

Литература

1. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов. Алмаметов Ф.З. – Москва: Высш. Шк., 1992.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Клюев В.В., Соснин Ф.Р. и др. – М.: Машиностроение, 2005.
3. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций. Авдонин А.С. - М.: Машиностроение, 1969.
4. Сопротивление материалов: учебник / Подскребко М.Д. – Минск: Выш. шк., 2007.

УДК 539.3

ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОЛЬЦЕВЫХ СТАЛЬНЫХ ПРУЖИН

Студент гр. 103819 Гуринович И.Н.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Кольцевые стальные пружины широко применяют в инженерной практике для поглощения и рассеивания энергии от динамической ударной нагрузки, прилагаемой к сжимаемой пружине.

Такие пружины обладают рядом особенностей, благодаря которым их применение является весьма рациональным. Дисковые пружины занимают мало места по высоте. Их жёсткость легко регулируется изменением количества дисков. Они дешёвы в изготовлении, а их термообработка проще, чем у винтовых пружин сжатия, свитых из прутков большого диаметра. Дисковые пружины в отличие от винтовых весьма устойчивы к восприятию боковых усилий. В некоторых случаях функции пружины выполняет всего одна пластина. При этом обеспечивается компактность конструкции. Из этих соображений следует произвести расчёт на прочность одного из пружинных дисков, изображённого на рис. 1, после чего можно будет судить о прочности дисковой пружины [1].

Рассмотрим участок пластины на рис. 2. Определим поперечную силу, действующую на кольцевой поверхности радиуса r из условий равновесия.

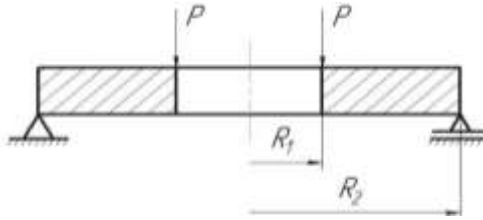


Рис. 1. Расчётная схема пружинной пластины

Сумма сил на ось P_z

$$\Sigma P_z = 0; \quad Q \cdot 2\pi r - P = 0; \quad Q = \frac{P}{2\pi r}. \quad (1)$$

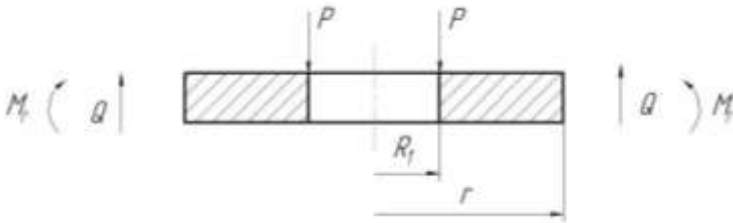


Рис. 2. Участок пластины

Угол поворота кольцевого сечения относительно оси z

$$\theta = c_1 r + \frac{c_2}{r} - \frac{1}{Dr} \cdot [\int r] Q dr dr]. \quad (2)$$

Анализ выражения для угла поворота (2) показывает, что постоянные интегрирования c_1 и c_2 определяют из граничных условий

$$\text{при } r = R_1, \quad M_r = 0; \quad (3)$$

$$\text{при } r = R_2, \quad M_r = 0. \quad (4)$$

Радиальный и окружной изгибающие моменты определяют по формулам (5) и (6) соответственно

$$M_r = D \left[\frac{d\theta}{dr} + \mu \frac{\theta}{r} \right], \quad (5)$$

$$M_t = D \left[\frac{\theta}{r} + \mu \frac{d\theta}{dr} \right]. \quad (6)$$

Далее при помощи формул (5) и (6) проводят расчёт распределения окружных изгибающих моментов в пластине в зависимости от ее размеров. По полученным данным строят эпюры распределения радиальных и окружных изгибающих моментов в пластине в зависимости от ее размеров.

Анализируя построенные эпюры следует определить опасные сечения и проверить их на прочность по критерию Баландина. Опасное сечение - это поперечное сечение, в котором действуют наибольшие внутренний силовой фактор [2].

Согласно критерию Баландина

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq \sigma_{\text{ПЦ}}. \quad (7)$$

Для контроля качества кольцевых пружин предложены наиболее подходящие неразрушающие методы – магнитопорошковый и капиллярный методы неразрушающего контроля.

Магнитопорошковый метод предназначен для выявления поверхностных и под поверхностных (на глубине до (1,5 ... 2) мм) дефектов типа нарушения сплошности материала изделия: трещины, волосовины, расслоения, непровар стыковых сварных соединений, закатов и т.д.

Магнитные частицы порошка, попадая в поле дефекта под действием электрического тока, намагничиваются и в результате притягивающей силы перемещаются в зону наибольшей неоднородности магнитного поля. Порошинки, притягиваясь друг к другу, выстраиваются в цепочки, ориентируясь по магнитным силовым линиям, и, накапливаясь, образуют характерные рисунки в виде вали-

ков, по которым судят о наличии дефекта. Этим методом можно контролировать изделия любых габаритов размеров и форм, если магнитные свойства материала изделия (относительная максимальная магнитная проницаемость не менее 40) позволяют намагничивать его до степени, достаточной для создания поля рассеяния дефекта, способного притянуть частицы ферромагнитного порошка.

