

УДК 621.9.06

С.А. Бабориґа, ст. викл.

Волинський інститут економіки і менеджменту (м. Луцьк Волинської обл.)

ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Наведено шляхи підвищення працездатності і поліпшення технічного стану металорізального устаткування. Представлено цифровий комплекс для дослідження вібраційних характеристик металорізальних верстатів.

В процесі експлуатації металорізальне обладнання піддається зовнішнім та внутрішнім впливам, що відображається на його працездатності.

Зміну параметрів як окремих деталей та збірних одиниць, так і верстата в цілому спричиняють такі основні види енергій:

- механічна;
- теплова;
- хімічна;
- електромагнітна.

Механічна енергія не лише передається по усіх ланках обладнання в процесі його роботи, але й впливає на нього у вигляді статичних та динамічних навантажень від взаємодії з зовнішнім середовищем. Вона може виникати як наслідок тих затрат енергії, які відбулись при виготовленні окремих деталей конструкції та збереглись в них у потенціальній формі.

Теплова енергія діє на обладнання та його окремі частини при коливаннях температури навколишнього середовища, в процесі різання, при роботі приводних механізмів, електротехнічних та гідравлічних пристроїв тощо.

Хімічна енергія також впливає на роботу обладнання. Повітряне середовище викликає корозію окремих збірних одиниць або деталей обладнання, якщо воно містить вологу та агресивні складові.

Електромагнітна енергія (електричні коливання) пронизує увесь простір навколо обладнання та впливає на роботу електронної апаратури.

Перераховані вище види енергії, впливаючи на металорізальні верстати, викликають ряд небажаних процесів, створюючи умови для погіршення їх технічних характеристик, що, в свою чергу, змінює початкові параметри обладнання. Ці процеси пов'язані, як правило, зі складними фізико-хімічними явищами та призводять до деформації, зносу, поломки, корозії тощо, що веде до зміни вихідних параметрів обладнання та в кінцевому результаті може призвести до втрати робоздатності або руйнування конструкції.

Для відновлення та підтримування робоздатності металорізального обладнання в процесі його тривалої експлуатації використовується "Єдина система планово-попереджувального ремонту та раціональної експлуатації технологічного обладнання машинобудівних підприємств", основу якої становлять періодичні планові ремонти, що здійснюються через рівні, наперед визначені проміжки часу.

Тривалість ремонтного циклу T_k визначається строком служби тих основних механізмів і деталей технологічного та металорізального обладнання, заміна чи ремонт яких можуть бути здійснені під час повної його розборки. Вказані строки служби встановлюють, виходячи з експлуатаційних якостей деталей, характеру навантаженості та з урахуванням умов експлуатації (виду виробництва, змінності роботи, характеру обробки та оброблюваного матеріалу, режимів тощо).

Тривалість міжремонтного періоду t_m визначається строками служби швидкозношуваних деталей, заміна яких під час ремонту вимагає зупинки обладнання і не може бути виконана під час ремонтного обслуговування.

Кількість ремонтів у циклі n визначається як частка від ділення тривалості ремонтного циклу на тривалість міжремонтного періоду:

$$n = \frac{T_k}{t_m}.$$

Але така система, як показує практика, не завжди оправдовує себе.

За останні роки верстатний парк металорізального обладнання на Україні майже не поновлюється, тому затрати на ремонт та експлуатацію обладнання в цілому по машинобудівній галузі є досить значними. Важливого значення для забезпечення експлуатаційної надійності та зниження затрат на ремонт і технічне обслуговування обладнання набуває проблема розробки наукового обґрунтованих методів організації та режимів технічного обслуговування металорізального обладнання, що особливо актуальним є для окремих груп верстатів, наприклад, верстатів зі шпінделем на безконтактних опорах (гідростатичних, гідродинамічних, магнітних, аеростатичних тощо).

Виникнення окремих несправностей (відказів) у роботі обладнання носить випадковий характер. Для будь-якого верстата немає гарантії, що він відпрацює запланований період.

Основними причинами виникнення відказів є конструктивні помилки та недопрацювання, виробничі недоліки, порушення правил експлуатації та технічного обслуговування, неякісний ремонт або поломка деталей верстата під час роботи, природне зношування направляючих та інших елементів, зниження втомленісної міцності деталей, їх старіння та ряд інших причин.

