

Моменты инерции J_u и J_3 не могут подстраиваться, т.к. первый из них задается конструктивными размерами исполнительного органа, а второй определяется технологическими режимами измельчения. Поэтому, задаваясь их суммарным значением, следует подобрать надлежащую жесткость c_2 трансмиссии привода для удовлетворения условия гашения колебаний (13). Однако, из этого выражения видно, что настройка антирезонанса может быть нарушена, если момент инерции загрузки J_3 изменяется в силу случайных флуктуаций технологического режима или при вмешательстве оператора измельчительного оборудования.

Условие гашения колебаний (10) выгодно отличается от проанализированного выше условия (13) тем, что позволяет выполнить настройку антирезонанса независимо от тех или иных изменений технологического режима и поэтому является основным расчетным соотношением, обеспечивающим гашение колебаний в системе привода измельчительного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаков И.М. Теория колебаний. - М.: Наука, 1968. - 560 с.
2. Алексеев А.М., Сборовский А.К. Судовые виброгасители. - Л.: Судпромгиз, 1962. - 217 с.
3. Крюков Д.К. Усовершенствование размольного оборудования горнообогатительных предприятий. - М.: Недра, 1966. - 171 с.

УДК 519.226:681.518.54

В.В. Смирнов

АЛГОРИТМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Запропоновано алгоритм побудування найкращої критичної області з найбільшою потужністю критерію $(1-\alpha)$. Визначено мінімальне число повторних вимірювань, які виконуються за допомогою автоматизованих систем технічної діагностики (АСТД) з обмеженою точністю. Бібліогр.: 3 найм.

При использовании автоматизированных систем технической диагностики (АСТД) с определенной погрешностью измерений результаты технической диагностики (ТД) могут сопровождаться двумя видами ошибок [1]: ложной тревогой, наблюдаемой с вероятностью α и пропуском дефекта, появляющимся с вероятностью β . Традиционным средством повышения достоверности результатов ТД является увеличение точности контрольно-измерительной аппаратуры. Однако, при заданной и ограниченной точности АСТД достоверность результатов может быть повышена только повторением измерений контролируемых параметров. При этом процесс ТД определяется тремя показателями: α , β и n , где n - число независимых измерений одного и того же контролируемого параметра объекта технической диагностики (ОТД).

Математическая постановка задачи допускового контроля естественным образом сводится к задаче проверки двух гипотез: H_0 - контролируемый параметр находится в допусковой области - против единственной простой альтернативы H_1 - контролируемый параметр вышел за пределы своего допуска.

Допустим, для проверки технического состояния ОТД используется АСТД, которая при единичном измерении с вероятностью β^* пропускает дефект и с вероятностью α^* вызывает ложную тревогу. Пусть β - заданный уровень достоверности результатов ТД, соответствующий допустимости вероятности пропуска дефекта. При проведении проверок возможны $n+1$ исходов, когда показание АСТД - "контролируемый параметр вышел за пределы допусковой области (1^*)" появляется $0, 1, \dots, n$ раз, а показание "контролируемый параметр находится в допусковой области (0^*)" наблюдается соответственно $n, n-1, \dots, 0$ раз. Эти пары исходов образуют множество S , состоящее из точек l_i , где $i=0, 1, \dots, n$. При этом задача принятия решения о техническом состоянии ОТД эквивалентна задаче разбиения этого множества на две области так, чтобы при попадании точки в так называемую "критическую область" с заданной достоверностью

отвергалась бы испытываемая гипотеза H_0 и принималась бы альтернативная H_1 , а при попадании точки в другую область решение было бы противоположным.

Вероятность показаний АСТД 1^* и 0^* распределены по биномиальному закону [2] и поэтому по результатам n -кратных измерений условные вероятности конкретного показания АСТД определяются по следующим формулам:

$$P(l_i / H_0) = c_n^i \beta^{*i} (1 - \beta^*)^{n-i}, \quad (1)$$

$$P(l_i / H_1) = c_n^i \alpha^{*(n-i)} (1 - \alpha^*)^i, \quad (2)$$

где $i = 0, 1, \dots, n$ - число показаний результата 1^* в серии из n измерений; $c_n^i = \frac{n(n-1)\dots(n-i+1)}{n!}$ - число сочетаний из n по i .

"Критическую область" $W(\Delta)$ образуют точки, для которых отношение правдоподобия

$$\psi(l_i) \leq \Delta, \quad (3)$$

где

$$\Psi(l_i) = \frac{P(l_i / H_0)}{P(l_i / H_1)} = \frac{\beta^{*i} (1 - \beta^*)^{n-i}}{\alpha^{*(n-i)} (1 - \alpha^*)^i}, \quad (4)$$

Δ - заранее выбранная граница принятия решения.

