

$$K_{\Delta f, L_1}(f_{рез}, L_{1рез}, L_{2рез}) = -\frac{f_{рез}}{2(L_{1рез} + L_{2рез})} \times \frac{\left(\frac{\partial \Gamma}{\partial L_1} \Big|_{\tilde{f}=f_{рез}/f_{0рез}, \tilde{L}_1=L_{1рез}/\lambda_{рез}, \tilde{L}_2=L_{2рез}/\lambda_{рез}} \right)_{21}}{\left(\frac{\partial \Gamma}{\partial \tilde{f}} \Big|_{\tilde{f}=f_{рез}/f_{0рез}, \tilde{L}_1=L_{1рез}/\lambda_{рез}, \tilde{L}_2=L_{2рез}/\lambda_{рез}} \right)_{21}}$$

Аналогичные коэффициенты влияния используются в теории измерительных приборов для оценки влияния первичных погрешностей на точность показаний прибора.

В качестве численного примера рассмотрим влияние погрешностей изготовления волновода на резонансную частоту при следующих исходных данных: резонансная частота $f_{рез} = 25$ кГц, скорость звука $c = 4900$ м/с. На рисунке 2 приведены расчетные зависимости коэффициентов влияния погрешностей геометрических параметров волновода на резонансную частоту от длины L_1 первой ступени для мод продольных колебаний с порядками $n = 1$ и $n = 2$.

Длина второй ступени L_2 при заданных резонансной частоте $f_{рез}$ и порядке n моды продольных колебаний связана с длиной первой ступени L_1 однозначной зависимостью, которая описывается условием резонанса (1), в связи с чем коэффициенты влияния погрешностей можно рассматривать как зависящие только от L_1 . Значения длины $L_1 = 46,3$ мм и $L_1 = 144,3$ мм, соответствующие максимальному значению коэффициента усиления, отмечены на рисунке 2 вертикальными линиями. Как видно из рисунка, в указанных точках коэффициент влияния погрешности длины L_1 принимает минимальное по модулю значение, а коэффициент влияния погрешности длины L_2 – максимальное по модулю значение (при $n = 2$ минимальное и максимальное значения понимаются в смысле локальных

экстремумов). При этом независимо от n и L_1 указанные значения отличаются примерно в 4,9 раза. Расчет показывает, что для волноводов с максимальным коэффициентом усиления отношение $K_{\Delta f, L_2}/K_{\Delta f, L_1}$ остается примерно равным 4,9 и при других значениях резонансной частоты: при изменении частоты в диапазоне от 20 до 30 кГц оно изменяется в интервале от 4,893 до 4,912. Из полученного результата следует, что для компенсации изменений резонансной частоты, вызванных малыми технологическими погрешностями размера L_2 второй ступени, может потребоваться значительное (по сравнению с изменением длины L_2) подстроечное изменение размера L_1 первой ступени, в связи с чем размер L_1 выполняется большим расчетного значения $L_{1рез}$: в частности, при технологической погрешности размеров L_1 и L_2 , равной $\pm 0,1$ мм, компенсация изменения резонансной частоты путем подстройки длины первой ступени возможна при условии $L_1 = (L_{1рез} + 0,6) \pm 0,1$.

Таким образом, разработанная методика расчетов позволяет проектировать ультразвуковые волноводы для тромбозэктомии с учетом влияния возникающих при их изготовлении технологических погрешностей на резонансную частоту продольных колебаний и анализировать возможность компенсации этого влияния путем подстройки геометрических размеров волновода.

Литература

1. Минченя, В.Т. Перспективы использования гибких ультразвуковых волноводных систем в медицине и технике / В.Т. Минченя, Д.А. Степаненко // Приборы и методы измерений. – 2010. – № 1. – С. 6-16.
2. Исследование продольных колебаний гибких ультразвуковых волноводов с помощью метода передаточных матриц / Д.А. Степаненко [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. – 2011. – № 2 (15). – С. 71-75.

УДК 621.391.1(075.8)

ПРИБОР КОНТРОЛЯ РОЛИКОВ

Есьман Г.А., Новицкий М.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Прибор контроля роликов предназначен для контроля прямолинейности образующей (конических и цилиндрических роликов), непостоянства диаметра и угла конуса конических роликов. Применяется в подшипниковой отрасли.

Целью разработки данного прибора является совмещение контроля нескольких параметров на одном устройстве, а также снижение утомляемости оператора.

Прибор оснащен системой передачи данных с измерительных головок на ЭВМ, что обеспечивает автоматический сбор данных контроля. Результат

контроля отображается на мониторе ЭВМ в виде номера группы для сортировки. По результатам контроля происходит разделение роликов на годные и бракованные (дефектные). Годные ролики сортируются по группам, которые указаны в числовой области экрана ЭВМ. Для удобства все данные выводятся в таблице excel.

Прибор для контроля роликов представлен на рисунке 1.

