

Вдосконалення металорізального обладнання для тропіків і субтропіків

Дана робота присвячена теоретичним основам удосконалення верстатного обладнання, як приклад захисту від жорстких умов тропічного і субтропічного клімату при введенні його в експлуатацію.

верстатне обладнання, тропіки, математичне моделювання, транспортування верстатів, вібрація, зміна температури, вологість, засоленість, забрудненість, кумуляція конденсату, корозія

Верстатне обладнання, що експлуатується в державах з тропічним та субтропічним кліматом, в разі недостатнього виконання всіх необхідних технічних заходів має строк роботи в 2-5 разів менший від вказаного в паспортних даних. Це пояснюється, в першу чергу, порушенням регламентних умов експлуатації, а також вимог до доставки, установки і налагодження устаткування. В другу чергу, зниження строку експлуатації визначається складними кліматичними умовами зовнішнього середовища. Негативними кліматичними факторами являються висока температура і вологість повітря, що приводять до корозії деталей обладнання. Забрудненість атмосфери, наявність сольових та пилових часток у повітрі також сприяє корозії деталей.

Таким чином, вдосконалення верстатного обладнання, призначеного для експлуатації в умовах тропіків та субтропіків, потребує обов'язкового врахування температурних умов роботи вузлів і агрегатів верстатів, врахування наявності вологи і заповишеності в повітрі та аналізу впливу механічних факторів, таких як удари і вібрації.

Цим питанням стосовно верстатів присвячені дослідження вчених і спеціалістів різних установ і організацій. Зокрема ці дослідження виконано в ЕНДМВ (Москва), ВНДІ „Гідропривід” (Харків). Встановлено, що в умовах тропічного і субтропічного клімату атмосферна корозія протікає при наявності на поверхні металу плівки вологи. При відносній вологості 50...75%, в результаті конденсації на поверхні металу з'являється тонка адсорбційна плівка (електроліт), через яку легко проникає кисень. У зв'язку з цим, корозія металу проходить дуже інтенсивно. Розглянуто в порівнянні швидкості корозії різних матеріалів, різні забруднення в різних зонах земної кулі. Порівнюючи корозійну агресивність атмосфери в різних районах, необхідно враховувати, що ступінь корозії пропорційна кількості і часу знаходження вологи на поверхні металу. Кількість вологи залежить від річної та добової кількості опадів, а час знаходження на поверхні - від швидкості випаровування. Різниця опадів та випаровування різна у різних районах земної кулі і характеризує агресивність атмосфери з достатньою для практичних цілей достовірністю.

В результаті проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що в сучасних умовах розвитку верстатобудівної промисловості України доцільно виконувати поетапну його модернізацію з орієнтацією на ринки держав, що розвиваються. Ці держави знаходяться в основному в умовах тропічного та субтропічного клімату. Тому дослідження, направлені на вдосконалення верстатного обладнання, призначеного для роботи у вказаних умовах, є актуальними і являють

собою суттєву наукову проблему, що має важливе значення для верстатобудівної промисловості України.

В роботі розглянуто основні наукові проблеми, що зв'язані з роботою верстатного обладнання в державах з тропічним та субтропічним кліматом.

Для уточнення цих наукових проблем вивчався досвід провідних верстатобудівних фірм Німеччини, Франції, Італії, Швейцарії, США, Японії та інших з конструктивно-технологічних введень у верстатне обладнання для тропіків і субтропіків. Було проаналізовано понад 250 представників верстатного обладнання: токарного, свердлувального, шліфувального, фрезерного, протяжного, зубообробного, спеціального обладнання ведучих фірм Pittler, Traub, Steinel, EX-Cell-O, COMBinat, Gildemeister Knoll, Voumard, Gering, Guislina, Diskus Verke, Karl Klink, Elb Schliffl, Peter Wolters, Thielenhaus, Shaudt, Hauser, Liebherr, Reishauer, Busch, Fritz Gekert, Anocut, Gehomat, Durr, Kuka, Мицуи Сэйки, W. Trdtoal, Ulttasons Anneiriass, Hagen & Gobel; Huller Hille та інших.