Исходы испытаний ОТД, изображаемые точками l_i во множестве S , попарно несовместимы. Поэтому условная вероятность попадания точки l_i в "критическую область" $W(\Delta)$, содержащую r точек, при условии справедливости гипотезы H_0 составляет

$$P(l_i \in W(\Delta) / H_0) = \sum_{k=1}^r P(l_k / H_0) \quad (5)$$

Задача обеспечения заданной достоверности результатов ТД заключается в разработке алгоритма построения наилучшей критической области (н.к.о), которой соответствует заданный уровень значимости

$$\beta = P(l_i \in W(\Delta) / H_0). \quad (6)$$

Такой алгоритм формирования н.к.о., а значит и алгоритм принятия решения о техническом состоянии ОТД с заданной степенью достоверности, может быть следующим:

1. Вычислить условные вероятности возможных показаний АСТД по формулам (1) и (2);

2. Определить для каждой точки отношение правдоподобия $\psi(l_i)$ по формуле (4);

3. Расположить точки l_i в порядке убывания величин и пронумеровать их так, чтобы

$$\Psi(l_0) \leq \Psi(l_1) \leq \dots \leq \Psi(l_i) \leq \dots \leq \Psi(l_n), \quad (7)$$

4. Образовать н.к.о. из столько первых точек последовательности (7), чтобы

$$\sum_{i=0}^{m-1} P(l_i / H_0) \leq \beta, \quad (8)$$

5. Если исход серии из n измерений, изображаемый точкой l_i во множестве S , попадает в н.к.о, то принимается решение - "контролируемый параметр находится в допусковой области", а в противном случае принимают противоположное решение.

Описанный алгоритм позволяет определить минимальное число повторных измерений, выполняемых при помощи АСТД с ограниченной точностью, для достижения заданного уровня значимости β . Очевидно, что наиболее обоснованным исходом для отвержения гипотезы H_0 и принятия альтернативы H_1 будет получение n раз результата 1^* . "Критическая область" при этом состоит из одной точки и с учетом формулы (8) имеет место соотношение

$$P(l_i / H_0) = \beta^{*n} \leq \beta, \quad (10)$$

откуда n может быть определено как минимальное целое, для которого выполняется неравенство

$$n \geq \frac{\log \beta}{\log \beta^*}. \quad (11)$$

Кроме того, согласно фундаментальной лемме теории проверки статистических гипотез [3], построенная по предлагаемому алгоритму н.к.о., обладает наибольшей мощностью критерия

$$1 - \alpha = \sum_{i=0}^{m-1} P(l_i / H_1), \quad (12)$$

среди других "критических областей" $W(\Delta)$ с тем же уровнем значимости β .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. - М.: машиностроение, 1978. - 240 с.
2. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятности и математической статистики для технических приложений. - М.: Наука, 1965. - 511 с.
3. Кокс Д., Хинкли Д. Теоретическая статистика. - М.: Мир, 1978. - 560 с.

УДК 624.04

В.П. Семененко

ПОДАТЛИВОСТЬ СООСНОСОПРЯЖЕННЫХ ЧЕРЕЗ СТЕРЖНЕВУЮ СИСТЕМУ ШПАНГОУТОВ

Досліджена податливість співвісносполучених через стержневу систему шпангоутів при їх взаємному зміщенні. Здобуто систему рівнянь для довільної кількості стрижнів. Розглянуто окремі випадки. Показано вплив кількості і місця розміщення стрижнів на податливість системи. Табл. 2. Бібліогр. 2 найм.

Шпангоуты широко используются для повышения жесткости - уменьшения податливости - трубопроводов, цилиндрических оболочек, воспринимающих радиальную локальную нагрузку.

Рассматривалась конструкция, состоящая из двух шпангоутов, которые геометрически представляли собой две концентрические окружности с общим центром. Между собой шпангоуты были соединены с помощью N прямолинейных стержней, расположенных в точках $\varphi = \varphi_i$, где φ - круговая координата, $i = 1, N$. При смещении шпангоутов друг относительно друга происходило их нагружение сосредоточенными радиальными силами P_i , приложенными в точках $\varphi = \varphi_i$. Вертикальное смещение внутреннего шпангоута Δ под действием его веса $G_{шп}$ и веса прилегающего к нему трубопровода определялось по формуле

$$\Delta = \alpha G \quad (1)$$