На столе (04) находится измерительное устройство (01). При контроле параметров ролика данные с измерительного устройства (01), через

распределительный блок (02), поступают на ЭВМ (03) и отображаются в удобной для нас форме.

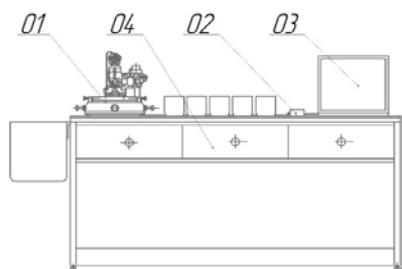
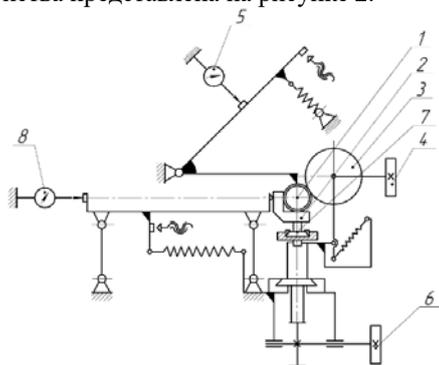


Рисунок 1 – Прибор контроля роликов

Кинематическая принципиальная схема устройства представлена на рисунке 2.



1 – контролируемый ролик; 2 – призма; 3 – приводной ролик; 4 – маховичок приводного ролика; 5,8 – измерительные головки; 6 – маховичок приводного вала; 7 – каретка

Рисунок 2 – Кинематическая схема прибора контроля роликов

Перед началом контроля проводят настройку прибора. Для настройки прибора при измерении цилиндрических роликов устанавливают измерительную головку 8 в державку параллелограммного механизма с натягом 0,2 мм. Перемещая установочный механизм вправо и влево до упора маховичком 6, наблюдают за показаниями измерительной головки. При отклонении показаний измерительной головки, добиваются такого положения призмы 2, при котором показания измерительной головки 8 совпадут в крайних положениях. Устанавливают ролик 1 в призму 2, а приводной ролик 3 в положение, обеспечивающее надёжное базирование детали в призме 2. Устанавливают необходимый ход каретки согласно нормативной документации. Крайние измерительные сечения контролируют на ролике 1 по краске.

Для настройки прибора при измерении конических роликов поворачивают призму 2 в горизонтальной плоскости приблизительно на угол $\alpha/2$, в вертикальной плоскости на угол α . Устанавливают аттестованный ролик в призму 2 и регулируют положение приводного ролика 3, обеспечивая надёжное базирование детали в призме 2. Выводят ролик 1 в левое измерительное сечение. Наносят на ролик краску. Снимают ролик

с призмы 2 и измеряют расстояние от базового торца, до риски штангенциркулем. Передвигают каретку 7 на разницу между измеренной величиной и значением аттестации. Устанавливают параллельность верхней образующей ролика 1 направляющим каретки в горизонтальной плоскости. Устанавливают измерительную головку 8 с натягом 0,2 мм при крайнем правом положении каретки 7. Перемещая каретку 7 вправо контролируют показания головки 8. Добиваются разности показаний измерительной головки 8 в крайних сечениях равных k :

$$k = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

где D_1 – значение диаметра ролика в большем сечении; D_2 – значение диаметра ролика в меньшем сечении.

Устанавливают параллельность верхней образующей ролика 1 направляющим каретки 7 в вертикальной плоскости. Для этого устанавливают наибольшее показания измерительной головки 5. Регулируя угол наклона в вертикальной плоскости добиваются разности показаний измерительной головки 5 в крайних положениях каретки разной разности отклонения от номинальных значений диаметров ролика с учетом знака. Устанавливают значение диаметра ролика 1 в аттестованном сечении. Перемещают каретку в крайнее правое положение, устанавливают отклонение от номинального значения диаметра ролика 1 в большем сечении.

Схема устройства контроля роликов представлена на рисунке 3.

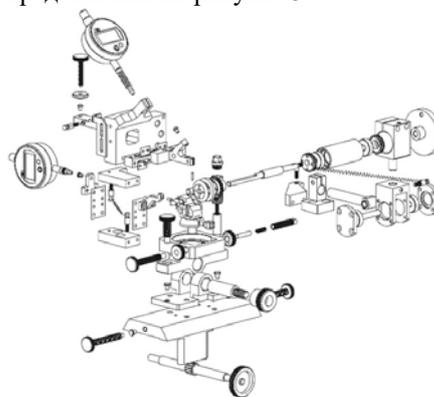


Рисунок 3 – Схема контроля роликов

После настройки прибора проводят контроль параметров ролика. Для контроля параметров устанавливают контролируемый ролик 1 на измерительную позицию в призму 2 и прижимают приводным роликом 3. Вращая маховичок приводного ролика 4, проворачивают ролик 1 на 2-3 оборота и следят за показаниями измерительной головки 5 (контроль непостоянства диаметра). После этого определяют отклонение от угла конуса (для конических роликов) или конусообразность (для цилиндрических роликов) и прямолинейность образующей. Для этого вращая маховичок приводного вала 6, перемещают каретку 7 вправо и

влево до упоров, также следят за показаниями измерительной головки 8.

