

УДК 658, 621, 338

Н. Ю. Ламнаер, канд. техн. наук

Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕЛИЧИНЫ БИЕНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ИЗДЕЛИЙ

В работе определены понятия качества технологического процесса по параметру биения и предложена новая методика расчёта его показателей. А также предложена методика прогноза времени работы вращающихся изделий до выхода за заданный допуск по параметру биения. В процессе работы цилиндрических изделий предлагается проводить расчёт показателей качества, влияющих на их надёжность.

В роботі визначені поняття якості технологічного процесу за параметром биття та запропонована методика розрахунку його показників. А також запропонована методика прогнозу часу роботи виробів, що обертаються, до виходу за заданий допуск по параметру биття. В процесі роботи циліндричних виробів запропоновано проводити розрахунок показників якості, що впливають на їхню надійність.

Постановка задачи

Для любой страны бесперебойное обеспечение энергией потребителей является не маловажной составляющей ее благосостояния. Потому обеспечение качества изделий, применяемых в энергетике, является важной задачей. С течением времени свойства, определяющие качество изделия, изменяются и, в зависимости от их изменения, меняется само качество. Поэтому, под надёжностью изделия понимается его способность сохранять качество во времени при определенных условиях эксплуатации. Эксплуатация изделий является основным источником информации для управления качеством, позволяя достоверно определить ряд показателей [1]. В энергетической промышленности большинство основных изделий осесимметричны и они вращаются. Отрицательным фактором для них является биение, так как значительное биение уменьшает времени работы их иногда в сотни раз, которое является одним из показателей надёжности [2].

Одними их основных показателей качества осесимметричных изделий являются радиальное и торцевое биения.

Оценить величину биения и спрогнозировать эту величину в некоторый момент времени τ является одной из основных задач, как на стадии конструирования, так и эксплуатации этих изделий. Для анализа при изготовлении и эксплуатации изделия необходимо уметь исследовать поведение величин биения от времени работы, когда величина биения находится в норме. Введение коэффициентов позволит судить как о возможном выходе (или не выходе) биения за границы допуска T в течение некоторого времени τ так и сам характер выхода за границу допуска T .

Результаты

В работе [3] найдена адекватная модель биения

$$f(r) = \frac{(2 + \alpha)(1 + \alpha)}{r_b^{2+\alpha}} r(r_b - r)^\alpha, \quad (\alpha > -1) \quad (1)$$

где r_b – масштабный параметр;

α – параметр формы.

Модель (1) принадлежит к кривым Пирсона I типа, что уже частично делает ее близкой к «истинной» более того она имеет верхний порог r_b , что физически адекватно.

Была и найдена функция распределения случайной величины биения R , которая имеет вид:

$$F(r) = \begin{cases} 0, & r \leq 0 \\ 1 - \frac{(r_b - r)^{\alpha+1} (r_b + (1 + \alpha)r)}{r_b^{2+\alpha}}, & 0 \leq r \leq r_b \\ 1, & r \geq r_b \end{cases} \quad (2)$$

и все числовые характеристики модели (1). Так математическое ожидание величины R имеет вид

$$M(R) = \frac{2r_b}{\alpha + 3},$$

а среднее квадратичное отклонение $\sigma(R)$:

$$\sigma(R) = \frac{r_b}{(\alpha + 3)} \sqrt{\frac{2(1 + \alpha)}{(\alpha + 4)}}.$$

Мода модели (1) определяется выражением:

$$r_{\text{mod}} = \frac{r_b}{1 + \alpha}$$

Для модели (1) были предложены различные оценки параметров r_b и α как с использованием порядковых статистик, так и без них используя традиционные методы. Применяя метод Монте-Карло, были найдены наилучшие оценки по смещению и эффективности. Такими оценками оказались оценки [4].

$$\alpha_1 = \frac{8S^2 - \bar{r}^2}{\bar{r}^2 - 2S^2} \quad (3)$$

и

$$r_{b1} = \frac{\bar{r}(\alpha_1 + 3)}{2}, \quad (4)$$

где \bar{r} выборочное среднее и S^2 исправленная выборочная дисперсия, оценка r_{b1} параметра r_b находится по найденному α_1 из (3).

Используя понятие допустимой вероятности риска – δ , можно ввести такое понятие как гарантированное верхнее значение биения. Это такое значение биения, при котором с гарантией $\gamma = 1 - \delta$ можно утверждать, что биение не превысит некоторого значения r_γ . Данное значение для модели (1) находится из (2), где необходимо решить уравнение относительно r_γ .

$$(r_b - r_\gamma)^{\alpha+1} (r_b + (1 + \alpha)r_\gamma) = r_b^{\alpha+2} \delta, \quad (5)$$

На основании модели (1) и оценок ее параметров (3) и (4), можно предложить следующую методику оценки времени работы вращающихся цилиндрических изделий по параметру радиального и торцевого биения:

1. По малому количеству испытаний ($n \geq 3$), пользуясь формулой (4), находим оценку верхнего порога r_{b1} в заданные промежутки времени τ .