Для більш повного вивчення досвіду експлуатації верстатів в умовах тропічного клімату використовувались дані з різних джерел, зокрема: інформація відділів маркетингу інофірм при купівлі обладнання, результати аналізу технічної документації імпортного верстатного обладнання; свідчень, що одержані від технічного персоналу фірм (наладчиків, консультантів), аналізу конструктивних рішень вузлів, верстатів, патентів, «ноу-хау», натурних досліджень в умовах субтропічного клімату (в районах Грузії); досліджень у кліматичних камерах. Типове імпортне обладнання, призначене для експлуатації в тропіках і субтропіках, вивчалось на Кіровоградському заводі «Гідросила», Олександрійському НПО «Етал», Смілянському радіоприладному заводі, Кам'янському машинобудівному заводі.

На основі вивчення досвіду іноземних фірм встановлено, що при виготовленні і транспортуванні верстатного обладнання необхідно враховувати такі негативні фактори: високу температуру і вологість повітря, засоленість і запиленість атмосфери, інтенсивну сонячну радіацію; складні умови транспортування з України на великі відстані обладнання, його збереження і монтаж; можливість порушення регламентних умов експлуатації, низьку кваліфікацію персоналу, відсутність досвіду роботи.

Для зниження впливу негативних факторів необхідно вжити спеціальні заходи для захисту від попадання вологи і пилу в порожнини верстата, зниженню навантажень при транспортуванні шляхом використання стопорів, фіксаторів, прокладок, використання демпферів транспортних навантажень, контейнерів з віброізоляцією, стабілізації термічного режиму верстатного обладнання, спеціальних систем охолодження, спеціальної тари та упаковки, герметичних чохлів з селикогелем, упаковки типа «Кокон», захисту від корозії деталей верстатного обладнання [3,4].

В результаті проведених досліджень та аналізу досвіду вітчизняного й закордонного верстатобудування в роботі запропоновано комплекс робіт, які об'єднано для рішення двох комплексних проблем: жорстких температурно-вологісних умов, різних видів їхніх проявлень і захисту від них та вібрацій у динамічних системах верстатів, які мають місце при транспортуванні та експлуатації.

Для захисту верстатного обладнання від негативного впливу жорстких температурно-вологісних умов тропічного клімату як основної проблеми було проведено аналіз накопичення агресивних речовин у порожнинах верстатного обладнання [1,2].

Автоколивання мають місце під дією інерційних навантажень, виникаючих у зв'язку з коливаннями корпусних деталей верстатів. Умовами виникнення автоколивальних систем можуть бути: вільні маси з мінімальним тертям, наявність зовнішніх вібраційних навантажень. Як приклад на рисунку 1 показано схему

кінематичного ланцюга, який здійснює крутильні коливання в межах зазорів зубчатого зачеплення в точках $ABCD$. Коливання виникають під дією переміщення корпусу $\varphi_0(t)$. На рис. 1 показано схему крутильних коливань, що діють на перехідний вал.

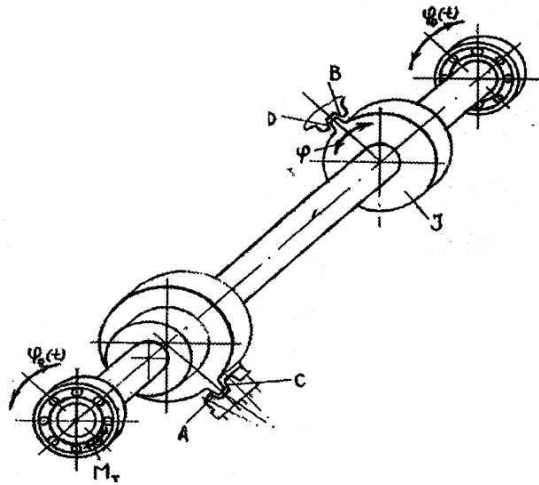


Рисунок 1. – Схема крутильних коливань, що діють на перехідний вал

Автоколивання вала мають періодичний характер, причому при транспортуванні верстата частота складає близько 100 Гц, амплітуда коливань близько 0,001 мм, вібраційне прискорення близько 5g, число циклів навантажень понад 10^7 .

Ілюстрацію закону нелінійного автоколивального руху проміжного вала подано на рис. 2. Коливання здійснюються в межах люфту $\Delta_1 + \Delta_2$, а при взаємодії вала з упорами має місце їхнє деформування, що характеризується кутом деформації φ_0 .

