

Ключка І. О., студ.,

*магістр кафедри метрології та безпеки життєдіяльності
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*

МЕТОДИКИ НЕЧІТКИХ ДИНАМІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМІВ РОБОТИ АВТОГРЕЙДЕРА

Вимірювання - єдиний спосіб одержання кількісної інформації про величини, що характеризують ті або інші фізичні явища або процеси. Тому розробка нових машин, механізмів, апаратів, а також безпосереднє здійснення складних технічних виробничих процесів у промисловості зв'язані з необхідністю вимірювання численних фізичних величин. При цьому число підлягаючих вимірювань механічних, теплових, хімічних, оптичних, акустичних і т.д. величин, тобто так званих неелектричних величин, що цікавлять науку і виробництво, у багато разів більше числа всіх можливих електричних і магнітних величин.

Тому вимірювання неелектричних величин досягло зараз високого розвитку й утворює найбільш велику, стрімко розвинуту область сучасної вимірювальної техніки, а виробництво приладів для вимірювань різних фізичних величин складає основну частину приладобудівної промисловості. Розробка технології підвищення ефективності і якості вимірювань залишається актуальною науковою проблемою. На практиці підвищення якості вимірювань досягається використанням великої кількості вимірювань.

Складність задачі точного вимірювання характеристик динамічної системи, у якості якої виступає автогрейдер, обумовлена наступними причинами: велика площа вимірювання, велика кількість вимірювальних параметрів, порівняно невелика площа контакту сенсора й об'єкта на вимірювальній ділянці, похибки вимірювань, внесені суб'єктами, які їх виконують, похибки, обумовлені випадковими факторами і т.д. Щоб знати

фактичний стан машини і прогнозувати її поведінку, потрібно щоб динамічні характеристики були відомі і не змінювалися, а збуджуючі фактори були незначними. Однак динамічні характеристики автогрейдера міняються в залежності від переключення передач і навантаження, іншими словами, вони різні при різних передачах, навантаженнях і станах дороги. Крім того, значний вплив на них робить ухил дороги. Виникає необхідність у розробці правил оптимальних вимірювань при зміні динамічних характеристик.

Метою досліджень є оптимізація вимірювань при зміні динамічних характеристик об'єкту вимірювання. Завдання на дослідження полягає в розробці та всебічного аналізі нечітких алгоритмів вимірювань динамічних параметрів режимів роботи автогрейдера. Для цього введемо поняття нечітких вимірювань, тобто таких вимірювань при яких кількість вимірювальних параметрів та їх періодичність наперед невідомі.

Нечіткі вимірювання характеризуються: варіацією кількості вимірювальних параметрів, варіацією періодичності вимірювань, варіацією кількості датчиків.

Нечіткі висновки, нечіткі або наближені міркування - це найбільш важливий метод у нечітких вимірюваннях [1,2,3]. Так, наприклад, вібрація, шум і стукіт, які з'являються в автогрейдері, дозволяють оцінити технічний стан його двигуна, коробки передач або ведучого моста. Напруженість роботи двигуна характеризується: тривалістю роботи під навантаженням; розподілом часу по операціям технологічного циклу; числом включень основних механізмів машини; кількістю запусків двигуна.

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 [4]. 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.

Обґрунтуємо кількість і періодичність вимірюваних параметрів окремо для кожного режиму.

Транспортний режим. В цьому режимі найбільш напруженими є силовий агрегат (двигун, коробка передач) і ходова частина. При русі автогрейдера з одного району в інший навантаження на двигун і ходову частину, як правило є рівномірними і не значними. За основні параметри визначимо: температуру двигуна, вібрації двигуна та коробки передач, кількість обертів в хвилину колінчатого валу, тобто їх кількість становитиме $n=3$.

Оскільки виходячи з досвіду експлуатації всі ці параметри міняються не значно з часом (найменший період зміни становить 1-2 с), то період вимірювання для цих параметрів буде наступним: температуру та вібрацію двигуна вибираємо постійним 1 с, кількість обертів колінчатого валу – 2 с, за інтервал вимірювання вибираємо 1 хвилину. Таким чином отримуємо матрицю вимірюваних параметрів P розмірністю $(n \times m)$, де m – кількість вимірювань. Для даного режиму: ми маємо матрицю розмірністю (3×60) . Оціночне значення матриці вимірюваних параметрів \hat{P} запам'ятовується в схемі обробки вимірювальної інформації для подальшого аналізу.

