

Висновок

Отже, проведений розрахунок комбінованої пружної системи резонансної вібраційної притиральної машини з кутовими коливаннями притирального диска на міцність дає можливість перевірити її на здатність роботи в циклічних режимах.

1. Гаврильченко О.В., Ланець О.С., Шпак Я.В. Розрахунок на жорсткість комбінованої вертикальної пружної системи резонансної вібраційної притиральної машини з кутовими коливаннями // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Український міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2003. – Вип. 38. 2. Повидайло В.А., Щигель В.А. Конструкция и расчет вибрационных бункерных питателей с гиперболоидным решатчатым торсионом // Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении. – Львов: Изд-во Львов. ун-та. 1972. – Вип. 12. – С. 115 – 122. 3. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. / Под ред. Э.Э. Лавендела. – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4: Вибрационные процессы и машины. – 509 с. 4. Автоматическая загрузка технологических машин. Справочник / Под общ. ред. Клусова И.А. – М.: Машиностроение. 1990. 5. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів. За ред. Г.С. Писаренко. – К.: Вища школа, 1993.

УДК 621.01:621-868

О.В. Гаврильченко, С.А. Таянов, Р.В. Чубик
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизації та комплексної механізації

АНАЛІЗ ПОХИБКИ ФОРМИ ТА ЧАСТОТИ ПРИ ФОРМУВАННІ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СИГНАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШІМ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВІБРОТРАНСПОРТЕРОМ

© Гаврильченко О.В., Таянов С.А., Чубик Р.В., 2003

Проаналізовано зміни похибок форми, частоти та коефіцієнта нелінійних спотворень (гармонік) синусоїдального сигналу різної частоти, отриманого за допомогою розрідження еталонного масиву тривалостей імпульсів ШІМ.

In this article the analysis of change of form errors, frequency and the nonlinear distortions coefficient for different frequency sinus signal, that was obtained with the help of rarefaction of duration array of latitudinal-impulsive modulation impulses.

Вступ

Постановка проблеми. У зв'язку із розвитком сучасної вібротехніки виникає потреба в адаптивних самоналогджуваних системах керування для одержання максимально ефективних режимів роботи, а також для забезпечення стабільної продуктивності при зміні маси завантаження вібромашини або вібротранспортера.

Аналіз останніх досліджень. Для керування вібробудником в таких системах доцільно використовувати мікропроцесор або мікроконтролер. Застосування широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) [1] дає можливість отримувати синусоїдальний сигнал великої потужності та різної частоти.

При реалізації системи керування на мікропроцесорах з тактовою частотою не вище 12 МГц (КР1816ВЕ51) [2] виникає проблема перерахунку тривалостей імпульсів ШІМ модульованої синусоїди в реальному часі.

Постановка задачі

Для одержання необхідної частоти синусоїдального сигналу, який надходить на віброзбудник, пропонується розріджувати апріорно отриманий масив тривалостей імпульсів ШІМ для синусоїди, частота якої в декілька разів вища, ніж максимальна частота синусоїди на віброзбуднику. Цей масив попередньо має бути записаний в пам'ять МЕОМ.

Нижче наведений опис алгоритму та оцінка похибок, що виникають при даному методі реалізації ШІМ.

Опис запропонованого алгоритму

Принцип ШІМ полягає в тому, що період модульованого сигналу розбивають на певну кількість інтервалів (мікроперіодів ΔT). У кожному мікроперіоді формуються два різнополярні імпульси, співвідношення тривалостей яких відповідає значенню модульованого сигналу у відповідний момент часу.

