

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.088

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОГО СЕНСОРНОГО ВУЗЛА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПРИСКОРЕННЯ ВУЗЛІВ ВЕРСТАТА-ГОЙДАЛКИ

Харун В.Р., Райтер П.М.

ІФНТУНГ, м.Івано-Франківськ

Вступ. Акселерометри – пристрої, які використовуються в багатьох галузях промисловості: авіаційних бортових системах керування літаків, навігаційних системах ракет [1], кораблів та підводних човнів; у промислових системах контролю вібрацій верстатів, виробничих ліній та агрегатів. В автомобілях за їх допомогою працюють відеореєстратори, системи розгортання подушок безпеки, антиблокувальні системи гальм, системи курсової стійкості, адаптивні підвіски, адаптивний круїзконтроль тощо. Використання акселерометрів відбувається і при експлуатації сільськогосподарських машин [2], що дозволяє відслідковувати зміну параметрів мобільного агрегату на його динамічну стабільність в процесі руху. Одне з останніх оновлень дорожньої техніки фірми Caterpillar – ґрунтові катки від машин попереднього покоління відрізняються збільшеним статичним і лінійним навантаженням та бортовою системою контролю ступеня ущільнення матеріалу, яка працює на базі використання акселерометра [3]. Широко використовуються акселерометри для контролю режимів руху робототехніки [4].

В процесі видобування нафти з використанням свердловинних штангових насосних установок (СШНУ) діагностування приводу установок здійснюється різними методами [5,6], які мають переваги і недоліки. В напрямку розвитку вказаних методів діагностування авторами запропонований [7] розроблений метод діагностування технічного стану верстата-качалки на основі вимірювання його кутової швидкості. Але для практичної реалізації методу необхідним є пошук та вибір апаратного забезпечення інформаційно-вимірювальної системи, що є адекватним поставленому завданню.

Основний матеріал. В даній роботі виконано дослідження з метою апробації методу та засобу дистанційного вимірювання та контролю прискорення вузлів верстата-качалки. Для отримання інформації про кінематичні характеристики приводу використано бездротовий сенсорний модуль Steval-MKSBOX1V1 [8] фірми STMicroelectronics, який містить набір давачів в своєму складі, мікроконтролер для збору, накопичення та передачі даних вимірювань вказаних давачів, акумуляторну батарею та бездротовий

Bluetooth – інтерфейс в корпусі розміром в сірникову коробку.

Сенсорний вузол містить ряд датчиків: температури, 6-осьові інерційні датчі MEMS, 3-х осьовий акселерометр, 3-х осьовий магнітометр, сенсор тиску, мікрофон, сенсор рівня вологості. Авторами виконані вимірювання прискорення – кінематичної характеристики, яка дозволяє визначати динамічні складові навантаження. З цією метою використано сенсорний вузол, який оснащений 3-х осьовим акселерометром LIS2DW12 .

Особливістю його роботи вказаного сенсора є те, що він забезпечує вимірювання прискорення в одиницях g (сталого прискорення вільного падіння), в одному з діапазонів $\pm 2g, \pm 4g, \pm 8g, \pm 16g$.

Оскільки ланки виконавчого механізму верстата-гойдалки рухаються з незначними швидкостями, наприклад частота обертання кривошипа становить від 4 до 14 об/хв., то був вибраний діапазон вимірювання $\pm 2g$.

Для швидкого монтажу на вузлах верстата-качалки використано магнітний тримач. Монтаж сенсорного вузла на ланках верстата-гойдалки демонструє рис. 1.

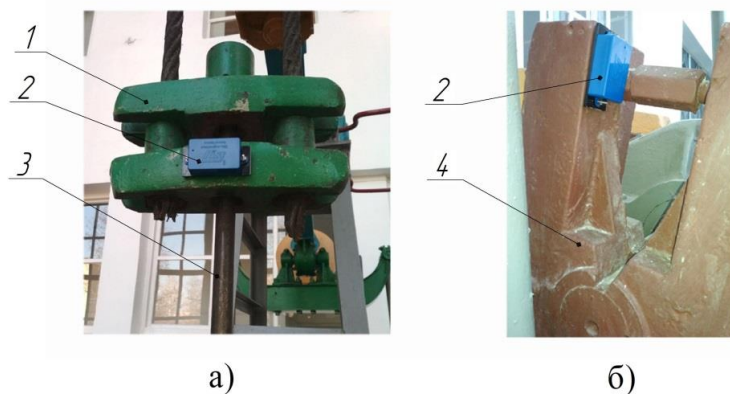


Рисунок 1 - Розміщення сенсорного вузла
а) – на штанговій підвісці; б) – на кривошипі

1 – штангова підвіска; 2 – сенсорний вузол; 3 – штанга; 4 – кривошип.

Сенсорний вузол реалізує виконання вимірювань прискорення в тривимірній системі координат осей X, Y, Z які жорстко прив'язані відносно його корпусу. Тому розміщення його на ланках виконавчого механізму виконано таким чином, щоб одна з осей координат сенсорного вузла співпадала з напрямком вектора прискорення вільного падіння землі.