Слабо навантажений режим. В даному режимі автогрейдер знімає незначний масив землі, робота виконується на легких ґрунтах, тому навантаження на робочі елементи будуть не суттєвими. Навантаження будуть на силовий агрегат, ходову частину та робочий орган. Основними вимірюваними параметрами будемо вважати: температуру двигуна, вібрації двигуна та коробки передач, кількість обертів в хвилину колінчатого валу, тиск масла в гідросистемі, деформацію робочого органу та рами. За результатами експериментальних досліджень проведених на полігоні механічного факультету ХНАДУ в період квітень – травень 2014 року було встановлено наступну динаміку зміни таких складових векторів параметрів \hat{P} , як h - деформація рами та робочого органу, f - вібрація двигуна, Гц, p - тиск масла в гідросистемі, Мпа, N - кількість обертів в хвилину колінчатого валу, об/хв, t - температура двигуна, °С, f_{δ} - вібрація рами, Гц.

Самим критичним і навантаженим параметром при цьому режимі є деформація h як робочого органу так і рами. Найменший інтервал часу на протязі якого деформація змінювалась не більше ніж на 10 % становила від 0,06 до 0,1 с. Тому для об'єктивної оцінки зміни деформації візьмемо інтервал вимірювання 0,1 с, а інші параметри f , p , N , t змінювались не значно, тому інтервал їх вимірювання будемо вибирати наступним чином: для t , p - 1 с; для N - 1,5 с; f - 0,8 с.

Таким чином кількість вимірювальних параметрів в цьому режимі становить $n=5$, а кількість вимірювань буде різною і має матрицю розмірністю (5×600) .

Середньонавантажений режим. Цей режим відповідає роботі автогрейдера на ґрунтах середньої щільності та при плануванні насипу, откосів та вийомок. Тут виступають сили інерції, як додаткове зовнішнє навантаження на пружну систему. Взаємодія сил інерції і сил пружності при динамічному навантаженні породжує пружні коливання, що приводять до значного збільшення загального навантаження на автогрейдер. Таким чином

критичним і навантаженим параметром при цьому режимі є вібрація рами, візьмемо період вимірювання вібрації 1хв, але її будемо вимірювати постійно. Для об'єктивної оцінки зміни деформації візьмемо інтервал вимірювання 0,08 с, кількість обертів в хвилину колінчатого валу і тиск в гідросистемі будемо вимірювати з інтервалом 0,8 с, температура змінюється не значно, тому інтервал остається незмінним 1с, інтервал вимірювання вібрації двигуна буде становити 0,6 с. Виходячи з цього кількість вимірювальних параметрів в цьому режимі становитиме $n=6$, кількість вимірювань буде становити $m=60 \dots 1000$.

Сильно навантажений режим. В даному режимі автогрейдер працює на каменистому ґрунті, однією з найважливіших операцій машини є переміщення великого об'єму ґрунту на значні відстані. Таким чином для оптимальної оцінки зміни деформації рами інтервал вимірювання складатиме 0,06 с, період вимірювання також складає 1 хв. Таким чином це приведе до збільшення потужності двигуна, а це в свою чергу до збільшення кількості обертів в хвилину колінчатого валу та зростанню тиску масла в гідросистемі, а також до збільшення його вібрації. Тому інтервал вимірювання даного параметру буде 0,5 с.

Узагальнені результати дослідження приведені на рис.1 і 2.

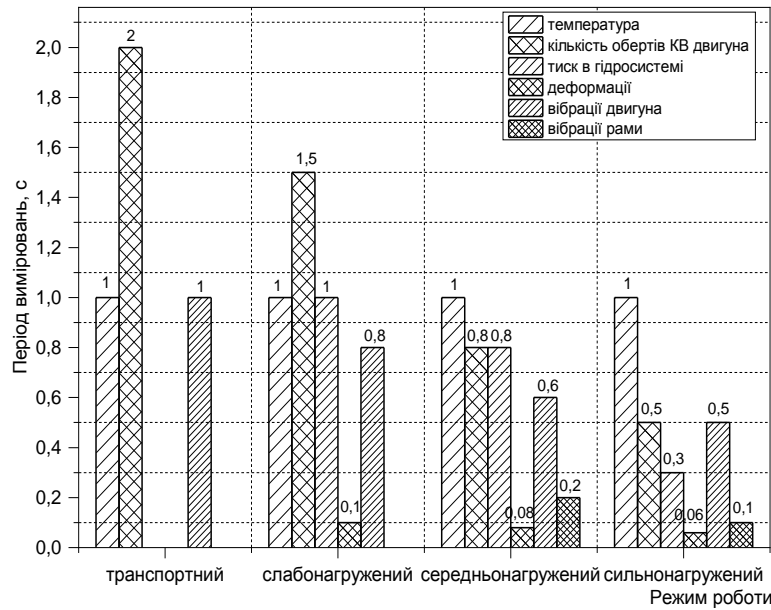


Рисунок 1 - Залежність періоду і кількості вимірювань від режиму роботи автогрейдера