Оскільки вищезгаданий мікропроцесор має розмір постійної пам'яті 4К, а також максимальна частота на віброзбуднику не перевищує 100 Гц, то для аналізу похибок форми, частоти та коефіцієнта нелінійних спотворень (гармонік) будемо розріджувати масив X розміром $M = 1024$ елементи, які мають вигляд

$$X_j = \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{M-1} \cdot j\right) \quad (1)$$

$$j = 0..M-1$$

Задавшись наперед тривалістю мікроперіоду ΔT (мкс) в мікросекундах, із співвідношення (2) знаходимо кількість елементів (N) масиву Y , що буде використовуватися для генерування синусоїди потрібної частоти

$$N = INT\left[\frac{T}{\Delta T \cdot 10^{-6}}\right], \quad (2)$$

де T (с) – період модульованої синусоїди. Крок розрідження (Δ) для створення необхідного масиву знаходимо із співвідношення

$$\Delta = \left(\frac{M}{N}\right). \quad (3)$$

Для отримання чергового відліку (Y_i) масиву Y потрібно додати до номера елемента L масиву X , такого що $X_L = Y_{i-1}$, (Y_{i-1} – попередній відлік масиву Y), крок розрідження Δ . Оскільки крок розрідження (Δ) не буде цілим числом, тому для отримання чергового відліку Y_i масиву Y потрібно проводити округлення після підсумовування ($L = L + \Delta$), а додавання кроку розрідження потрібно проводити до неокругленого L , яке має зберігатися в пам'яті. Такий алгоритм дає змогу максимально зменшити похибку, що виникає при розрідженні початкового масиву X розміром M , до Y розміром N .

Для того, щоб цей алгоритм розрідження використати для ШІМ, потрібно розріджувати не масив відліків синусоїди, а масив тривалостей додатних та від'ємних імпульсів ШІМ.

Дослідження зміни похибок форми та часу

Похибку форми та часу для синусоїди, отриманої за допомогою запропонованого алгоритму ШІМ, будемо знаходити, порівнюючи масив Y і еталонний масив (Z), порохований для N точок синусоїди тої ж самої частоти, що і Y (4):

$$Z_i = \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{N-1} \cdot i\right) \quad (4)$$

$$i = 0 \dots N-1$$

Для знаходження похибки форми проведемо обчислення тривалостей додатних імпульсів ШІМ (p) (5) розрідженого масиву та (pe) (6) еталонного масиву для N мікроперіодів

$$p_i = INT\left[\frac{\Delta T}{2} \cdot (Y_i + 1)\right] \quad (5) \quad pe_i = INT\left[\frac{\Delta T}{2} \cdot (Z_i + 1)\right] \quad (6)$$

або від'ємних імпульсів (h) і (he)

$$h_i = \Delta T - p_i. \quad (7)$$

$$he_i = \Delta T - pe_i. \quad (8)$$

Середньоквадратичну похибку форми можна розрахувати за формулою

$$\Delta\Phi = \frac{\sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} (pe_i - p_i)^2}}{N} \quad (9)$$

або

$$\Delta\Phi = \frac{\sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} (he_i - h_i)^2}}{N} \quad (10)$$

Обчисливши середньоквадратичні похибки тривалостей додатних та від'ємних імпульсів для чотирьох різних значень мікроперіоду, на діапазоні частот від 0 – 100 Гц отримано залежності, зображені на рис. 1

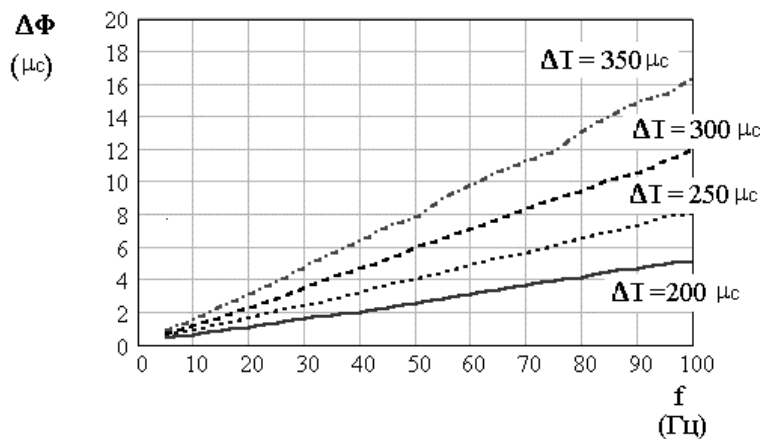


Рис. 1. Залежність похибки форми від тривалості мікроперіоду

З графіка видно, що похибка форми модульованої синусоїди збільшується із збільшенням тривалості мікроперіоду та із збільшенням частоти синусоїди.

