

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТЕКЛОТЕКСТОЛИТА

Шульгин А.Н., Коробейников К.А., Сумин А.Н., Пыхов В.В.
ФГАОУ ВО «Снежинский физико-технический институт Национального
исследовательского ядерного университета МИФИ», Челябинская обл.
konstkor62.1962@mail.ru

Аннотация. Предлагается вариант определения упругих характеристик композитов в условиях лаборатории Вуза на типовом учебном оборудовании.

Ключевые слова: композиты, модуль Юнга, коэффициент Пуассона

OPTIMIZATION OF THE TESTING TECHNIQUE FOR FIBERGLASS SAMPLES

Shulgin A.N., Korobeynikov K.A, Sumin A.N., Pykhov V.V.
Snezhinsk Institute of Physics and Technology of the National Research Nuclear University
MEPhI, Chelyabinsk region
konstkor62.1962@mail.ru

Abstract. A variant of determining the elastic characteristics of composites in the conditions of a university laboratory using standard training equipment is proposed.

Keywords: composites, Young's modulus, Poisson's ratio

В настоящее время композиционные материалы (композиты) медленно, но неуклонно вытесняют металлы и сплавы из традиционных областей применения последних. Высокие удельные характеристики композитов позволяет существенно снизить массу летательных аппаратов, автомобилей и т.д. без каких-либо отрицательных последствий. Меняя состав и структуру композита можно в широких пределах изменять его физические и механические свойства подбирая необходимое для заданного условия нагружения оптимальное сочетание свойств материала.

Несмотря на все очевидные преимущества композитов перед обычными материалами их применение сдерживается прежде всего технологическими проблемами. Как правило получение материала и изделия происходит одновременно, т.к. механическая обработка композитов резанием проблематична, часто нежелательна, а иногда и недопустима. В подавляющем большинстве композиты являются анизотропными материалами поэтому их механические свойства существенно зависят от направления и многих других факторов, связанных со структурой, составом, режимами техпроцесса и т.д. Т.е. справочные данные по определенному виду композита если они приводятся, являются как правило ориентировочными и подлежат дальнейшему уточнению. Так в работе [1] при численном моделировании процесса сверления стеклотекстолита возникла необходимость определения упругих свойств данного материала от различных производителей. При определении модуля Юнга и коэффициента Пуассона испытания образцов проводили в лаборатории ЮУрГУ на разрывной машине Instron 5882 производства США с использованием контактных навесных экстензометров. Данное оборудование и приспособления в полной мере обеспечивает необходимую точность измерений, однако является малодоступными даже в специализированных лабораториях ввиду своей высокой стоимости.

Учитывая устойчивую тенденцию роста использования композитов и соответственно возрастающую потребность в оценке их механических свойств необходимо рассматривать все варианты - оптимальные с точки зрения соотношения цена/качество при определении механических характеристик композитов.

В данной работе рассматривается «бюджетный» вариант определения упругих констант композитов (модуля упругости и коэффициента Пуассона) на типовом стенде учебного оборудования «Основы сопротивления материалов» ОСМ-9ЛР-09, который используется во многих учебных лабораториях ВУЗов и колледжей.

В стенде имеется наладка, позволяющая определить (модуль упругости и коэффициент Пуассона материала на образце из стали 65Г в виде пластины с поперечным сечением 40x3 мм с наклеенными на нее тензодатчиками (тензорезисторами ПКБ-20-200-ХА), которые соединены с цифровым измерителем деформаций ИДТЦ-01. В качестве силовой установки используется гидроцилиндр с регулируемым давлением и соответственно усилием на растяжения до 30 кН (около 3 тонн) и на сжатие до 3кН. Усилие на образце определяется датчиками силы. Данные со всех датчиков силы и тензорезисторов выводятся на ПЭВМ. Точность измерительного комплекса стенда ОСМ-9ЛР-09 в полной мере соответствует требованиям ГОСТ 25.601-80 [2] по необходимой точности оборудования.