Акселерометр має вбудовану функцію пробудження Wake-up, яка дозволяє працювати при ввімкненому фільтрі високих частот ВЧ - фільтра.

Результати вимірювання прискорення кривошипа та штангової представлені на рис.2.

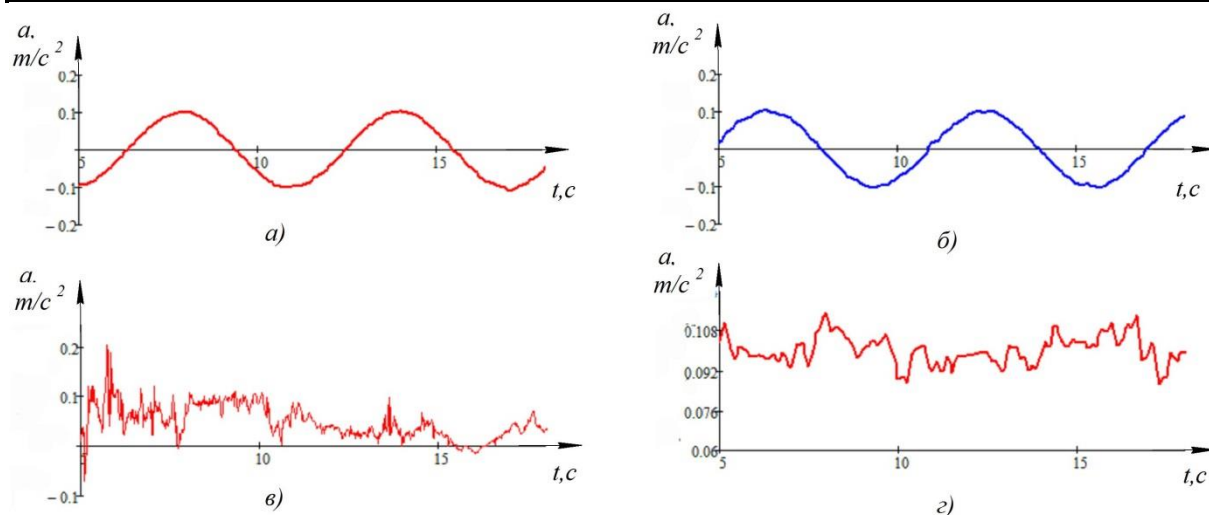


Рисунок 2 - Вимірювання прискорення ланок верстата-гойдалки:

- а) – на кривошипі вздовж осі X сенсорного вузла;
- б) – на кривошипі вздовж осі Y сенсорного вузла;
- в) – на штанговій підвісці вздовж осі Y без застосування ВЧ – фільтру;
- г) – на штанговій підвісці вздовж осі Y з застосування ВЧ – фільтру.

Виконані дослідження показали доцільність в процесі дистанційної реєстрації прискорення вузлів верстата-качалки результати вимірювань, прив'язані по часу до показів годинника реального часу, зберігати в пам'яті сенсорного модуля, а не надсилати через Bluetooth-інтерфейс кожен точковий вимір. Оскільки вимірювальний модуль, що використовувався в дослідженнях, містить апаратне і програмне забезпечення для запису вимірної інформації на SD-карту пам'яті, то доцільним є передавання з використанням Bluetooth-інтерфейс у вже повного набору даних результату вимірювання всього циклу контролю. Це суттєво підвищує достовірність результатів вимірювання, оскільки дозволяє максимально підвищити частоту дискретизації вимірюваного сигналу прискорення та накопичити значний об'єм інформації для подальшого аналізу.

Висновки.

1. Орієнтування сенсорного вузла відносно вектора прискорення вільного падіння землі впливає на результати вимірювання, оскільки при нерухомому сенсорному вузлі вихідний сигнал рівний 1, якщо напрямок осі перпендикулярний з напрямком вектору прискорення, то значення вихідного сигналу рівне 0.

2. Жорсткість ланок виконавчого механізму впливає на вимірювання прискорення. Як видно з рис.2 а,б, на кривошипі (жорсткій ланці) практично відсутні коливання високих частот. Експериментальні результати вимірювань

узгоджуються з аналогічними графіками за результатами аналітичного розрахунку прискорення.

3. Використання ВЧ-фільтру має значний вплив на результати вимірювання, аналізуючи рис.2.в,г, ланок виконавчого механізму, де присутні ланки з меншою жорсткістю (канати штангової підвіски, штанги). Тому до вибору питання використання ВЧ фільтру треба підходити зважено, порівнюючи результуючі експериментальні графіки з відповідними теоретичними.