Проміжні вали звичайно не мають точного статичного і динамічного балансування. Зміщення центра мас відносно осі обертання приводить до виникнення інерційних навантажень при поступальних коливальних рухах верстата. Це особливо суттєво, якщо на валу розміщено незбалансовані маси.

Як приклад на рис. 3, а приведено схему двохплечого важеля з зубчатыми секторами, що використовуються в приводі заднього супорта токарно-револьверного автомата 1Б140.

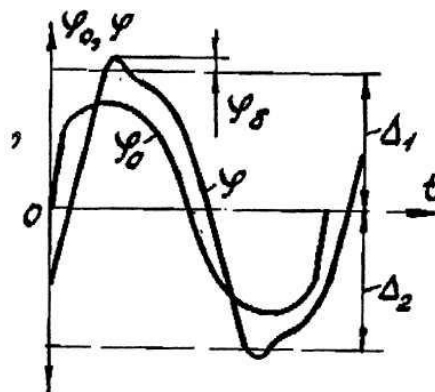


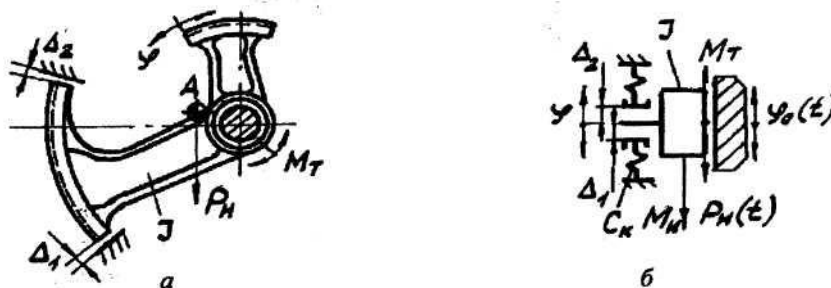
Рисунок 2 – Ілюстрація закону нелінійного автоколивального руху проміжного вала

Центр мас важеля зміщено відносно осі обертання і знаходиться в точці A . При вібрації верстата на важіль діє інерційне навантаження P_n , зумовлене поступальним переміщенням верстата. Це навантаження приводить до виникнення крутного моменту, який діє на важіль. Таким чином, якщо проміжні вали мають ексцентриситет центра мас, то при коливаннях верстата на них діє нестационарне моментне навантаження, яке

обумовлене інерційними силами. Динамічну модель проміжного вала, який має дисбаланс відносно осі обертання, показано на рис 3, б.

Приводні вали коробок швидкостей і коробок подач звичайно мають пасовий або ланцюговий привід. При вібрації верстата в пасах або ланцюгах виникають інтенсивні інерційні навантаження (рис. 4, а, б). Інерційні сили створюють випадкові моменти навантаження на вал. Враховуючи, що паси і ланцюги мають власну масу і пружність, ці моменти навантаження діють на вал згідно схеми (рис. 4, в).

Динамічні моделі нелінійних автоколивальних систем мають збуджуючими діями випадкові інерційні навантаження.



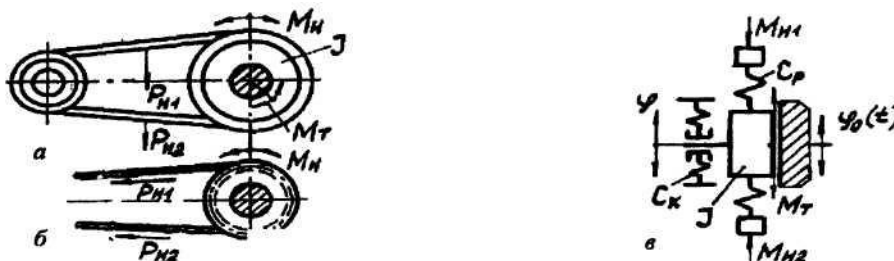
а – Схема двохплечого важеля

б – динамічна модель проміжного валу

Рисунок 3 – Схема двох плечового важеля з зубчатыми секторами (а) і динамічна модель проміжного валу, що має дисбаланс відносно осі обертання (б)

Ці навантаження виникають як при транспортуванні, так і при роботі верстата.

