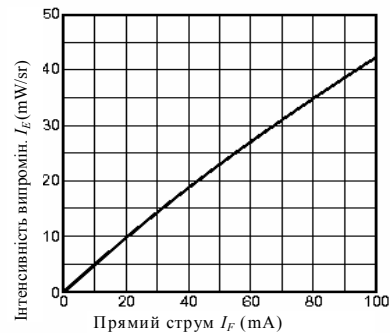


Рис.7. Залежність інтенсивності випромінювання від прямого струму

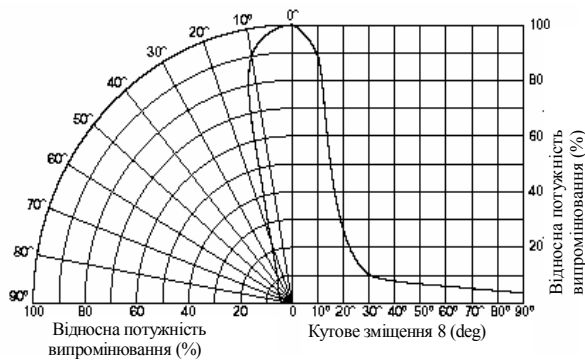


Рис. 8. Діаграма направленості світлодіодного випромінювача

Для забезпечення надійного прийому світлового потоку на максимальній вимірюваній відстані (5м) струм освітленості фотодіода повинен бути не меншим, ніж 0,3мкА, що відповідає освітленості $E = 0,01$ мВт/см² (рис. 3). Для забезпечення такого рівня освітленості сумарна інтенсивність випромінювача повинна складати [3]:

$$I_{\Sigma} = 2 \cdot \frac{\alpha \cdot E}{360} \cdot r^2, \quad (1)$$

де $\alpha = 15^\circ$ – кут освітлення при половинній потужності випромінювання (рис.8); E -освітленість, Вт/м²; $r = 6$ м – максимальна відстань між опромінювачем та фотоприймачем. Підставивши дані в (1), одержимо, що $I_{\Sigma} \approx 300$ мВт/ср.

З рис. 7 видно, що один світлодіодний випромінювач при протіканні струму 100 мА забезпечує інтенсивність випромінювання

$I_0 = 44$ мВт/ср в постійному режимі роботи. Для імпульсного режиму роботи з коефіцієнтом заповнення імпульсу 50% це значення можна подвоїти, однак для забезпечення надійніших характеристик випромінювання світлодіода слід обмежити на рівні 70% максимальної інтенсивності, що складає $I_0 = 2 \cdot 44 \cdot 0,7 = 61,6 \approx 62$ мВт/ср. Тоді кількість світлодіодів, достатніх для забезпечення необхідного значення інтенсивності, буде такою:

$$n \geq \frac{I_{\Sigma}}{I_0} = \frac{300}{62} = 4,8 \approx 5.$$

Перевагою запропонованого способу вимірювання переміщення полірованого штоку ШГНУ у порівнянні із відомими є простота алгоритмічної реалізації приладу, незначна кількість природних завод, оскільки ШГНУ не містить джерел паразитних оптичних коливань, та принципова незалежність точності методу від швидкості роботи ШГНУ. До недоліків слід віднести відносну технологічну складність побудови вимірювальних фотометричних підсилювачів з високими робочими частотами.

1. S186p – silicon PIN photodiode / www.vishay.com/docs/81503/81503.pdf, 2005.
2. Infrared light emitting diode, top view type SIR-563ST3F/ www.gaw.ru/pdf/Rohm/led/sir-563st3f.pdf, 2005.
3. Левишина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин.: (Измерительные преобразователи). Учеб. пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320с.

УДК 622.692.4

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ДАНИХ В ЗАДАЧАХ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

© Мартинюк Х.В., 2005

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Розглянуто методику моделювання трубопроводу балкою, що навантажена зосередженою силою, розраховано тензор напружень за відомими переміщеннями балки, проведено статистичну обробку результатів і показано, що результати моделювання забезпечують необхідний для практичного використання рівень точності. Приведено висновки і можливості подальшої роботи в даному напрямку

Однією з основних задач оцінки технічного стану магістральних трубопроводів є оцінка їх напружено-деформованого стану. При цьому використовуються різні експериментальні та теоретичні дані про досліджуваній об'єкт [1, 2], які

обумовлюються у відповідності до запропонованих моделей процесу деформування та напруженого стану трубопроводів. Важливим питанням, що виникає в процесі розв'язання поставленої задачі, є перевірка адекватності методик та моделей оцінки