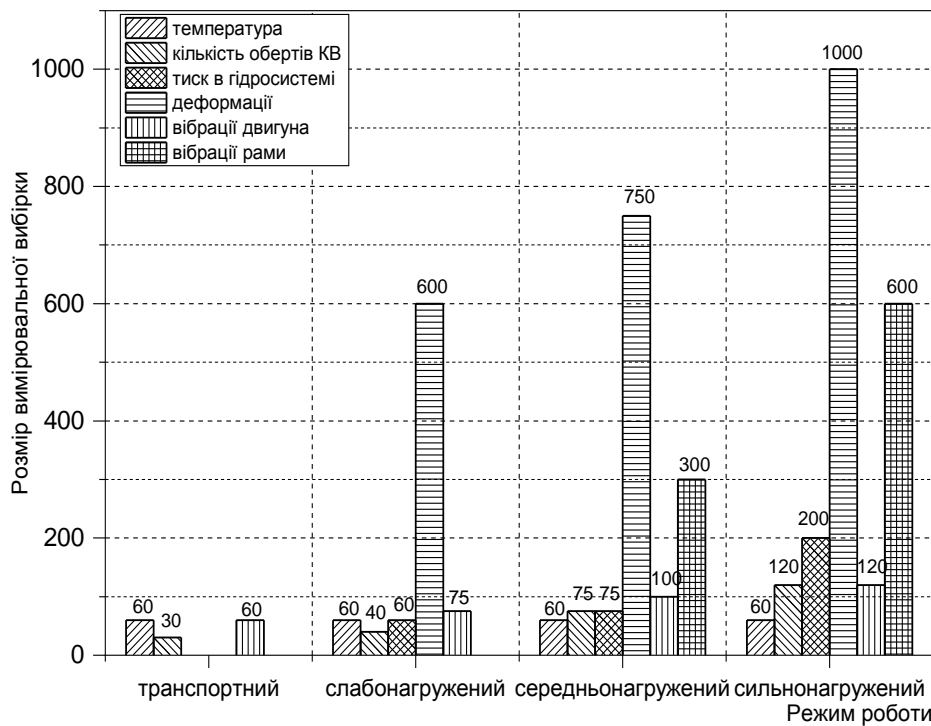


Рисунок 2 – Залежність розміру вимірювальної вибірки від режиму роботи автогрейдера

За результатами аналізу експериментальних досліджень були визначені інформативні параметри для кожного динамічного режиму роботи автогрейдера, розроблені вимоги до шкали вимірювань та сформульовані

гнучкі нечіткі правила проведення вимірювань, а також розроблена структурна схема.

Структура інформаційно-вимірювальної системи нечітких вимірювань неелектричних параметрів автогрейдера буде залежати як від динаміки роботи машини так і від динамічних навантажень, які будуть діяти на нього в процесі роботи. В залежності від навантаження та режиму роботи автогрейдера кількість вимірювальних параметрів та періодичність їх вимірювань є різною, тобто шкала вимірювань адаптується як до режиму роботи автогрейдера так і до динамічних нагрузок на нього. Все це в сукупності дозволить значно підвищити достовірність вимірювань неелектричних величин, які характеризують динаміку роботи автогрейдера.

Література:

1. Волкович В. Л. Модели и алгоритмы оптимизации надежности сложных систем / В. Л. Волкович, А. Ф. Волошин., А. Ф. Заславский. - К.: Наукова Думка, 1993. - 312с.
2. Теория выбора и принятия решений / И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. Л. Рубчинский, В. В. Соколов. - М.: Наука, 1982. - 328 с.
3. Сакава М. Оптимизация линейных систем. От одноцелевого к многоцелевому программированию / М. Сакава. - Т.: Норисита сюппан, 1984.
4. Холодов А. М. Землеройно-транспортные машины: Справочник. Харьков: Высшая школа / А. М. Холодов, В. В. Ничке, Л. В. Назаров. - Х.: Издательство Харьковского Университета, 1982. - 192 с.