Схема контроля цилиндрических роликов представлена на рисунках 4а и 4б, а конических на рисунках 5а и 5б.

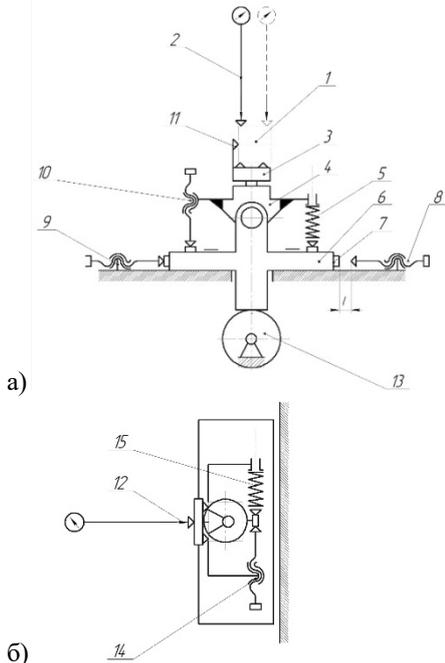


Рисунок 4 – Схема контроля цилиндрических роликов

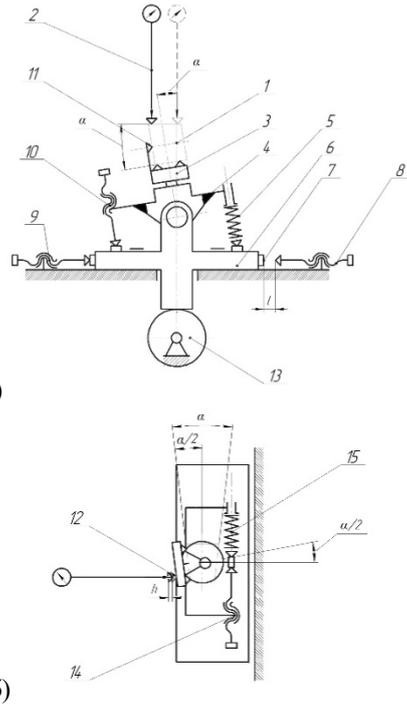


Рисунок 5 – Схема контроля конических роликов

Здесь: 1 – контролируемый ролик; 2,12 – измерительная головка; 3 – призма; 4 – корпус; 5,7-9,14,15 – винт; 6 – кронштейн; 7 – пятка; 11 – упор; 13 – вал шестерня.

УДК 620.179.16-534.1

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАССЕЙВАНИЯ УПРУГИХ ВОЛН НЕОДНОРОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ

Баев А.Р.¹, Майоров А.Л.¹, Захаренко В.В.², Размыслович Г.И.¹, Парадинец В.В.¹

¹ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»,

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Повышение износостойкости и долговечности объектов различного функционального назначения путем нанесения на их поверхность защитных покрытий требует также и проведения своевременного неразрушающего контроля. Для этих целей преимущественно используются ультразвуковые (УЗ) методы, позволяющие выявлять дефекты сцепления материалов по данным изменения амплитуды, фазы волны, частотного или фазового спектра отраженной или прошедшей через неразъемное соединение объекта зондирующей волны [1].

Решение актуальной задачи по повышению чувствительности, а также выявлению слабоотражающих звук (СОЗ) дефектов неразъемных соединений, выполненных сваркой, пайкой, склейкой и др. способами в объектах сложного профиля, обычно требует существенного усложнения аппаратуры и методики контроля. Отметим, что граница сцепления материалов с дефектом типа СОЗ характеризуется акустическим импедансом $R_D = X_D + jX_D^* = R_{D0} \exp(-j\varphi_D)$

относительно падающей на него волны, который как по абсолютной величине, так и фазе близок к импедансу бездефектной зоны сцепления материалов R_H . Т.е., $R_{D0} \rightarrow R_{H0}$, $\varphi_H \rightarrow \varphi_D$, где $R_{D,H0} = (X_{D,H}^2 + X_{D,H}^{*2})^{0.5}$, $\varphi_{D,H} = \arctg \frac{X_{D,H}^*}{X_{D,H}}$.

Для решения этой важной для практики задачи воспользуемся подходом, предложенным нами ранее в работе [2] и заключающемся в создании таких условий, при которых: а) фазовый сдвиг отраженной от дефектной и бездефектной границы материалов $\Delta\varphi_{D,H} = \varphi_D - \varphi_H$ достигает максимального значения; б) подбираются оптимальные значения апертур и углов наклона излучающего и приемного пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП), а также направление сканирования, при котором наблюдаются максимальные изменения амплитуды отраженной волны. Ранее была показана эффективность этого метода для случая, когда фазовый сдвиг $\Delta\varphi_{D,H} \sim \pi$. Нами путем теоретического и экспериментального моделирования показана принципиальная возможность повышения