2. С помощью сплайн аппроксимации находим функциональную зависимость оценки верхнего порога биения r_{b1} от времени τ .

3. Определяем величину времени - τ_0 по найденной аппроксимации, для этого решаем уравнение относительно τ , где $r_{b1} = T$.

Найденное τ_0 (рис. 1) по данной методике и есть время, до которого величина верхнего порога радиального или торцевого биения находится в допустимых пределах. Программа вычисления величины τ_0 сделана в системе MAPLE. Аналогично можно найти γ – процентный гарантированный ресурс по параметру биения, где вместо оценки верхнего порога биения берётся оценка гарантированного верхнего значения биения, определяемого по формуле (5).

Данная методика расчета может быть применима для любых изделий, где одним из параметров качества является биение.

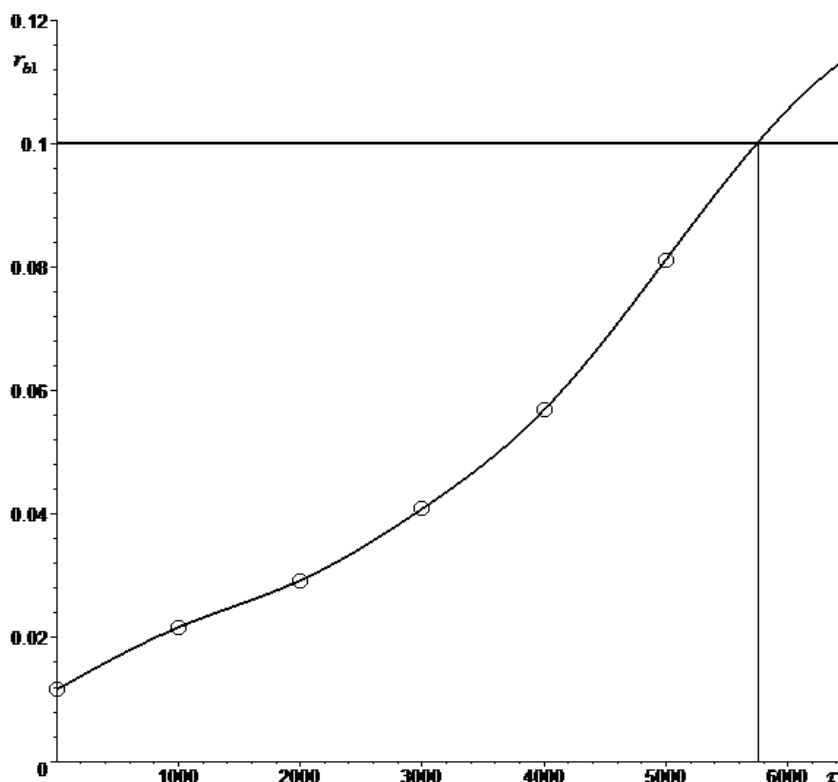


Рис. 1. Сплайн-аппроксимация верхнего порога биения r_b в зависимости от времени τ .

Так как предложенная модель радиального биения (1) имеет ограничение сверху в виде верхнего порога – r_b , который достаточно точно может быть определен из формулы (4), то по аналогии с рекомендациями ГОСТ 27.202-83 «Технологические системы» [5] можно предложить такие основные показатели биения изделия:

1. Коэффициент мгновенного рассеяния

$$K_{\rho}(\tau) = \frac{r_{b1}(\tau)}{T}. \tag{6}$$

где $r_{b1}(\tau)$ – оценка верхнего порога биения в момент времени τ ;

2. Коэффициент смещения по биению – функция верхнего порога биения от времени τ (рис. 1.)