Для контроля качества кольцевых дисков магнитопорошковым методом применяют дефектоскоп Magnaflux HWSL 3656.

Магнитопорошковый дефектоскоп HWSL 3656 предназначен для контроля объектов контроля имеющих форму диска с максимальным диаметром 725 мм, минимальным диаметром отверстия 38 мм и максимальной толщиной 75 мм. Спиральная намагничивающая катушка и центральный проводник имеют свободные концы кабеля сечением 108 мм², которые крепятся к контактному блоку. Данные блоки зажимаются между головным и задним блоками рабочего стола. Ток может подаваться как на спиральную катушку, так и на центральный проводник путем зажатия соответствующего контактного блока с возможностью регулировки тока [4].

Капиллярный контроль – это вид неразрушающего контроля, который основан на свойствах проникающих жидких веществ в капилляры на поверхностях контролируемого объекта с целью выявления дефектов [3].

Капиллярные методы контроля объектов проникающими веществами применяют для обнаружения дефектов (типа трещин), выходящих на поверхность. Полости реальных трещин, чаще всего являющихся тупиковыми, имеют форму узкого клина, вершина которого обращена внутрь материала. Попав в такую трещину, проникающая жидкость смачивает ее полость и продолжает проникать внутрь нее даже после полного удаления с поверхности объекта контроля. В этом случае проникающая жидкость образует в полости трещины два мениска с радиусами R_1 и R_2 кривизны, причем $R_2 > R_1$ (рис. 3, а). Эти мениски вызывают появление двух капиллярных давлений p_1 и p_2 , равнодействующая которых Δp направлена вглубь полости дефекта. Попав в полость дефекта, жидкость будет удерживаться там капиллярными силами.

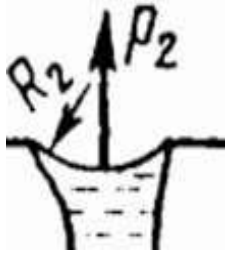


Рис. 3. Схемы проникновения жидкостей вглубь тупиковой трещины (а) и проявления индикаторных следов дефектов (б)

Если на мениск, расположенный в устье трещины, наложить какое-либо пористое вещество, то он исчезнет и вместо него образуется система малых менисков различной формы и большой кривизны, каждый из которых создает свое капиллярное давление. Равнодействующая Δp созданных менисками капиллярных давлений существенно превышает давление p_1 и действует в противоположном ему направлении.

Под действием суммы давлений пенетрант из полости трещины поднимается на поверхность контролируемого объекта, несколько расплываясь над дефектным участком, и образует индикаторный след, который можно наблюдать невооруженным глазом или в лупу с небольшим увеличением (рис. 3, б). Вещества, вытягивающие пенетранты из полостей дефектов, называют проявителями.

Индикаторные рисунки, образующиеся при взаимодействии пенетранта и проявителя, либо обладают способностью люминесцировать при воздействии ультрафиолетового излучения, либо имеют цветовую окраску вследствие избирательного поглощения (отражения) части падающих на них световых лучей. Линии индикаторных рисунков имеют ширину 0,05-0,3 мм и высокие яркостный и цветовой контрасты с фоном, поэтому рисунок дефекта обнаружить значительно легче, чем сам дефект. Причем обнаружение его тем проще, чем шире индикаторная линия и выше ее контраст с фоном [5].

В работе описана методика расчёта на прочность кольцевой пластины (диска), предложены наиболее подходящие методы неразрушающего контроля, с помощью которых можно оценить состояние дисковой пружины, установить наличие или отсутствие поверх-

ностных дефектов, выяснить причины образования дефектов и наметить мероприятия по их обнаружению.

Литература

1. Бережницкий Л.Т., Делявский М. В, Панасюк В.В. Изгиб тонких пластин с дефектами типа трещин – Киев: Навуковая думка, 1979.

2. Расчёты на прочность в машиностроении/ С. Д. Пономарёв, В. Л. Бидерман, К. К. Лихарёв – Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1958.

3. Неразрушающий контроль. Справочник в 8 томах. Том 1. Книга 1. Капиллярный и измерительный контроль. М.: Машиностроение, 2008.

4. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник / Под ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение. 1986.

5. Прохоренко П.П., Мигун Н.П., Секерин А.М., Стойчева И. В. Капиллярный неразрушающий контроль: Контроля проникающими веществами. Минск: ИПФ,1998.

УДК 539.3

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ТРУБ

Студентка гр. 103819 Дивак В.Н.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

При проведении мониторинга технического состояния (ТС) сложных систем и агрегатов одной из наиболее актуальных является задача объективного своевременного обнаружения дефектов различной природы и организация контроля за развитием дефектов из-за старения элементов при эксплуатации.

Одним из путей предотвращения нежелательных последствий от эксплуатации изделий с дефектами является систематичное использование методов НК.