

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ МЕХАНІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ МЕТОДОМ НЕЧІТКИХ ВИМІРЮВАНЬ

Коваль А. О., Коваль О. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автогрейдер — складна динамічна система, яка працює в умовах жорстких динамічних навантажень. Дана динамічна система складається з багатьох зв'язаних між собою елементів, взаємодія яких приводить до виконання спеціальних операцій [1-7].

Роботу автогрейдера можна охарактеризувати декількома режимами [9-10]. Наявність цих режимів свідчить про важкі умови роботи автогрейдера, як динамічної системи і необхідність проведення контролю рами і робочих органів в процесі його роботи.

На сьогодні в процесі експлуатації постійно вимірюються температура двигуна, тиск в гідравлічних системах, ступінь заряду акумулятора, але ці вимірювання не характеризують справність системи в залежності від режиму роботи. Щоб це було можливо необхідно для кожного режиму роботи визначити кількість вимірюваних параметрів, періодичність проведення їх вимірювань. Тобто нечіткі вимірювання неелектричних параметрів автогрейдера будуть залежати як від динаміки роботи машини, так і від динамічних навантажень, які будуть діяти на нього в процесі роботи.

Охарактеризуємо кожний режим роботи з точки зору оптимізації вимірюваних параметрів. Визначимо які параметри взагалі необхідно вимірювати. З метою діагностування цілісності рами автогрейдера необхідно вимірювати вібрацію, деформацію, прискорення або швидкість автогрейдера. Для оцінки справності двигуна необхідно вимірювати вібрацію, температуру, напругу на акумуляторі (детонацію), тиск масла, температуру охолоджуючої рідини, кількість обертів в хвилину колінчатого валу. Для оцінки роботи гідроприводу: тиск в гідросистемі, температуру гідравлічної рідини.

З метою дослідження вимірювань неелектричних параметрів автогрейдера було розроблено наступну структуру нечітких вимірювань представлену на рис. 1.

Об'єктом дослідження являється автогрейдер, який представляє собою складну динамічну систему, яка працює в умовах жорстких динамічних навантаженнях. Автогрейдер характеризується вимірюваними параметрами, які більш детально характеризують стан машини при різних режимах роботи. Для кожного режиму роботи є масив інформативних і неінформативних параметрів. В зв'язку з цим були виділені наступні інформативні параметри: температура двигуна, вібрації двигуна, тиск масла в гідросистемі, кількість обертів колінчатого валу, деформації рами та робочого органу, вібрації рами.

