



Омелюсик А. В.
أليكسي فاليريفيتش أوميليوسيك
 к.т.н., заведующий сектором
 Объединенный институт
 машиностроения НАН
 Беларуси
 استاذ مشارك، رئيس قسم السكرتارية
 معهد الهندسة الميكانيكية التابع
 للأكاديمية الوطنية للعلوم في بيلاروسيا

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

تحديد معلمات نموذج تشوه المادة المركبة



Шмелев А. В.
أليكسي فاسилиفيتش شمелиف
 К.Т.Н., зам.
 генерального директора
 Объединенный
 институт
 машиностроения НАН
 Беларуси
 استاذ مشارك، نائب عميد معهد
 الهندسة الميكانيكية التابع
 للأكاديمية الوطنية للعلوم في
 بيلاروسيا

Аннотация: проведены испытания на растяжение образцов стеклопластиков из тканей TP-0,56 и T-10(80) с различными углами ориентации волокон. Выполнено компьютерное моделирование механических испытаний на растяжение образца стеклопластика из ткани TP-0,56 в программном комплексе ANSYS LS-DYNA с использованием гомогенного типа модели и критериев разрушения.

Ключевые слова: стеклопластик, компьютерное моделирование, прочность, ANSYS LS-DYNA.
الخلاصة: تم إجراء اختبارات الشد على عينات من الألياف الزجاجية المصنوعة من أقمشة TP-0.56 و T-10(80) بزوايا توجيه مختلفة للألياف. تم إجراء محاكاة حاسوبية لاختبارات الشد الميكانيكية لعينة من الألياف الزجاجية مصنوعة من قماش TP-0.56 في حزمة برامج ANSYS LS-DYNA باستخدام نوع نموذج متجانس ومعايير فشل.
الكلمات المفتاحية: الألياف الزجاجية، النمذجة الحاسوبية، القوة، ANSYS LS-DYNA

Введение

Современные тенденции развития техники заключаются в снижении веса силовых конструкций машин и компонентов. Это требует применения новых конструкционных материалов, например, стеклопластиков, превосходящих по своим прочностным, упругим и другим свойствам традиционные материалы [1]. Как правило, стеклопластики состоят из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего [2]. Для реализации численного моделирования используются программные средства на основе метода конечных элементов (МКЭ). При этом главным вопросом в процессе практического использования МКЭ является вопрос корректного выбора модели материала и определения соответствующих значений параметров выбранных моделей.

Основная часть

Для определения механических характеристик стеклопластиков были проведены испытания на растяжения плоских образцов на основе стеклотканей TP-0,56 и T-10(80) при углах ориентации волокон 0°, 45°, 90°. В программном комплексе конечно-элементного анализа ANSYS LS-DYNA PC (R800) была разработана гомогенная объемная конечно-элементная модель испытательного образца стеклопластика из ткани TP-0,56. Описание свойств материала образца выполнялось с использованием модели материала MAT_059 COMPOSITE_FAILURE_SOLID_MODEL. Эта модель имитирует повреждение материала на основе трехмерного критерия разрушения по растягивающим, сжимающим и сдвиговым напряжениям.

Значения механических характеристик стеклопластика, включающие модуль упругости и прочность на растяжение в двух взаимоперпендикулярных плоскостях, приняты по результатам экспериментальных исследований. Недостающие значения механических характеристик приняты по литературным источникам [3]. Одна из захватных частей образца фиксировалась, а другой задавалось перемещение вдоль оси образца, тем самым вызывая его растяжение. Расчет выполнен для образцов с ориентацией волокон 0° и 45°.

В расчетной модели разрушение образца происходит под углами 0° и 45° к направлению прикладываемой растягивающей нагрузки, что говорит о качественном соответствии процесса деформирования и разрушения, корректном выборе и задании свойств модели материала в программном комплексе ANSYS LS-DYNA. При этом погрешность расчета по пределу прочности стеклопластика составила для образца с углом ориентации волокон 0° – 1,8%, с углом 45° – 3,0%.

Закключение

Предложенные методические подходы определения параметров моделей деформирования волокнистых стеклопластиков позволяют проводить расчетные исследования более сложных деталей машиностроительных конструкций, таких как кузовов автомобилей, панелей обшивки автобусов, бамперов, внутренней отделки и др.

