

Анализ приведенных на рис. 2 данных показывает следующее:

– использование комбинированной схемы позволяет в 1,5...2 раза повысить нагрузочную способность муфты при одинаковых габаритных размерах;

– при сохранении требований к передаваемому крутящему моменту использование комбинированной схемы позволяет существенно уменьшить массогабаритные параметры муфты.

Экспериментальный образец муфты для ВОМ трактора «Беларус» показан на рис. 3.

В качестве фрикционного компонента муфты использовано оксидокерамическое покрытие, сформированное анодно-катодной микродуговой обработкой [1, 2].

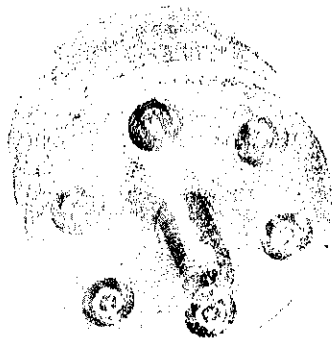


Рис. 3. Экспериментальный образец муфты сцепления ВОМ трактора «Беларус»

Литература

1. Комарова, В.И. Новые композитные фрикционные пары трения / В.И. Комарова, В.Л. Басинюк, А.И. Комаров, Н.Э. Сенокосов // Наука производству. НТП «Витраж-центр». – 1999. – № 6 (19). – С. 52 – 53.

2. Басинюк, В.Л. Новые композиционные материалы и покрытия / В.Л. Басинюк, М.А. Белоцерковский, А.И. Комаров, Г.В. Макаревич // Наука производству. НТП «Витраж-центр». 1999. – № 6 (19). – С. 54 – 56.

УДК 669.056.9:629.118.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАЗИХРУПКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Л. Басинюк, А.А. Глазунова, Е.И. Мардосевич

ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», Минск

Введение. К одному из наиболее эффективных способов улучшения служебных характеристик ответственных деталей различного назначения можно отнести создание на их рабочих поверхностях упрочняющих покрытий. Свойства этих покрытий зависят не только от состава материала, из которого они сформированы, и толщины, но и от комплексного влияния технологии на-

несения, сцепления с материалом основы и остаточных напряжений. При этом существенное значение имеют механические свойства покрытий, включая модуль упругости и прочность при растяжении-сжатии.

Постановка задачи – разработка метода и средств комплексной оценки механических свойств покрытий из квазихрупких композиционных материалов с определением в течение одного цикла испытаний их модулей упругости и пределов прочности при растяжении и сжатии.

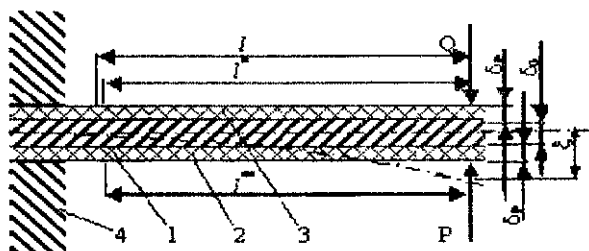


Рис. 1

Объектом исследований являлись покрытия из квазихрупких композиционных материалов типа «CrC-Al₂O₃-основа из алюминиевого сплава».

На рис. 1 показана одна из схем реализации предлагаемого подхода.

Образец 1 закрепляется консольно, на нем предварительно нанесено покрытие 2 и 3 из квазихрупкого композиционного материала. Образец 1 выполнен в виде «лопатки» с прямоугольным сечением. Покрытие размещается на верхней и нижней гранях.

Нагружение осуществляется со стороны одной из граней с покрытием. При исследовании образцов с покрытием было установлено, что толщина образца δ_0 может быть выбрана из соотношения $\delta_0 = (4...16) \cdot \delta_p \cdot E_p^* / E_0$, где δ_p – толщина композиционного материала; E_p^* – прогнозируемое значение модуля упругости композиционного материала; E_0 – модуль упругости материала основы образца. На консольно закрепленный образец 1 прикладывают нагрузку Q с постоянной скоростью V . При этом композиционный материал 2, расположенный со стороны приложения нагрузки, растягивается до разрушения, а композиционный материал 3, расположенный на противоположной грани, – сжимается также до разрушения.

Разработанный метод позволяет при деформировании образца через равные интервалы времени регистрировать значения силы сопротивления P_i деформированию образца. Определяют градиент ΔP_i силы P_i и рассчитывают среднюю величину этих градиентов ΔP_{cp}^* . Каждое последующее

значение ΔP_i сравнивают с ΔP_{cp}^* и из зарегистрированных данных выделяют значение силы P^* , при которой выдерживается неравенство $\Delta P_i < 1,2\Delta P_{cp}^*$. Как правило, оно характеризует разрушение покрытия, работающего на растяжение.

Затем выделяют значение силы P^{**} , при котором разрушается работающий на сжатие композиционный материал, расположенный со стороны грани, противоположной к приложению нагрузки Q , и выдерживается неравенство $\Delta P_i < 1,2\Delta P_{cp}^{**}$, где ΔP_{cp}^{**} — среднее значение градиентов ΔP_i , определенное после достижения значения силы P_i величины P^{**} .