На сучасному етапі задача визначення оптимальних моделей технічного обслуговування обладнання може розглядатись як задача знаходження оптимального керування випадковим процесом.

Існують різні моделі (структури) технічного обслуговування. До механічних систем застосовується модель технічного обслуговування обладнання зі заміною окремих елементів після закінчення визначеного напрацювання та модель технічного обслуговування за прогнозуючим параметром.

Перша модель технічного обслуговування застосовується для спеціальних машин (літаки, танки тощо). Незважаючи на простоту, ця модель є дорогою, а при обслуговуванні металорізального обладнання вона може застосовуватись лише для окремих деталей (збірних одиниць).

Для обслуговування металорізального обладнання застосовують іншу модель – за прогнозуючим параметром. Технічне обслуговування або поточний ремонт здійснюють у тому випадку, коли цей параметр сягає критичної величини (технічне обслуговування або ремонт обладнання на основі контролю його стану).

Модель регламентує виконання ремонтних робіт лише в тому випадку, коли ризик виникнення відказу найближчим часом є дуже великим.

Друга модель технічного обслуговування дешевша, ніж перша, але вимагає безперервного або періодичного вимірювання прогнозуючого параметра.

Математичні методи теорії надійності дозволяють отримати статистичні дані про стан обладнання на різних стадіях його роботи здатності, передбачити потреби в технічному обслуговуванні, ремонті тощо.

Оскільки процеси виникнення відказів носять ймовірносний характер, то статистичні дані про закони розподілу їх характеристик забезпечують отримання середніх значень і не можуть дати точних строків ремонту для кожного верстата окремо. Результати розрахунків, які базуються на теорії ймовірностей, стосовно окремого верстата, мають стохастичний характер.

Для того, щоб зняти цю невизначеність в оцінці технічного стану кожного окремого верстата, необхідна індивідуальна перевірка (діагностика) їх технічного стану.

Сучасний рівень і перспективи розвитку засобів технічного діагностування відкривають реальні можливості переходу до експлуатації металорізального обладнання за його фактичним технічним станом за рахунок використання досконалих високоінформативних методів оцінки технічного стану конструкцій.

Одним із таких методів є вібродіагностика. Сучасна вібродіагностика включає в себе не лише просте визначення загального рівня механічних коливань, але й аналіз спектрів вібрації, форми хвилі коливань, фазових кутів коливань, спектрів огинаючої високочастотної вібрації тощо.

Використання модерних засобів вібродіагностики дозволяє отримати попередження про несправність або поломку на ранній стадії розвитку дефекта, що є особливо важливим для металорізальних верстатів, оскільки точність обробки є основним критерієм оцінки якості роботи обладнання, її втрата є недопустимою.

Аналіз розвитку в часі частотних складових спектру вібрації дозволяє визначити момент, коли несправність сягає критичного рівня і, тим самим, попереджувати простої обладнання або аварійні ситуації. Зміна характерного базового спектра вібрації використовується не лише як попередження про наближення стану системи до межі роботоздатності, але й для визначення несправності та її локалізації.

Вібраційні сигнали мають широкий частотний діапазон і швидко, практично миттєво, реагують на зміну технічного стану окремих збірних одиниць або верстата в цілому. Вони відносно просто перетворюються в електричні сигнали, що дозволяє автоматизувати процес діагностики.

Більшість промислово вітчизняних діагностичних систем, що використовуються, як пристрою кінцевої обробки та видачі інформації використовують спектроаналізатори, основним недоліком яких є безпосередня реєстрація результатів на паперовому носії та неможливість багатократного використання записаної спектрограми при автоматизованому аналізі спектрів вібрації.

В Луцькому державному технічному університеті ведуться роботи з розробки та впровадження цифрового комплексу для дослідження вібраційних характеристик металорізальних верстатів, який позбавлений вище згаданих проблем. Основною перевагою комплексу є те, що в ньому реалізований комплексний підхід до діагностики стану обладнання. При цьому на основі одного і того ж заміру вібрації працюють декілька різних систем діагностики.