Похибка часу ($\Delta\tau$) виникає через нерівність періодів теоретично заданої синусоїди і широтно промодульованої реальної синусоїди із певним мікроперіодом:

Похибка часу розраховується за такою формулою:

$$\frac{1}{f} \neq N \cdot \Delta T \cdot 10^{-6} \quad (10) \quad \Delta\tau = \frac{1}{f} - N \cdot \Delta T \cdot 10^{-6}, \quad (11)$$

де f – частота синусоїди, яку потрібно згенерувати.

Як видно із графіка величина $\Delta\tau \leq \Delta T$ в даному діапазоні частот. Відносна похибка часу (K) виражена у відсотках від відповідного їй періоду модульованої синусоїди на всьому діапазоні знаходиться із співвідношення

$$K_i = \frac{\Delta\tau_i \cdot 100}{T_i} \quad (12)$$

Закон зміни відносної похибки часу зображений на рис. 3, 4 відповідно для $\Delta T = 200 \mu\text{s}$, $\Delta T = 300 \mu\text{s}$.

Як видно із рисунків, при збільшенні тривалості мікроперіоду зростає відносна часова похибка за умовно прямолінійним законом. Отже, для того, щоб отримати широтно промодульовану синусоїду із заданою частотою, необхідно перед розрахунками параметрів p_i , h_i попередньо збільшити тривалість періоду на K відсотків.

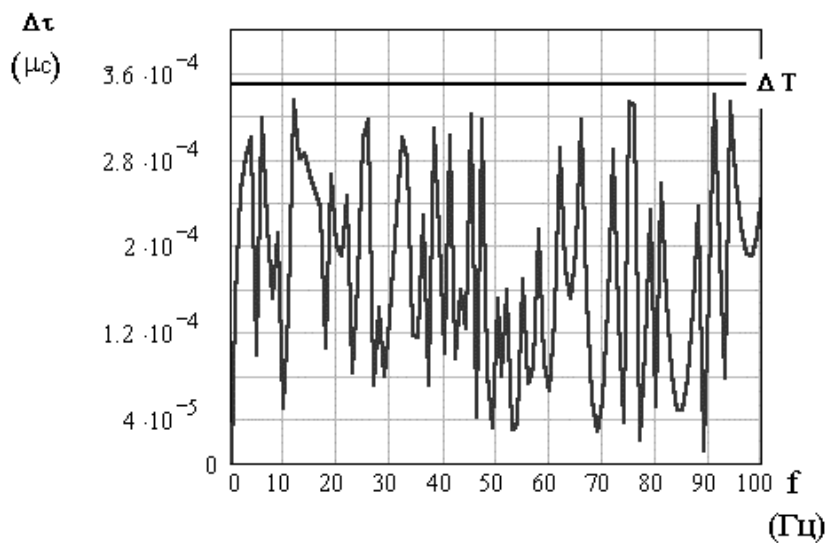


Рис. 2. Зміна величини похибки часу на діапазоні (0 – 100 Гц)

