

Діагностичні нормативи при технічному обслуговуванні будівельних машин

Сергій Найдюк, магістр¹ (ORCID: 0009-0007-1669-1634)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, проспект Повітряних сил 31, Україна

АНОТАЦІЯ

Була розглянута методика оцінки та вибору діагностичних параметрів будівельних машин. Було доведено, що діагностичні параметри повинні визначати з багатьох симптомів ті, які належать вузлу, що нас цікавить чи елементу машини, мати певну стійкість при зміні зовнішніх умов і режимів роботи об'єкту, нести найбільшу інформацію про стан об'єкта, що діагностується.

Ключові слова: діагностика, діагностичні параметри, будівельні машини, технічний стан.

1. ВСТУП

Як правило, діагностичні параметри рідко бувають однозначними, частіше всього одні й ті ж зміни вихідних параметрів викликаються різними змінами технічного стану, іноді навіть різних систем двигуна [1, 2, 3]. Очевидно, це одна з причин того, що в даний час розроблено багато різних методів діагностування автомобільних двигунів по окремим параметрам або по поєднанню декількох параметрів. Хоч більшість з них можуть дати відповідь лише на обмежену кількість відповідей. Тому при комплексній оцінці технічного стану двигуна необхідно виконувати багато різних перевірок і контрольних вимірів, щоб отримати діагностичну інформацію про місце. Характері і причині несправності, яка є в двигуні.

Суттєво, що одну й ту ж перевірку можна здійснити декількома методами, контролюючи різні параметри. В той же час контролюючи один і той же параметр можна здійснити ряд перевірок.

2. ДІАГНОСТИЧНІ НОРМАТИВИ

Можливість безпосереднього вимірювання структурних параметрів без часткового або повного розбирання агрегатів та механізмів обмежена. Тому при практичній оцінці технічного стану використовують термін "діагностичного параметра" – фізичної величини, яка піддається прямому візуальному або інструментальному спостереженню і в той же час дає достатню інтегральну інформацію про значення основних структурних параметрів, які визначають працездатність або ефективність об'єкта. В якості діагностики використовують параметри робочих та супроводжувальних процесів або їх похідні: в окремих випадках діагностичні параметри можуть співпадати зі структурними (зазвичай на рівні вузлів та з'єднань).

Для кількісного визначення технічного стану об'єкта по результатам вимірювання поточних значень діагностичних параметрів з метою встановлення діагнозу та проведення відновлення (регулювання) необхідні діагностичні нормативи. До них відносяться початкова (або номінальна) величина діагностичного параметра S_{gr} , його граничне значення S_{gr} та гранично-допустиме (або допустиме) значення S_d для заданого міжконтрольного наробітку. Відзначимо, що стан складного об'єкта, описується набором (вектором) діагностичних параметрів, тобто нормативи будуть точками в багатовимірному просторі. Однак постановка "багатомірною" діагнозу під час експлуатації,

можлива на рівні інтуїції механіка діагноста. Тому в тих випадках, коли об'єкт (агрегат, вузол) характеризується зразу декількома параметрами, їх можна формально вважати незалежними і розглядати кожний норматив тільки відносно свого "одномірною" параметру. Початкове значення S_n відповідає вихідному (новому або капітальному) об'єкту, у якого структурні параметри забезпечені заводом-виробником (з врахуванням припрацювання). Цей норматив використовується при профілактиці, як кінцева величина, до якої необхідно прагнути привести значення діагностичного параметру в процесі виконання відновлювальних (регульовальних) операцій.

Граничне значення S_{gr} відповідає втраті працездатності об'єкта, тобто відмові, або такому пониженню техніко-експлуатаційних властивостей при якому подальша експлуатація машини стає не допустимою по критеріям безпеки або економічності. При вивченні літератури спостерігається деяка невідповідність терміну "граничне значення". В ряді випадків граничне значення, мається на увазі як первинне до відношенні до відмови, тобто сама відмова фіксується як момент досягнення параметром заданого граничного значення. Цей рівень встановлюється згідно допуску заводу-виробника або стандарту. Очевидно для вузлів, які впливають на безпеку експлуатації, такий підхід являється єдиним можливим. Однак для вузлів, які забезпечують працездатність машини, можливий і часто використовується інший підхід – коли первинним являється факт відмови, а граничне значення визначається шляхом вимірювання параметру в момент втрати працездатності механізму. В цьому випадку навіть при сталих зовнішніх факторах (умов експлуатації), із-за індивідуальних розходжень мікроструктури об'єктів єдине граничне значення втрачає сенс, так як відмови спостерігаються при різних значеннях параметру.

Максимальна повнота контролю являється одним з основних вимог, що пред'являються до діагностичних параметрів.

В якості показника чутливості діагностичного параметра слід приймати відношення приросту вихідного параметра до приросту структурного параметра.

Для структурних параметрів в умовах стендових досліджень розсіювання значень при яких відбувається відмова, як правило не велике. Тому на практиці питання звичайно вирішується таким чином, що під граничним значенням розуміють середнє значення параметру у об'єктів які відмовили, або крайню границю діапазону, при якій починаються відмови. Однак при переході до діагностичних параметрів і врахуванні змінних експлуатаційних факторів необхідна спеціальна формалізація граничного значення.

Як відомо, відмови елементів машини можуть бути поступовими та миттєвими. Перші характеризують поступову зміну параметру технічного стану, тобто елемент переходить по мірі наробітки від початкового стану в стан відмови. Відм. через ряд проміжних станів, які фіксуються засобами діагностування. Саме це дозволяє для поступових відмов прогнозувати їх появу і, відповідно, перейти від примусової профілактики “по наробітку” до профілактики “по стану”.