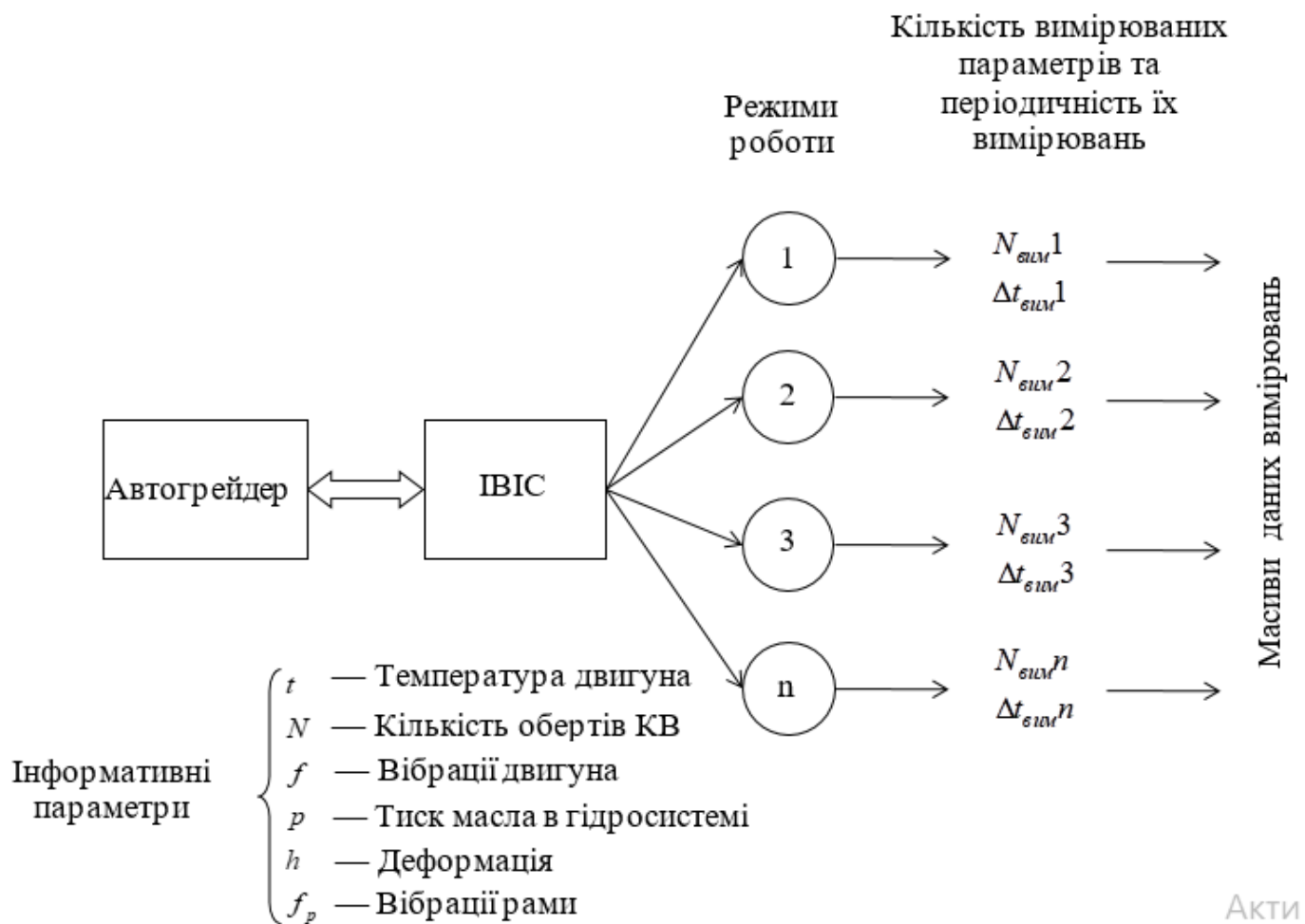


Рисунок 1 – Структура нечітких вимірювань

Інтелектуальна вимірювальна інформаційна система (ІВІС) вимірює ці параметри і в залежності від їх значень визначає режим роботи та кількість

вимірювальних параметрів і періодичність їх вимірювання при кожному режимі [1-6]. Таким чином ІВІС формує масив даних, який в залежності від режиму роботи автогрейдера буде постійно змінюватись. Ці масиви формуються за признаками $M=1,2,3,4$ нечітких правил які визначаються в залежності від динамічних режимів роботи автогрейдера.

Правило 1. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \leq 1420$, то кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 3: температура, кількість обертів колінчатого валу та вібрація двигуна. Періодичність вимірювання становитиме для температури і вібрації двигуна буде становити 1 с, кількість обертів вимірюється з періодичністю у 2 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 30...60.

Правило 2. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \leq 1450$, тоді кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 5: температура, кількість обертів колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, вібрація двигуна та деформація рами. Періодичність вимірювання вибирається для температури і тиску 1 с, кількість обертів – 1,5 с, вібрація двигуна вимірюється з періодичністю у 0,8 с, деформація – 0,1 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 40...600.

Правило 3. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \leq 1850$, тоді кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 6: температура, кількість обертів колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, вібрація двигуна, деформація та вібрація рами. Періодичність вимірювання вибирається для температури 1 с, кількість обертів і тиск масла – 0,8 с, вібрація двигуна вимірюється з періодичністю у 0,6 с, деформація – 0,08 с, а вібрація рами – 0,2 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 60...750.

Правило 4. Якщо навантаження на раму автогрейдера $h \geq 1850$, тоді кількість вимірюваних інформативних параметрів буде складати 6: температура, кількість обертів колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, вібрація двигуна, деформація та вібрація рами. Періодичність вимірювання вибирається для температури 1 с, кількість обертів – 0,5 с, тиск масла в гідросистемі – 0,3, вібрація двигуна вимірюється з

періодичністю у 0,5 с, деформація – 0,06 с, а вібрація рами – 0,1 с. Таким чином розмір вимірювальної вибірки визначається кількістю вимірювань 60...1000.