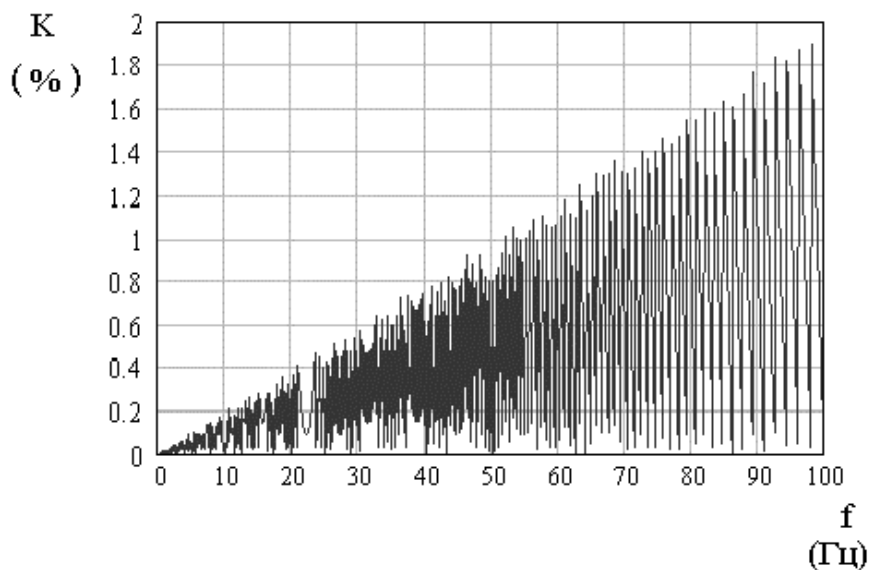


Рис. 3. Зміна відносної похибки при $\Delta T = 200 \mu\text{s}$

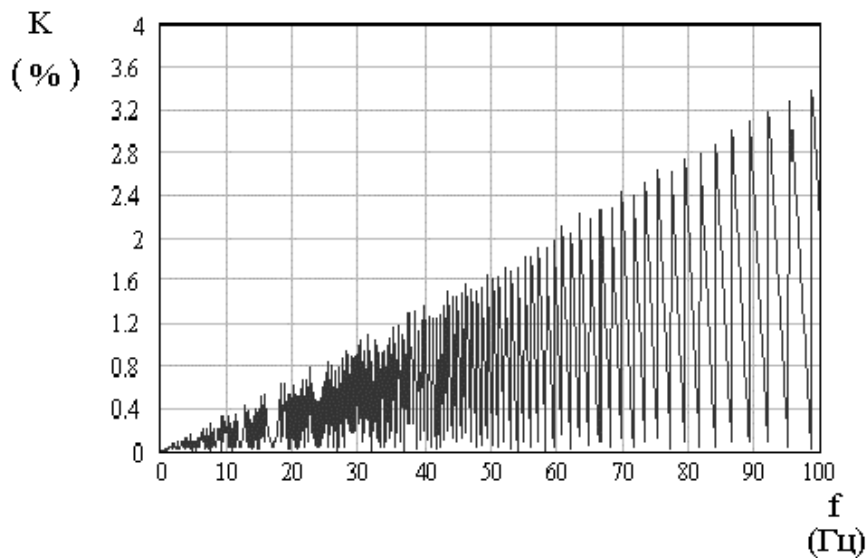


Рис. 4. Зміна відносної похибки при $\Delta T = 350 \mu\text{с}$

Аналіз зміни коефіцієнта нелінійних спотворень (гармонік)

Визначення даного коефіцієнта проводиться для перших 20 ($n = 20$) гармонік спектра ШІМ, оскільки частота 20 гармоніки дорівнює ($f \cdot 20$). Тобто в 20 разів більша за власну частоту коливної системи, тому механічна система через свою інертність не відреагує на вищі частоти.

Розрахунок коефіцієнта нелінійних спотворень проводиться за формулою

$$KN = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n (M_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (M_i)^2}} \cdot 100, \quad (13)$$

де i – номер гармоніки, $M_i = |A_k + j \cdot B_k|$; A_k та B_k – коефіцієнти Фур'є для сигналу, що живить вібробудник, $k = 0 - 1023$.

На рис. 5 зображені отримані результати визначення коефіцієнта нелінійних спотворень за формулою (13) для трьох значень ΔT . Як видно із рисунка, із збільшенням ΔT на конкретній частоті зростають нелінійні спотворення.