Для поступових відмов характерна стрибкоподібна зміна параметру технічного стану, тобто елемент переходить із початкового стану в стан відмови. Прикладом миттєвої відмови являється поломка елементу внаслідок перевищення допустимого рівня навантаження, яке може виникнути в будь-який момент роботи. При цьому, якщо “міцність” елементу під час міжремонтного пробігу змінюється не суттєво, то його профілактика взагалі не має сенсу; якщо ж “міцність” по мірі напрацювання явно падає (в зв’язку з накопиченням мікропошкоджень), то профілактика “по наробітку” може виявитися доцільною.

Гранично-допустиме (допустиме) значення S_{gr} являється нормативом, на основі якого проводиться постановка діагнозу технічного стану об’єкту, тобто рішення про необхідність проведення профілактики в момент ТО. В експлуатації цей норматив приймається умовно як границя несправності. Якщо поточне значення діагностичного виходить за гранично-допустиме, це означає, що хоча об’єкт в момент контролю і являється працездатним, його непотрібно випускати на між контрольний наробіток до наступного ТО без ремонту із-за високої вірогідності відмови або зменшених техніко-експлуатаційних показників.

Одним із методів визначення гранично-допустимого значення S_{gr} по сукупності реалізації діагностичного параметру, який розроблений під керівництвом професора В. М. Міхліна. Цей метод враховує варіації зміни технічного стану.

Сутність цього методу заключається в наступному. Розглядається множина можливих реалізацій параметру для всіх об’єктів: кожна реалізація починається з вихідної точки S_n і закінчується при досягненні граничного рівня S_{gr} . Вважається, що кожна окрема реалізація являється квазідетермінованою функцією виду:

$$S(l) = S_n + Vl^\alpha \quad (1)$$

де α – загальний для всіх об’єктів показник степеня; V – індивідуальний для кожного об’єкту коефіцієнт.

Шляхом перетворення параметру зручно перейти до лінійних реалізацій ($\alpha=1$). Точки перетину реалізації з граничним рівнем визначають щільність розподілення $\phi(l)$ наробітку на відмову.

При призначенні гранично-допустимого рівня S_d для заданої періодичності контролю l_m частина реалізацій, котрі на момент чергового контролю перевищили значення S_d , буде перериватися шляхом проведення профілактики.

При цьому пропуск відмови на міжконтрольному напрацюванні буде спостерігатися в тих випадках, коли в момент контролю значення параметру було менше $l(1)$, але внаслідок високої швидкості зміни параметру в процесі експлуатації досягло величини S_{gr} до наступу слідує чого моменту контролю. Вірогідності відмов об’єктів на окремих циклах контролю будуть відповідати заштрихованим площинам (на аркуші 1 графічної частини), обмеженим щільністю розподілу $\phi(l)$ та інтервалами $l(1)-2l_m$, $l(2)-3l_m$,

$l(3)-4l_m$ і т. п.. Знаючи показники розподілення ресурсу і границі вказаних інтервалів можна знайти вірогідність відмови в i -му циклі контролю:

$$Q_i = \int_{l^{(i-1)}}^{i l_m} \phi(l) dl \quad (2)$$

Тут $l^{(i-1)}$ являється ресурсом об’єкта який має момент $(i-1)$ $(i-1)$ -ої перевірки значення параметру, точно рівне S_d цю величину визначають виходячи з подібності прямокутних трикутників, використовуючи співвідношення катетів:

$$l^{(i-1)} = \frac{S_{gr} - S_n}{S_d - S_n} (i-1) l_m \quad (3)$$

При $i=1$ величина $l^{(i-1)}=0$. Не важко бачити, що відмови будуть спостерігатися при умові, коли верхня межа інтеграла (1.36) більша нижнього. Зі збільшенням i різниця між ними зникає. Останній між контрольний цикл. Де це можуть спостерігатися відмови, знаходиться з нерівності:

$$i l_m - l^{(i-1)} = i l_m - \frac{S_{gr} - S_n}{S_d - S_n} (i-1) l_m \geq 0, \quad \text{звідси}$$

$$i_{\max} = \left[\frac{S_{gr} - S_n}{S_d - S_n} \right] \quad (4)$$

Загальна вірогідність пропуску відмови в залежності від величини гранично-допустимого нормативу визначиться сумуванням по всім можливим періодам контролю:

$$Q(S_d) = \sum_{i=1}^{i_{\max}} \int_{l^{(i-1)}}^{i l_m} \phi(l) dl \quad (5)$$

Тут від S_d залежать як кількість доданків так і межі інтегрування.

3. ВИСНОВОК

1. Розглядаючи технічну літературу, було проаналізовано та запропоновано більш зручні та ефективні методи діагностування двигунів будівельних машин.
2. Було розглянуто визначення гранично-допустимого нормативу по сукупності реалізації діагностичного параметру.
3. В результаті аналізу існуючих методик вибору діагностичних параметрів, була запропонована методика вибору діагностичних параметрів для двигунів будівельних машин.

Список літератури

- [1] Білякович М. О. Діагностування дорожніх машин: навч. посіб. Київ: УМК ВО, 1988. 104 с.
- [2] Келер К. О. Діагностика автомобільного двигуна: навч. посіб. Київ: Вища школа, 1972. 159 с.
- [3] Кулешков Н. Г. Статистичні методи обробки та аналізу експериментальних даних: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2002. 257 с.