

Л4 КРІПЛЕННЯ МАШИН ДО ФУНДАМЕНТУ, РЕЗОНАНСНІ КОЛИВАННЯ

Кріплення машин до фундаменту

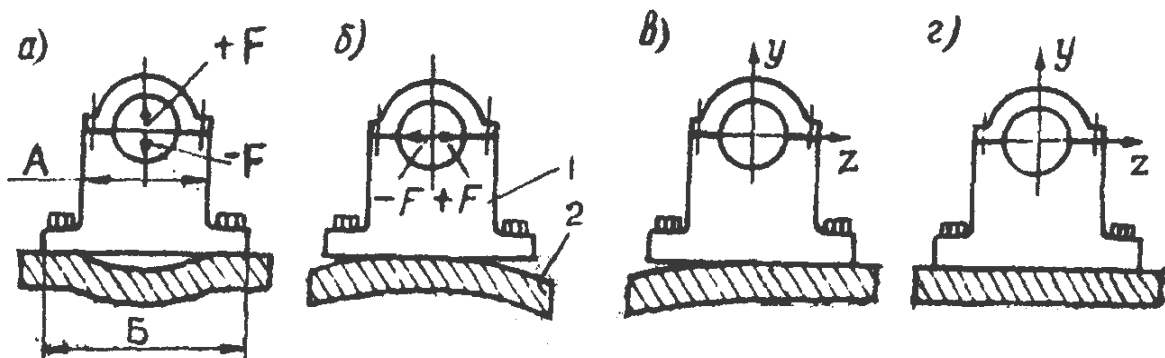
Власна вібрація машини в навколишнє середовище і вібрація з навколишнього середовища передається через опорні зв'язки (болтові з'єднання) машини. У діапазоні частот, приблизно до 1000 Гц болт і розміщені в безпосередній до нього близькості ділянки лап корпусу механізму і полиці фундаменту (рам, плит) коливаються як єдине ціле.

На високих частотах вище 1000-2000 Гц вібрації мають випадковий характер. Починаючи з частоти 1000-2000 Гц значну частку у випромінюваній машиною коливальній потужності становить робота, виконувана моментами.

Основною причиною вібрації є нещільне прилягання основи машин (лап, фланців) і ослаблення кріплення до фундаменту. При цьому збільшуються вібропереміщення машини унаслідок зменшення жорсткості кріплення, а також зменшення загальних мас, що коливаються разом із машиною.

При нещільному приляганні основи підшипникової стійки до фундаменту (рами, плити) в середній частині, як показано на рис. 10а, зростають вертикальні переміщення. Це пояснюється тим, що замість деформації стійки корпусу машини на стиснення, виникає вигин основи корпусу. Якщо нещільність прилягання має місце не в середній частині, а по краях корпусу, рис. 10б, то в цьому випадку послаблюється жорсткість кріплення в горизонтальному напрямку і відповідно зростають горизонтальні переміщення.

Нещільність прилягання корпусів машин і механізмів виникає найчастіше через викривлення фундаментної плити, помилок у монтажі корпусів з установкою прокладок тільки по краях корпусів, а також у конструкціях корпусів, що мають лапи не в одній площині корпусу, або малі розміри A корпусу порівнянно з розміром B лап (рис.10а). При нормальній установці корпусів підшипників їх вібропереміщення в горизонтальному (z) і вертикальному (y) напрямках змінюються гармонічно відповідно проекціям на осі z і y відцентрової сили F , що обертається (рис.11).



Рисункок 10 - Зміна жорсткості установки унаслідок нещільного прилягання підшипникових корпусів до місць кріплення
а, б) симетричне ослаблення жорсткості;
в, г) несиметричне зменшення жорсткості установки унаслідок одностороннього нещільного прилягання

(в) або одностороннього ослаблення кріплення (г);
 1-корпус, 2-рама, лист, плита фундаменту, F - відцентрові сили