Література

1. Черняк М.Г. Забезпечення заданої точності вимірювань лінійного прискорення польоту ракети . Комічна наука і технологія. 2018.Т24.№6(115). С 3-15.
URL: DOI:<https://doi.org/10.15407/knit2018.06.003>
2. М.П.Артюмов, А.М.Аюбов Використання сучасних пристроїв для контролю динаміки мобільних сільськогосподарських агрегатів. Інженерія Природокористування. 2017.№2(8).С.78-83.
3. Огляд нової дорожньої техніки CAT. веб-сайт. URL: <https://zeppelin.ua/blog/ohlyad-novoyi-dorozhnoyi-tekhniku-cat/> (дата звернення: 2.02.2023)
4. А.В.Рудик, Н.І.Лісовець Акселерометри для мобільної робототехніки – огляд сучасного стану та класифікація. Вісник інженерної академії наук.2018.№4.С.178-189.
5. Борин В. С., Калюжний Б. С., Маляр А. В., Головач І. Р. Діагностика стану обладнання глибинонасосної установки за моментом привідного двигуна. Методи та прилади контролю якості. 2007. № 19. С. 9-12.
6. Копей Б. В., Заміховський Л. М., Євчук О. В., Стефанишин О. І., Копей В. Б. Вібраційна діагностика технічного стану редукторів верстатів-гойдалок. Нафтогазова енергетика. 2008. № 1(6). С. 60-65.
7. Харун В.Р., Райтер П.М., Гладь І.М. Моніторинг технічного стану СШНУ на основі дистанційного контролю зміни кутової швидкості кривошипа. Неруйнівний контроль та технічна діагностика: матеріали VIII Міжнар. наук.-техн. конф. 22-24 листоп. 2016 р. Київ,2016.С.85-88.
8. SensorTile.box wireless multi sensor development kit with user friendly app for IoT and wearable sensor applications: веб-сайт.URL: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-mksbox1v1.html> (дата звернення: 12.03.2023)

USING A WIRELESS SENSOR NODE TO MEASURE THE ACCELERATION OF THE SWING ROCKING MACHINE NODES

Kharun Viktor, Raiter Petro

Abstract. Technical diagnosis of the drive of well rod pump units (WRPU) remains an urgent task, despite the significant amount of research in this field. One of the areas of diagnosis is the measurement and control of the angular velocity of the rocking machine elements, which requires the provision of synchronous

registration and control of acceleration signals at many points of the control object. The authors proposed to implement such a system based on the wireless sensor module Steval-MKSBOX1V1 of STMicroelectronics. The results of the experimental approbation of the use of the specified module showed the effectiveness of its use for solving diagnostic tasks, since the module contains a significant set of sensors in combination with a unit for processing, storing and transmitting information via a wireless Bluetooth interface. An additional advantage of using the selected measuring module is the possibility of remote reprogramming of the module's software to perform the tasks of controlling the kinematic parameters of the installation in the process of conducting research directly at the technological facility. The use of three coordinate accelerometers as part of the measuring module allows to significantly increase the reliability of control in the diagnostic process.

Keywords: rocking machine, acceleration, wireless sensor module, kinematic parameters, crank, polished rod eye.

Reference

- 1.Cherniak M.H. Zabezpechennia zadanoi tochnosti vymiriuvan liniinoho pryskorennia polotu rakety. Komichna nauka i tekhnolohiia. 2018.T24.Nº6(115). S 3-15. URL: DOI:<https://doi.org/10.15407/knit2018.06.003>
- 2.M.P.Artomov, A.M.Aiubov Vykorystannia suchasnykh prystroiv dlia kontroliu dynamiky mobilnykh silskohospodarskykh ahrehativ. Inzheneriia Pryrodokorystuvannia. 2017.Nº2(8).S.78-83.
- 3.Ohliad novoi dorozhnoi tekhniky CAT. veb-sait. URL: <https://zeppelin.ua/blog/ohlyad-novoyi-dorozhnoyi-tekhniky-cat/> (data zvernennia: 2.02.2023)
- 4.A.V.Rudyk, N.I.Lisovets Akselerometry dlia mobilnoi robototekhniky – ohliad suchasnoho stanu ta klasyfikatsiia. Visnyk inzhenernoi akademii nauk.2018.Nº4.S.178-189.
- 5.Boryn V. S., Kaliuzhnyi B. S., Maliar A. V., Holovach I. R. Diahnostyka stanu obladnannia hlybynonasosnoi ustanovky za momentom pryvidnoho dvyhuna. Metody ta pryklady kontroliu yakosti. 2007. Nº 19. C. 9-12.
- 6.Kopei B. V., Zamikhovskiy L. M., Yevchuk O. V., Stefanyshyn O. I., Kopei V. B. Vibratsiina diahnostyka tekhnichnoho stanu reduktoriv verstativ-hoidalok. Naftohazova enerhetyka. 2008. Nº 1(6). C. 60-65.
- 7.Kharun V.R., Raiter P.M., Hlad I.M. Monitorynh tekhnichnoho stanu SShNU na osnovi dystantsiinoho kontroliu zminy kutovoi shvydkosti kryvoshypa. Neruinivnyi kontrol ta tekhnichna diahnostyka: materialy VIII Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. 22-24 lystop. 2016 r. Kyiv,2016.S.85-88.
- 8.SensorTile.box wireless multi sensor development kit with user friendly app for IoT and wearable sensor applications: veb-sait.URL: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-mksbox1v1.html> (data zvernennia: 12.03.2023)