Комплекс реалізований на базі ЕОМ Pentium II, в якій реалізовані усі функції: реєстрація сигналів, обробка та зберігання. При такому підході знімаються всі обмеження, які властиві звичайним спектроаналізаторам, це: обмеження за кількістю каналів, швидкістю, об'ємом пам'яті, тривалістю безперервної реєстрації сигналів, можливостями обробки та перегляду отриманої інформації, тривалим зберіганням отриманих результатів у вигляді реляційної бази даних.

Всі підсистеми реалізовані у вигляді інтегрованого набору програм для реєстрації, зберігання та обробки вібросигналів. Це – база даних з обладнання, експертна система діагностики обладнання, що здійснює обертальні рухи, експертна система моніторингу та планування ремонтів.

В комплексі передбачено можливість програмної зміни основних параметрів реєстрації вібросигналів; візуальний контроль та експрес-аналіз знятої з датчиків та попередньо оцифрованої інформації в графічному вигляді; робота з базою даних; використання додаткових можливостей з обробки інформації, що дозволяє:

- здійснювати перехід між віброприскореннями, віброшвидкостями та вібропереміщеннями;
- контролювати зміну параметрів при пуску та вибігу обладнання практично на будь-якому інтервалі часу;
- визначати критичні резонансні частоти обладнання;
- враховувати вплив режимів роботи;
- перетворювати сигнали з часової області в частотну, для чого використовується ШПФ або частотна фільтрація;
- виконувати спеціальні перетворення, такі як розрахунок взаємних спектрів, кепстрів, розрахунок функцій когерентності;
- виділяти в сигналі огибающую, розраховувати її спектр.

На рис. 1 наведено спектр вібрацій привода головного руху токарно-гвинторізного верстата особливо високої точності мод. 16M05 А зі шпинделем на гідростатичних опорах, записаного в лабораторії кафедри "Верстати" Луцького державного технічного університету.

Його аналіз із використанням вище згаданого цифрового комплексу дозволив із достатнім ступенем достовірності ідентифікувати усі складові в спектрі та локалізувати деталі приводу, які вносять імпульсний вклад у загальний спектр вібрації верстата.

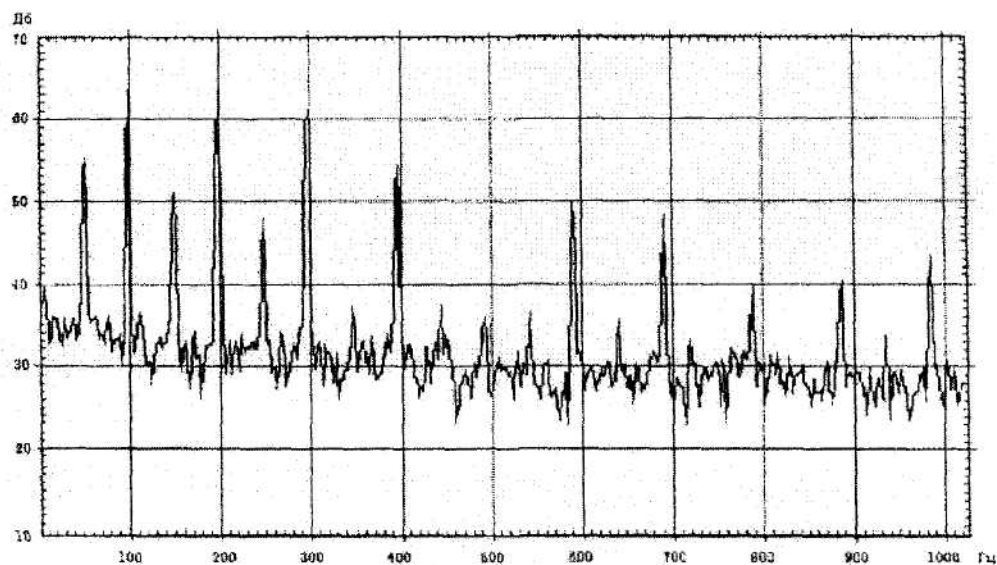


Рис. 1. Спектр вібрацій привода головного руху токарно гвинторізного верстата особливо високої точності мод. 16М05А зі шпинделем на гідростатичних опорах

БАБОРИГА Сергій Анатолійович – старший викладач кафедри “Менеджменту”
Волинського інституту економіки і менеджменту, м. Луцьк Волинської обл.

Наукові інтереси:

– питання прецизійної обробки деталей машин.

Подано 18.07.2001