Випадкові вібраційні та транспортні навантаження являють собою складні нестационарні випадкові функції, і повне врахування дії цих навантажень недоцільно з причини значної складності. Тому навантаження розглянуті як стаціонарні ергодичні випадкові процеси.



а,б – Інтенсивні інерційні навантаження

в – Схема моментних навантажень, що діють на вал

Рисунок 4 – Інтенсивні інерційні навантаження

Кореляційні функції $R(\tau)$ вібраційних прискорень, що мають місце при перевезенні верстатів морським транспортом, взято у вигляді залежності:

$$R(\tau) = D e^{-\mu|\tau|} \cdot \left(\cos \beta \tau + \frac{\mu}{\beta} \sin \beta |\tau| \right), \quad (1)$$

де $D e^{-\mu|\tau|}$ - дисперсія випадкових навантажень;

μ, β - параметри, що визначають конкретний вигляд кореляційної функції.

Даній кореляційній функції відповідає спектральна щільність випадкового процесу, що визначається виразом

$$S(\omega) = \frac{\mu}{\beta} D \left[\frac{2\beta - \omega}{\mu^2 + (\beta - \omega)^2} + \frac{2\beta + \omega}{\mu^2 + (\beta + \omega)^2} \right]. \quad (2)$$

При перевезенні верстатного обладнання автомобільним транспортом спектральну щільність інерційних навантажень (коефіцієнт динамічності) прийнято у вигляді широкополосного випадкового процесу з двома резонансними піками (рис. 5).

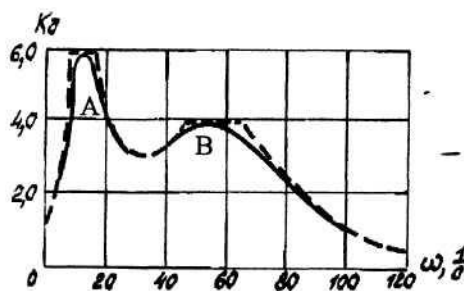


Рисунок 5 – Спектральна щільність інерційних навантажень при перевезенні автомобільним транспортом

Спектр інерційних навантажень має головний максимум (А) у низькочастотній області і локальний максимум (В) - у високочастотній. Для математичного опису транспортних навантажень використано залежність у вигляді суперпозиції правих частин формули (1) з різними значеннями параметрів D , μ , β , які вибираються з умов найкращого наближення розрахункових і експериментальних залежностей.

В роботі проведено теоретичне узагальнення та аналіз ударних і вібраційних зусиль у вузлах та деталях обладнання, що виникають при його транспортуванні та експлуатації. Визначено класи елементів динамічної системи, які реагують на вплив вібраційних навантажень. Зокрема, це елементи з постійним механічним контактом, та елементи, що мають ступінь вільності в межах люфту. Для елементів з постійним контактом теоретичне узагальнення виконано на основі лінійної теорії статистичної динаміки механічних систем.

Список літератури

- 1 Петренко В.А., Струтинский В.Б. Совершенствование металлорежального оборудования: монография. – Кировоград: - КИСМ, - 1998. – 236с.
- 2 Петренко В.А. Основні фактори впливу зовнішнього середовища тропіків і субтропіків на металорізальне обладнання // Труды Таврической государственной агротехнической академии. – Мелитополь. – 1999. – Том 7, вып. 2. – С. 6 -11.
- 3 Петренко В.А. Особенности эксплуатации металлорежущего оборудования в специальных условиях стран Азии, Африки и Латинской Америки: Методичні вказівки до практичних занять. – Кировоград: КИСМ, 1998. – 35с.
- 4 Петренко В.А., и др. Подбор аналогов на гидропривод импортных сельскохозяйственных машин // Проблемы разработки производства сельскохозяйственных машин. – Київ. – 1990. – С. 177-181.

Работа посвящена теоретическим основам совершенствования станочного оборудования как мерам защиты от жестких условий тропического и субтропического климата при его поставке в эксплуатацию.

The article considers theoretical principles of machine-tool equipment improvement as defense measures from hard conditions of tropical and subtropical climate when putting the equipment into operation.

Одержано 30.09.05