Далее рассчитывают величину модуля упругости E_p композиционного материала и пределы его прочности при растяжении σ_a^* и сжатии σ_a^{**} по приведенным ниже зависимостям с учетом деформации ξ образца до разрушения, работающего на растяжение:

$$E_p = \frac{2}{3} \cdot \frac{\delta_o}{\delta_p} \cdot \left(\frac{P^*}{\xi \cdot b} \cdot \frac{(l^*)^3}{\delta_o^3} - 0,25 \cdot E_o \right),$$

$$\sigma_a^* = 6 \cdot \frac{P^* \cdot l^*}{b \cdot (\delta_o + 2 \cdot \delta_p)^2},$$

$$\sigma_a^{**} = 6 \cdot \frac{P^{**} \cdot l^{**}}{b \cdot (\delta_o + \delta_p)^2},$$

где b — ширина рабочей части образца; l^* — расстояние от места разрушения покрытия до места приложения нагрузки Q для грани, на которой композиционный материал работает на растяжение, l^{**} — расстояние от места разрушения покрытия до места приложения нагрузки Q для грани, на которой композиционный материал работает на сжатие.

Выбор толщины образца до нанесения контролируемого материала определяется следующим.

Как установлено на основе анализа результатов исследований при толщине композиционного материала, меньшей $\delta_o < 4 \cdot \delta_p \cdot (E_p^*/E_o)$, разрушение работающего на растяжение композиционного материала приводит к значительному скачкообразному возрастанию сжимающих напряжений в композиционном материале, размещенном на противоположной к нагружаемой грани образца. В результате этого происходит разрушение последнего, что не позволяет с высокой степенью достоверности оценить

его прочность при сжатии. Так, например, толщина композиционного материала, выполненного на основе модифицированной оксидокерамики, как правило, не превышает 300 мкм, а в среднем составляет 60...100 мкм. Поэтому при $\delta_o < 4 \cdot \delta_p \cdot E_p / E_o$ толщина образцов становится меньшей 0,5...0,8 мм. Это не только не позволяет определить предел прочности модифицированной оксидокерамики при сжатии, но и при ее формировании на образце анодно-катодной микродуговой обработкой приводит к его короблению, что существенно усложняет и снижает точность последующей оценки механических свойств данного композиционного материала.

При $\delta_o > 16 \cdot \delta_p \cdot E_p / E_o$ слой композиционного материала становится относительно тонким, вследствие чего снижается точность определения значений P^* и P^{**} .

Использование в качестве критерия величины ΔP_i , которая изменяется больше, чем в 1,2 раза по сравнению со средним значением, обусловлено двумя факторами:

- при контроле механических свойств возникает рассеивание регистрируемых параметров, вследствие чего при меньшем, чем в 1,2 раза критерии оценки ΔP_i , существенно снижается достоверность результатов контроля;

- как показал анализ результатов исследований, соотношение, регламентирующее толщины образца из материала основы δ_o и композиционного материала δ_p , при использовании приведенного критерия обеспечивает достоверную реализацию предлагаемого способа контроля.

Для повышения информативности контроля после каждого последующего изменения параметра ΔP_i более, чем в 1,2 раза, определяют грань, на которой произошло разрушение композиционного материала, и характер разрушения. С учетом этого определяют модуль упругости, пределы прочности при сжатии и растяжении композиционного материала.

Разработанный метод позволяет в течение одного цикла нагружения определить модули упругости и пределы прочности квазихрупкого композиционного материала при растяжении и сжатии; метод также позволяет производить прогнозирование остаточного ресурса по критериям вязкого и хрупкого разрушения, определять основные повреждающие факторы и закономерности повреждений покрытий из композиционных материалов, определять допускаемые значения параметров состояния образца с покрытием, производить проверочные расчеты на прочность.

Испытания необходимого числа образцов и обработка полученных результатов с использованием методов математической статистики обеспечивают требуемый уровень точности.

Литература

1. Когаев, В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени (Б-ка расчетчика) / В.П. Когаев. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.
2. Решетов, Д.Н. Надежность машин: учеб. пособие для машиностроительных спец. вузов / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев; под. ред. Д.Н. Решетова. – М.: Высш. шк., 1988. – 238 с.
3. Басинюк, В.Л. Проведение ускоренных испытаний образца с покрытием из композиционного материала / В.Л. Басинюк, А.А. Глазунова, Е.И. Мардосевич // Машиностроение и техносфера XXI. Сборник трудов XV международной научно-технической конференции в г. Севастополь. В 4-х т. Т. 1. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – С. 104 – 106.
4. Заявка № 20071321 РБ, МПК 8 G01N3/00. Способ контроля механических свойств композиционных материалов / В.Л. Басинюк, П.А. Витязь, А.А. Глазунова, Е.И. Мардосевич; заявитель: Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси; №20071321; заявл. 30.10.2007.

УДК 73.31.17:733.31.17.44.17

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАШЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ УПРАВЛЕНИИ ЖЕСТКОСТНЫМИ И ДЕМПФИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

И.Н. Усс, В.Л. Басинюк, А.А. Глазунова, Е.И. Мардосевич
ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», Минск

Введение. При функционировании трактора вследствие особенностей работы его основных узлов и механизмов в ряде случаев в них возникают значительные по амплитуде собственные затухающие колебания. Это не только создает дополнительную динамическую нагруженность этих узлов, но и в ряде случаев оказывает влияние на безопасность функционирования трактора. В связи с этим в области гашения колебаний проведен и постоянно проводится значительный объем исследований и, как показывает анализ их результатов и опыта практического использования, все более широкое применение находят системы активной защиты от вибраций.

Постановка задачи. Целью исследований являлась оценка эффективности гашения колебаний при одновременном управлении жесткостными и демпфирующими свойствами системы.

Методы исследований. В системах активного гашения колебаний основным фактором управления, как правило, являются демпфирующие свойства системы, которые оказывают наиболее существенное влияние на амплитуду колебаний давления. При этом изменение демпфирующих свойств системы оказывает неоднозначное влияние на параметры колеба-