УДК 811

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МАССЫ КОНСТРУКЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ходжамбердиев Довлетгельди, Оразов Тойлы

преподаватели

Аннаоразова Аннагуль

преподаватель-стажер

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Применение композиционных материалов для снижения массы конструкций в машиностроении представляет собой одно из наиболее перспективных направлений современной научно-технической революции, направленное на кардинальное улучшение динамических и экономических характеристик машин. В условиях жестких требований к повышению топливной экономичности, снижению вредных выбросов и увеличению полезной грузоподъемности традиционные металлы исчерпывают свой потенциал снижения массы. Переход к полимерным композиционным материалам, армированным углеродными, стеклянными или органическими волокнами, позволяет создавать изделия с беспрецедентным сочетанием удельной прочности и жесткости. Данный технологический прорыв трансформирует подходы к конструированию транспортных средств, технологического оборудования и энергетических установок.

Ключевые слова: применение композиционных материалов, снижение массы, машиностроение, углепластики, механика анизотропных сред, топологическая оптимизация, технологические процессы, усталостная прочность, неразрушающий контроль, жизненный цикл

APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS TO REDUCE THE WEIGHT OF STRUCTURES IN MECHANICAL ENGINEERING

Hojamberdiyev Dovletgeldi, Orazov Toyly

lecturers

Annaorazova Annagul

trainee lecturer

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The application of composite materials for structural weight reduction in mechanical engineering represents one of the most promising areas of the modern scientific and technological revolution, aimed at radically improving the dynamic and economic characteristics of machines. Under strict demands to increase fuel efficiency, reduce harmful emissions, and increase payload capacity, traditional metals are exhausting their mass-reduction potential. The transition to polymer composite materials reinforced with carbon, glass, or organic fibers makes it possible to create products with an unprecedented combination of specific strength and rigidity. This technological breakthrough is transforming approaches to the design of vehicles, processing equipment, and power plants.

Keywords: application of composite materials, weight reduction, mechanical engineering, carbon fiber reinforced polymers, mechanics of anisotropic media, topological optimization, technological processes, fatigue strength, non-destructive testing, life cycle

Введение

Углепластики, органопластики и стеклопластики составляют основу современной номенклатуры полимерных композитов, применяемых для изготовления ответственных силовых элементов машин. Углеродные волокна обеспечивают максимальные показатели жесткости и прочности при минимальной плотности, превосходя традиционные стальные и алюминиевые сплавы. Стеклопластики находят широкое применение в конструкциях, требующих высокой химической стойкости и умеренной стоимости изготовления. Органное армирование используется там, где необходима повышенная стойкость к ударным нагрузкам и динамическим воздействиям. Сочетание различных типов волокон в гибридных композитах позволяет точно настраивать физико-механические свойства деталей под конкретные условия эксплуатации.

Методы топологической оптимизации и компьютерного проектирования открывают принципиально новые возможности для реализации потенциала композиционных материалов в машиностроении. Проектирование с учетом анизотропии свойств предполагает вариацию ориентации армирующих волокон в каждой точке изделия в соответствии с силовыми потоками. Многослойные пакетные структуры и сотовые заполняющие элементы формируют эффективные конструкции с минимальной массой и максимальной сопротивляемостью изгибу и кручению. Инженерные расчеты базируются на современных численных методах, позволяющих моделировать поведение сложных пространственных систем. Такой подход исключает избыточный запас прочности, присущий традиционным металлическим деталям.

Технологии изготовления деталей из композиционных материалов требуют применения специализированного высокоточного оборудования и строговладельческого соблюдения технологических регламентов. Автоклавное формование, методы пропитки под давлением,

намотка непрерывных волокон и автоматизированная выкладка препрегов обеспечивают получение монолитных изделий сложной геометрической формы. Качество получаемой структуры напрямую зависит от стабильности температурного режима и давления на стадии отверждения полимерной матрицы. Инновационные безавтоклавные технологии существенно снижают энергетические затраты на производство крупногабаритных конструкций. Совершенствование производственных процессов минимизирует уровень технологических дефектов и внутренних напряжений.

Транспортное машиностроение, включая автомобилестроение, железнодорожный транспорт и аэрокосмическую отрасль, выступает главным потребителем легких композиционных конструкций. Снижение неподрессоренных масс и общего веса кузовов транспортных средств приводит к прямому сокращению расхода топлива и снижению динамических нагрузок на ходовую часть. В высокоскоростных поездах применение композитов позволяет увеличить скорость движения за счет уменьшения инерционных сил при разгоне и торможении. В машиностроении для текстильной, полиграфической и робототехнической промышленности облегченные движущиеся детали значительно повышают производительность оборудования благодаря снижению энергопотребления приводных электродвигателей.

Усталостная прочность, коррозионная стойкость и термомеханическая стабильность композиционных материалов обеспечивают их высокую надежность в условиях длительной эксплуатации. В отличие от металлов, полимерные композиты не подвержены электрохимической коррозии, что радикально увеличивает ресурс работы оборудования в агрессивных средах. Высокие демпфирующие свойства композиционных структурированных материалов эффективно гасят вибрации и снижают уровень шума работающих механизмов. Температурные коэффициенты линейного расширения могут быть спроектированы близкими к нулю, что критически важно для высокоточного машиностроения и приборостроения.

Заключение

Экономическая эффективность масштабного внедрения композиционных материалов оценивается с учетом полного жизненного цикла изделий, включая затраты на производство, эксплуатацию и утилизацию. Несмотря на более высокую первоначальную стоимость сырья и технологической оснастки, снижение эксплуатационных расходов за счет экономии энергии многократно окупает капиталовложения. Проблемы вторичной переработки и утилизации полимерных композитов стимулируют разработку биоразлагаемых матриц и термопластичных связующих. Экологическая безопасность производства и утилизации становится важнейшим критерием технологического совершенства материалов нового поколения.

Список литературы:

1. Карпиносов И. В. Композиционные материалы в современном машиностроении. Москва: Машиностроение, 2019.
2. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. Москва: Физматлит, 2020.
3. Бутусов Е. А. Технология производства изделий из полимерных композитов. Санкт-Петербург: Лань, 2021.