За результатами аналізу експериментальних досліджень був розроблений алгоритм нечітких вимірювань представлений на рис 2.

Підвищення достовірності вимірювань в цьому алгоритмі досягається за рахунок адаптації IBIS до режимів роботи автогрейдера.

За результатами експериментальних досліджень було встановлено наступну динаміку зміни таких складових векторів параметрів $\hat{P}$, як h - деформація рами та робочого органу, f - вібрація двигуна, p - тиск масла в гідросистемі, N - кількість обертів в хвилину колінчатого валу, t - температура двигуна, f_{δ} - вібрація рами. Дані інформативні параметри подаються на вхід алгоритму. В залежності від динамічних навантажень розпізнається режим роботи автогрейдера: якщо навантаження менше 1420 Н/м² – приймається рішення про наявність транспортного режиму, для слабо навантаженого режиму навантаження повинна становити не більше 1450 Н/м², для середньо навантаженого режиму – менше 1700 Н/м², рішення про сильно навантажений режим приймається при появі навантаження від 1850 Н/м². В залежності від вибраного режиму роботи буде визначатися кількість вимірюваних інформативних параметрів (для транспортного режиму становитиме 3, для слабо навантаженого – 5, для середньо та сильно навантаженого – 6) та формуватися матриця вимірюваних параметрів.

Періодичність вимірювання оціночних неелектричних величин в залежності від режиму роботи автогрейдера буде вибиратися різною. Чим більші навантаження при критичних режимах роботи автогрейдера, тим менший період вимірювання параметрів. Експериментально встановлюють значення кожного параметру і з появою даного значення формується сигнал попередження. Потім приймається рішення про подальшу роботу автогрейдера.

Таким чином, як показали результати експериментальних досліджень, період коливань динамічних навантажень на робочий орган лежить в межах від 30 до 300 мс



Отже, результати експериментальних досліджень свідчать про те, що кількість вимірюваних параметрів та періодичність їх вимірювання в залежності від динамічних навантажень в кожному режимі повинна бути різною. Запропонована методика нечітких вимірювань може бути корисною при проведенні наукових досліджень та в навчальному процесі ХНАДУ.

Література:

1. К. Асаи, Д. Ватада Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон./ С. Иван и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно.-М.: Мир, 1993. 368 с.
2. Волкович В.Л., Волошин А. Ф., Заславский В. А., Ушаков И. А. Модели и алгоритмы оптимизации надежности сложных систем.- Киев: Наукова Думка.- 1993.- 312с.
3. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский АЛ, Соколов В.В. Теория выбора и принятия решений. -М.: Наука, 1982.-328 с.
4. Сакава М. Оптимизация линейных систем. От одноцелевого к многоцелевому программированию,—Токио: Норисита сьоппан, 1984.
5. Sakawa M., Yano H. Interactive decision making for multiobjective linear programming problems with fuzzy parameters//In "Large-scale modeling and interactive decision analysis, proceeding" ed. by Fandel et al,-Eisenach, GDR: Springer-Verlach, 1986- P. 88-96.
6. Танака, Сигэру, Асаи. Формализация нечеткого метода группо- групповой обработки данных//Сисутэму то сэйге. - 1986.-Т. 30, N 9.-С. 581-587.
7. Chankong V., Haimes Y. Y. Multiobjective decision making: theory and methodology.-North-Holland, 1983.
8. Холодов А.М., Ничке В.В., Назаров Л.В. Землеройно-транспортные машины: Справочник. Харьков: Высш. шк. Изд-во Харьк. ун-та, 1982. 192 с.
9. Строительные машины: Справочник: В 2 т.: 5-е изд., перераб. Т.1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др.; под общ. ред. Э.Н. Кузина: М.: Машиностроение, 1991. 496 с.

10. Строительные машины: Учеб. для вузов/ Д.П. Волков, Н.И. Алешин, В.Я. Крикун, О.Е. Рынсков. Под ред. Д.П. Волкова. М.: Высш. шк., 1998. 319 с.