$$K_c(\tau) = r_{b1}(\tau). \tag{7}$$

3. Коэффициент запаса точности по биению

$$K_3(\tau) = \dot{O} - r_{b1}(\tau). \quad (8)$$

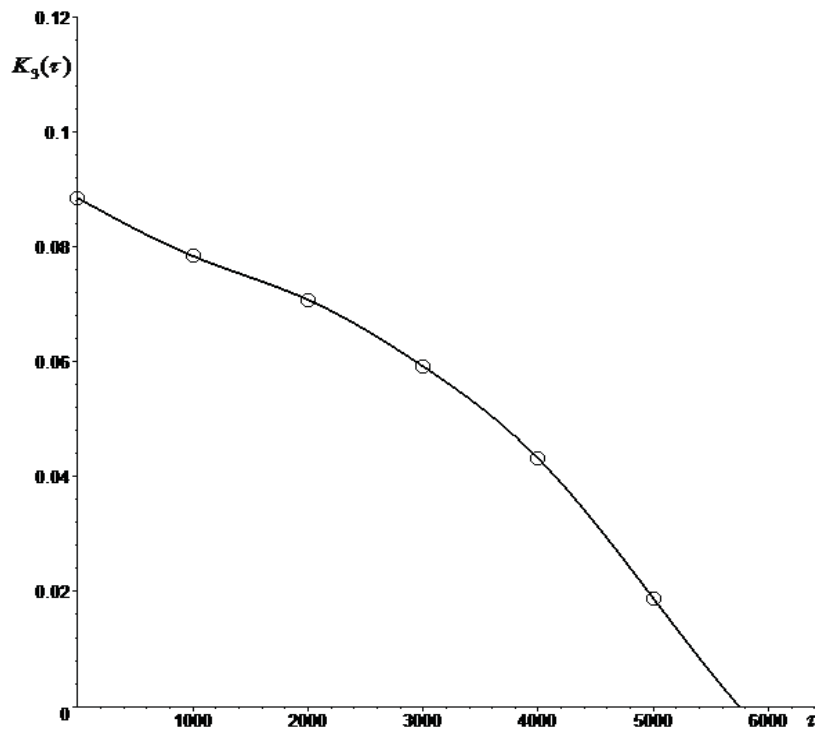


Рис. 2. Коэффициент запаса точности по биению по результатам рис. 1.

Если вместо оценки верхнего порога биения r_{b1} взять оценку гарантированного верхнего значения биения, вычисленную по формуле (5) в каждый момент времени $\tau - r_\gamma(\tau)$, то по аналогии можно предложить такие понятия как:

1. Гарантируемый коэффициент мгновенного рассеяния по биению

$$K_{\rho\gamma}(\tau) = \frac{r_\gamma(\tau)}{T}.$$

2. Гарантируемый коэффициент смещения по биению – функцию гарантированного верхнего значения биения от времени τ

$$K_{c\gamma}(\tau) = r_\gamma(\tau).$$

3. Гарантируемый коэффициент запаса точности по биению

$$K_{3\gamma}(\tau) = \dot{O} - r_\gamma(\tau).$$

Использование гарантированного коэффициента точности $K_{\rho\gamma}(\tau)$ позволяет достаточно просто производить контроль при этом должно выполняться условие:

$$K_{\rho\gamma}(\tau) < 1.$$

Для исследуемых технологических процессов сборки по предлагаемой модели биения (2.6) определим предложенные характеристики качества собранного соединения по биению.

Приведём пример расчёта торцевого биения по следующим 5 измерениям одинаковых изделий [0,003; 0,01; 0,005; 0,008; 0,007], [0,008; 0,02; 0,015; 0,01; 0,018], [0,012; 0,028; 0,026;

0,018; 0,025], [0,018; 0,035; 0,04; 0,033; 0,038], [0,03; 0,053; 0,06; 0,05; 0,048], [0,05; 0,068; 0,07; 0,06; 0,061] в начальный момент и в последующие моменты через 1000 часов в мм. Отсюда имеем, используя формулы (3) и (4) точки верхнего порога биения (0; 0,01159), (1000; 0,02168), (2000; 0,02927), (3000; 0,04086), (4000; 0,05686), (5000; 0,08119). Смотрите Рис. 1., где применена кубическая сплайн-аппроксимация. Так как допустимое торцевое биение для изделия $T=0,1$ мм, то, приравнивая последнее уравнение сплайн-аппроксимации к 0,1 имеем прогноз времени выхода биения за допуск, который равен 5745,99 часов. Применяя (5) при допустимой вероятности риска $\delta=0,05$ находим точки гарантированного верхнего значения биения (0; 0,01069), (1000; 0,02103), (2000; 0,02910), (3000; 0,04082), (4000; 0,05685), (5000; 0,08102).

Используя сплайн-аппроксимацию, появляется возможность более точно найти зависимость коэффициента смещения по биению от времени τ . Данная зависимость позволяет найти фазовые переходы величины биения, где меняется выпуклость данной графической зависимости. В этом примере эта точка имеет время $\tau=1442,53$ часов, что говорит о недостаточном качестве данного изделия. От этого времени ускорения верхнего порога биения увеличивается.

Выводы

Модель биения (1), имеющая верхний порог биения, дала возможность создания новых расчётных формул и введения новых понятий, связанных с основными показателями качества изделия.