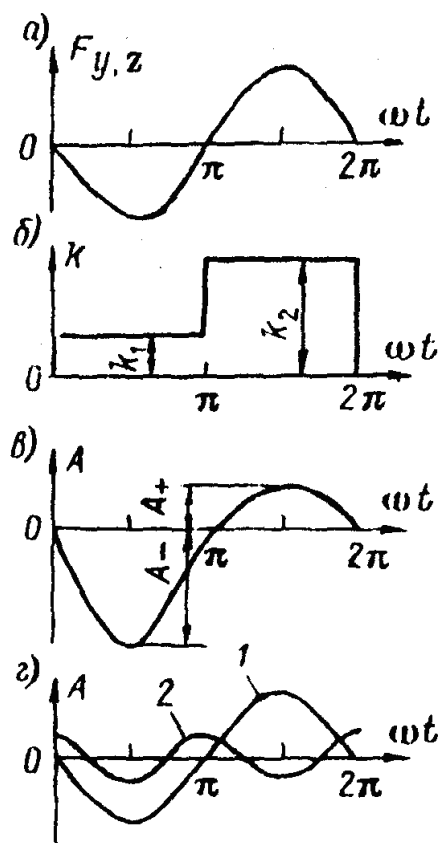


Рисунок 11 - Вібрація підшипника при жорсткій установці

У разі одностороннього нещільного прилягання жорсткість залежатиме від напрямку дії на підшипник збуджувальної сили.

Для поданої на рис. 10а схеми прилягання вертикальна і горизонтальна жорсткості кріплення корпусу машини більші, коли проєкції відцентрової сили на осі у і z позитивні, і менше, коли вони негативні, тобто $k_2 > k_1$ (рис.11б). Ослаблення кріплення корпусу до фундаменту і щільне прилягання по всій поверхні корпусу (рис. 10б) призводять до аналогічної відмінності жорсткостей k_2 і k_1 (рис. 10б). У обох випадках позитивне і негативне відхилення не будуть рівними між собою $A_- > A_+$ (рис. 10в).

Форма кривої виявляється спотвореною, в ній наявні вищі гармонічні складові, причому максимальною серед них буде друга гармоніка. На рис. 10г подані дві перші гармонічні складові (крива 1 і 2) сумарного вібропереміщення, показаного на рис. 10в. У граничному випадку, коли k_2 значно більше k_1 , амплітуда другої гармоніки може становити більше 40% від амплітуди першої.

Несиметричне послаблення жорсткості, як правило, відбувається внаслідок одностороннього порушення зв'язків фундаментної плити з фундаментом або руйнування прокладок під корпусом. Несиметрична жорсткість генерує коливання на другій гармоніці, амплітуда якої залежить від значення відцентрової сили, що діє на підшипник.

При співпадінні частоти, що генерується ротором, з резонансними частотами динамічних систем: «машина як тверде тіло - фундамент», «тверде тіло - амортизація - фундамент» і «машина як податлива протяжна металева конструкція блокових агрегатів - фундамент», можуть виникати резонансні коливання. Резонувати може і ротор.

У практиці машинобудування неодноразово наголошувалися випадки, коли режим роботи машини, що нормально працює на одному фундаменті, ставав аварійним при перестановці її на іншу основу. Зростання вібрації відбувалося головним чином унаслідок настання резонансу системи «машина-фундамент».

В області частот вище 100-200 Гц машини перестають коливатись як єдине ціле. На середніх і високих частотах їх корпус та окремі вузли є системами з розподіленими параметрами і генерують резонансні коливання на декількох частотах.

Резонанс валу викликається зміною в мастилi підшипників ковзання, в результаті їх зносу або зміни в'язкості масла, зміною жорсткості зчленувань валопроводів і опорних конструкцій машин.

У разі співпадіння власних частот машини зі швидкістю обертання або коли власна частота і вимушена знаходяться поряд, то неминучий незначний дисбаланс викликає підвищену вібрацію.

Варіювати рівень резонансних коливань можна таким чином:

- зміною (збільшенням) жорсткості машини (посилення конструкції збільшує її власну частоту);
- збільшенням маси машини, для пониження її власної частоти;
- збільшенням демпфування, наприклад, за рахунок віброізоляторів і додаткових зчленувань, щоб зменшити «відгук» машини на частоті, де вимушуються її коливання.

У загальному випадку, якщо частота, що вимушує коливання, нижче резонансної, то рівень вібрації залежить від демпфування, якщо вище - то від величини маси машини і її фундаменту.

Тема 3. Збудження і розповсюдження коливань в машинах