Согласно требованиям этого ГОСТа, образцы при определении упругих констант композитов с полимерной матрицей имеют следующие размеры: общая длина не менее 250 мм, длина рабочей части не менее 90 мм, ширина захвата- 18 мм, ширина рабочей части – 15 мм, толщина образца – не менее 1 мм. Таким образом выбранную наладку для проведения испытаний необходимо подвергнуть небольшой доработке: использовать захваты, позволяющие закрепить образцы, для определения поперечной деформации выбрать тензорезистор с базой не более 10 мм, и т.д.

Принимая во внимание, что учебное оборудование как правило не проходит обязательной поверки, необходимым моментом подготовки испытаний является проверка и тарировка оборудования.

Так усилие на штоке гидроцилиндра определяется по показаниям датчика давления, сигнал от которого поступает на ПК. Проверку усилия можно провести при помощи динамометра в виде упругого элемента с индикатором (поставляется в комплекте оборудования) и в случае необходимости провести коррекцию показаний. При большой случайной погрешности необходимо заменить штатный датчик давления на аналогичный более точный.

Особое внимание необходимо уделить оценке показаний тензодатчиков. При испытании серии образцов на каждом из них как правило необходимо наклеивать свои тензодатчики, показания которых могут отличаться, что потребует их периодической проверки при помощи более точных пьезоэлектрических датчиков.

Последним звеном в измерительной цепи являются прибор ИДТЦ (измеритель деформации цифровой) который также необходимо оттарировать либо самостоятельно при помощи эталонного тензодатчика, либо отдать на поверку соответствия паспортных данных реальным показаниям в специализированную метрологическую лабораторию.

Важным этапом эксперимента является изготовление и проверка образцов из композитов. Способы изготовления образцов зависят от вида поставляемого материала. Для тонкостенных заготовок это вариант склеивания пакетом [1], с последующей мехобработкой, для толстостенных- вариант нарезания образцов необходимой толщины из заготовки с поперечным сечением по форме образца [3]. Возможные дефекты возникающие в процессе изготовления необходимо минимизировать за счет выбора оптимальных режимов изготовления и контроля качества, который включает визуальный контроль поверхности, контроль размеров и т.п. по мере необходимости.

В любом случае при определении характеристик композиционных материалов на учебном оборудовании необходима оценка адекватности получаемых результатов, которая производится либо по данным из справочной литературы или других источников, либо путем аналитических расчетов, примеры которых приводятся в литературе по механике композиционных материалов [4]. Это позволит избежать грубых ошибок при проведении экспериментов, связанных с погрешностями измерения и проанализировать причины, вызывающие эти погрешности, в частности влияние температуры.

Таким образом проблемы, связанные с модернизацией и проверкой оборудования, изготовления образцов и подготовки персонала при определении механических свойств композитов в условиях небольших ВУЗов, вполне решаемы. Главное, что они не требуют сложного и дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала для его обслуживания. При этом затраты на испытания, по сравнению с аналогичными испытаниями в исследовательских лабораториях на высокоточном оборудовании, по предварительной оценке, будут меньше на порядок. Кроме того, это позволит использовать модернизированное оборудование для решения задач в рамках НИР и НИРС.

Использованные источники[^]

1. Шульгин, А.Н. Повышение эффективности сверления отверстий на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита. Дисс.на соискание уч. степени к.т.н., Снежинск, 2019, 238 с.
2. ГОСТ 25.601-80. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). М.: Изд-во стандартов, 1980. – 9с.
3. Д.А.Мельников, А.А.Горомова, А.Е.Раскурин, А.О.Курносов. Теоретический расчет и экспериментальное определение модуля упругости и прочности стеклопластика ВПС-53/120, 5 с., Архив ВИАМ, 2017.
4. Техническая механика композитов / А. Н. Трофимов, Н. Н. Трофимов, М. З. Канович. - Тверь: Триада, 2019. - 592 с.