1. Предложена новая методика расчёта показателей качества технологического процесса, обеспечивающего качество изделия по параметру биения, включающая в себя:

- 1) оценку верхнего порога биения;
- 2) коэффициент запаса точности по параметру биения;
- 3) оценку стопроцентного гарантированного резерва технологической точности;

2. Определены понятия, определяющие качество технологического процесса по параметру биения:

- 1) гарантированное верхнее значение биения;
- 2) гарантированный коэффициент запаса точности.

3. Предложена методика прогноза времени работы вращающихся изделий до выхода за заданный допуск по параметру биения.

4. В процессе работы цилиндрических изделий предлагается проводить расчёт таких показателей качества, влияющих на их надёжность, как:

- 1) коэффициент мгновенного рассеяния по биению;
- 2) коэффициент смещения по биению;
- 3) коэффициент запаса точности по биению;
- 4) гарантируемый коэффициент мгновенного рассеяния по биению;
- 5) гарантируемый коэффициент смещения по биению;
- 6) гарантируемый коэффициент запаса точности по биению.

5. Разработанные программы в системе MAPLE позволяют достаточно просто определить основные показатели качества технологического процесса вращающихся изделий по параметру биения и произвести расчёт основных параметров надёжности изделия, определять время выхода изделия за допуск.

Список литературы

1. Шор Я. Б. Основные понятия и термины системы управления качеством продукции. //Стандарты и качество. – 1979, – № 2. – С. 29–32.
2. Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
3. Ламнауэр Н. Ю. Технологическое обеспечение качества соединений по параметру биения // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2005. – Вып. 57. –

С. 56–61.

4. Арпентьев Б. М., Ламнауэр Н. Ю. Оценка качества сборки соединений по критерию биения // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2005. – Вып. 9. – С. 48–54.

5. ГОСТ 27.202-83. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. – Введен 28.02.83. – М.: Изд-во стандартов, 1984, – 50 с.

FUNCTIONAL TEMPORAL DESCRIPTIONS OF SIZE OF BEATING OF THE REVOLVED WARES

N. Ju. LAMNAUER, Cand. Tech. Scie.

The paper defined the concept as a process for setting and beat the technique of calculating its indices. And also the technique of forecasting the time of the products traded, by going beyond the specified tolerance on the parameter beating. In the process of cylindrical products proposed to perform the calculation of quality indicators that affect their reliability.

Поступила в редакцию 03.03 2011 г.

БИОТОПЛИВО – ОЧЕРЕДНОЙ ШАНС ДЛЯ УКРАИНЫ

А. Зануда, журналіст

У Відні за зачиненими дверима національні регулятори із 72 країн світу переглядають міжнародні стандарти ядерної безпеки. Конференцію було скликано потому, як громадське занепокоєння, пов'язане із аварією на японській атомній станції у Фукусімі, підірвало довіру до ядерної енергетики.

Як вважають оглядачі, Україна має не втратити шанс на розвиток біоенергетики, і, з одного боку, зменшити свою залежність від традиційних імпорتنих енергоносіїв, а з іншого боку, повністю використати потенціал свого аграрного сектора. Крім того, це могло б наблизити Україну до Європи, де ці джерела енергії використовуються давно.

У Нідерландах мало яка ферма, броварня чи молочний завод обходиться не тільки без свого енерговітряка, але й без установки, що перетворює біомасу – від сміття та гною з-під худоби до силосу, лушпиння та померзлих овочів, – на електроенергію чи пальне.

Багато ферм у Нідерландах мають не тільки власний енергетичний вітряк, але й біогазовий генератор.

В Україні досить сміття. Для України, яка, з одного боку, на 55 % залежить від імпортного палива, а з іншого – не повністю використовує потенціал свого сільського господарства, виробництво енергії на основі біомаси могло б стати реальною альтернативою, що дозволила б не тільки побороти надмірну залежність від імпорتنих енергоносіїв, але й наблизити Україну до Європи та зробити свій внесок у запобігання зміні клімату.

Утім, як каже директор департаменту технологічної політики Національної агенції з енергоефективності та енергозбереження Олександр Шерстюк, для України було б краще поки що зосередитися на виробленні енергії зі сміття, а сільськогосподарську сировину використовувати наразі лише для пілотних проєктів:

Майбутнє використання "зелених" технологій може полягати у поступовому заміщенні імпортного газу, який від 2005 року подорожчав для України у понад

5 разів – каже Георгій Гелетука із Інституту технічної теплофізики НАНУ. З огляду на те, що половина газу із паливного балансу України іде на вироблення теплової енергії, то і заміщувати його біомасою було б вигідно саме у цьому сегменті. У подальшому, каже експерт, можна було б розглянути можливість вироблення електроенергії із біомаси заради відмови від планів розширювати атомну енергетику.

«УКРАИНСКАЯ ПРАВДА», 07.04.2011