المقدمة

تتمثل الاتجاهات الحالية في تطوير التكنولوجيا في تقليل وزن هياكل الطاقة للآلات والمكونات. وهذا يتطلب استخدام مواد هيكليّة جديدة، على سبيل المثال، الألياف الزجاجية، والتي تتفوق في القوة والمرونة وغيرها من الخصائص على المواد التقليدية [1]. كقاعدة عامة، تتكون المواد البلاستيكية المصنوعة من الألياف الزجاجية من حشو زجاجي ومادة رابطة بوليمرية صناعية [2]. ولتنفيذ النمذجة العددية، يتم استخدام برنامج يعتمد على طريقة العناصر المحدودة (FEM). وفي الوقت نفسه، فإن القضية الرئيسية في عملية الاستخدام العملي لـ FEM هي مسألة الاختيار الصحيح لنموذج المواد وتحديد القيم المقابلة لمعلمات النماذج المختارة..

النتائج والمناقشة

لتحديد الخصائص الميكانيكية للبلاستيك المصنوع من الألياف الزجاجية، تم إجراء اختبارات الشد على عينات مسطحة بناءً على الأقمشة الزجاجية (TP-0,56 و T-10(80)) عند زوايا توجيه الألياف تبلغ 0 درجة و 45 درجة و 90 درجة في حزمة برامج تحليل العناصر المحدودة (ANSYS LS-DYNA PC (R800)) حيث تم تطوير نموذج عناصر محدودة حجمية متجانسة لعينة اختبار من الألياف الزجاجية مصنوعة من قماش TP-0.56 تم إجراء وصف خصائص مادة العينة باستخدام نموذج المادة (MAT_059 COMPOSITE_FAILURE_SOLID_MODEL). يحاكي هذا النموذج الأضرار المادية بناءً على معايير فشل الشد والضغط والقص ثلاثية الأبعاد.

تم أخذ قيم الخصائص الميكانيكية للألياف الزجاجية، بما في ذلك معامل المرونة وقوة الشد في مستويين متعامدين بشكل متبادل، بناءً على نتائج الدراسات التجريبية حيث تم في الاعتبار أخذ القيم المفقودة للخصائص الميكانيكية من المصدر [3] ومن ثم تم إصلاح أحد الأجزاء الممسكة للعينة وتم ضبط الجزء الآخر على التحرك على طول محور العينة مما أدى إلى تمددها بعدها تم إجراء الحساب للعينات ذات اتجاهات الألياف 0 درجة و 45 درجة.

ومن الملاحظ في النموذج الحسابي يحدث تدمير العينة عند زوايا 0 درجة و 45 درجة لاتجاه حمل الشد المطبق مما يدل على التطابق النوعي لعملية التشوه والتدمير والاختيار الصحيح وإعداد خصائص نموذج المادة في حزمة برامج ANSYS LS-DYNA. وفي الوقت نفسه كان خطأ الحساب للقوة النهائية للألياف الزجاجية هو 1.8% للعينة بزوايا توجيه ألياف قدرها 0 درجة، و 3.0% للعينة بزوايا 45 درجة.

الخاتمة

تستسمح الأساليب المنهجية المقترحة لتحديد معلمات نماذج تشوه بلاستيك الألياف الزجاجية بإجراء دراسات حسابية لأجزاء أكثر تعقيداً من هياكل الهندسة الميكانيكية، مثل هياكل السيارات وألواح تقليم الحافلات والمصدات والديكور الداخلي وما إلى ذلك.

المراجع والمصادر Список использованных источников

1. Бондалетова, Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учеб. пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Нац. исслед. Томск. политехн. ун-т, 2013. – 117 с.
2. Оценка прочности элементов конструкций из хаотически армированного стеклопластика: поясн. зап. к вып. квал. раб. / Южн.-Ур. гос. ун-т; рук. С.Б. Сапожников; авт.: Н.Н. Тулаева. – Челябинск, 2019. – 85 с. – ЮУрГУ – 150403.2019.417. ПЗ ВКР.
3. Балданов, А.Б. Моделирование процессов деформирования и разрушения слоистых композиционных материалов при локальном ударе / А.Б. Балданов, Л.А. Бохоева, А.С. Бочектуева // Динамика механизмов и машин. – 2021. – Т. 9, № 6. – С. 2–7.