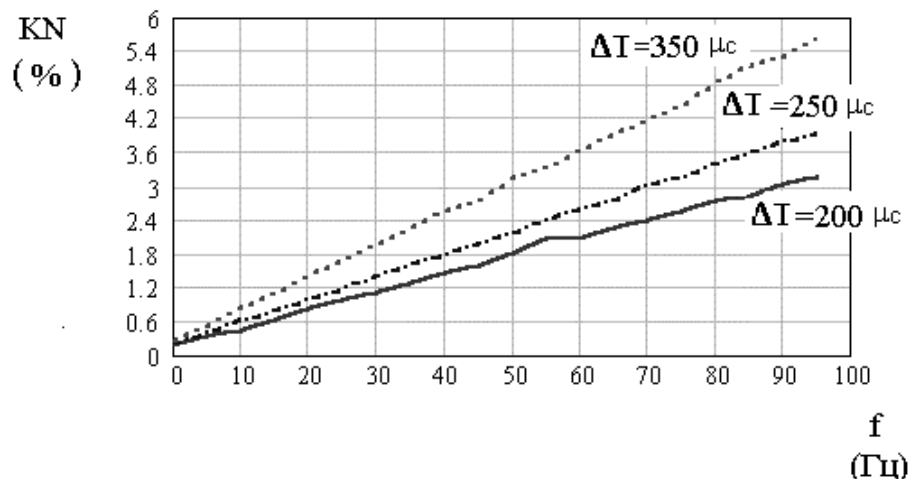


Рис. 5. Зміна коефіцієнта нелінійних спотворень при зміні ΔT

Висновки

Застосування цього методу реалізації ШІМ не призводить до суттєвих спотворень форми модульованого сигналу, тому є доцільним застосовувати його у системах керування на однокристальних МЕОМ.

Наведені в роботі графіки дозволяють правильно вибрати величину мікроперіоду ΔT для забезпечення заданих похибок форми, часу та коефіцієнта нелінійних спотворень.

1. Михайлов О.П. *Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: Учебник для вузов.* – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с. 2. Стрепко І.Т., Тимченко О.В., Дурняк Б.В. *Проектування систем керування на однокристальних мікроЕОМ.* – К.: Фенікс. – 1998. – 285 с.

УДК 621.833:621.7

Е.М. Гуліда, А.М. Жаровський

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології машинобудування

ВПЛИВ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ НА СТУПІНЬ ТОЧНОСТІ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА

© Гуліда Е.М., Жаровський А.М., 2003

Розглянуто вплив похибок, що виникають при виготовленні деталей зубчастої передачі на її кінцеву точність і на ступінь точності виготовлення зубчастих коліс. Результати теоретичних досліджень показали, що для забезпечення заданого ступеня точності зубчастої передачі необхідно зубчасті колеса виготовлювати точніше на один ступінь і відповідно підвищувати на один квалітет точності точність всіх інших складових елементів передачі.

Considered fault influence arising attached to making of details of gear on her final exactness and on making exactness degree of gear. The Results of theoretical researches showed that for guaranteeing of thrashed exactness degree of transmission necessary gears produce more exact on one degree and accordingly to raise on one qualitet exactness of all of other composing transmission elements.

Сучасний стан проблеми. Під час виготовлення деталей зубчастої передачі та її складання виникають похибки. Вони визначають ступінь точності готової передачі, яка, згідно з ГОСТом 1643–81, характеризується відповідними показниками точності (кінематичної, контакту зубців у передачі, плавності роботи). Також, незалежно від ступеня точності, потрібно забезпечити потрібний вид спряження в передачі. У машинобудуванні найпоширенішими циліндричними зубчастими передачами є передачі 6 – 8 ступеня точності згідно з ГОСТом 1643–81. Встановлено, що для забезпечення вказаних ступенів точності зубчастої передачі необхідно зубчасті колеса виготовляти на один ступінь точніше [1]. Але це питання розглядалося тільки для редукторів загального призначення, у яких зубчасті колеса не мають переміщення вздовж вала, тобто колеса закріплені нерухомо. У цьому випадку кількість складових елементів (деталей) в передачі набагато менша, ніж у