

**АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ  
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЯ  
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

***А. А. ЛИСОВСКИЙ, А. Л. ЛИСОВСКИЙ***  
*Полоцкий государственный университет, Беларусь*

*Представлены результаты аналитических исследований модифицированных слоистых структур, предлагаемых для изготовления панелей кузова автотранспортных средств, свойства стеклопластиковых композитных структур кузовных элементов.*

**Введение.** В настоящее время перспективы развития во многом связаны с использованием полимерных композиционных материалов. Дальнейшему расширению их использования препятствует недостаточная осведомленность в вопросах их прочности, надежности, долговечности и других эксплуатационных свойств.

**Концепции технологии композитных структур кузовных элементов.** Обновление номенклатуры материалов, появление новых технологических способов и технических средств их переработки в изделия, а также интенсивное расширение областей применения продукции из полимерных материалов (ПМ). Этому могут препятствовать многочисленные факторы. Знание соответствующих технологических свойств ПМ дает возможность обоснованно решать задачи проектирования технологических процессов (ТП), их интенсификации, рационализации и оптимизации.

**Свойства стеклопластиковых композитных структур кузовных элементов.** Стеклопластики обладают свойствами, или, точнее, таким их сочетанием в одном материале, которое позволяет создавать конструкции с уникальными характеристиками, не доступными при использовании других материалов: стойкостью к атмосферным воздействиям, ультрафиолетовому излучению и водной среде; высокой коррозионной, химической, электрохимической и биологической стойкостью; более низкой токсичностью газов, выделяемых при горении по сравнению с древесиной; достаточно широким диапазоном рабочих температур – от  $-60$  °С до  $+80$  °С); радиопрозрачностью; низким водо- и влагопоглощением; электроизоляционными свойствами.

Однако при ручной раскладке, кроме затрат времени на формирование ламината, требуется время и на то, чтобы созданный слой стеклопластика затвердел и приобрел свойства готового изделия. Все перечисленные операции занимают значительно больше времени, чем изготовление подобных изделий штамповкой листового металла.

В зависимости от материала матрицы конструкционные материалы принято классифицировать на следующие основные группы: металлические композиционные материалы (с металлической матрицей); полимерные композиционные материалы (с полимерной матрицей); резиновые композиционные материалы (с резиновой матрицей); керамические композиционные материалы (с керамической матрицей).

Полимерные композиционные материалы представляют собой гетерогенные системы, состоящие из двух или более компонентов, различающихся по химическому составу, физико-механическими характеристиками и разделенных в материале четко выраженной границей, причем одни из компонентов являются армирующими составляющими, а другие – связующими их матрицами [2].

Основное назначение наполнителя (рис. 1) – армировать, т.е. упрочнить матрицу, придавать материалу требуемые специальные свойства при условии сохранения приемлемой стоимости детали.

От свойств наполнителя практически полностью зависят: предел прочности при растяжении, модуль упругости, твердость, коэффициент трения, износостойкость, теплопроводность, электрические и акустические свойства. В «идеальном» случае наполнитель должен обладать следующими свойствами: большим модулем упругости; хорошей адгезией к используемому связующему.

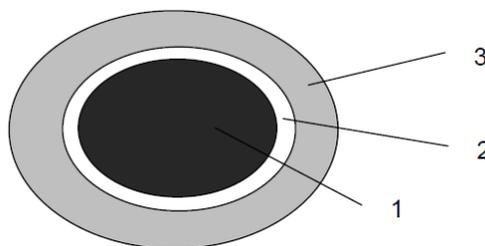


Рис. 1. Простейшая схема ПКМ:  
1 – наполнитель; 2 – межфазный слой; 3 – матрица (связующее)

Выбор наполнителя определяется следующими факторами: предполагаемой технологией формования; назначением детали и ее эксплуатаци-

онными свойствами; геометрическими особенностями и массой детали; экономическими факторами.

Основное назначение связующего – связывать между собой наполнитель, обеспечивать совместную работу всех моноволокон (или частиц, если используется дисперсный наполнитель), обеспечить монолитность материала и передачу (распределение) напряжений.

Матрица и наполнитель должны иметь хорошую совместимость, но при этом не должны растворяться друг в друге.

В одном материале может быть несколько матриц или несколько типов наполнителей (рис. 2).

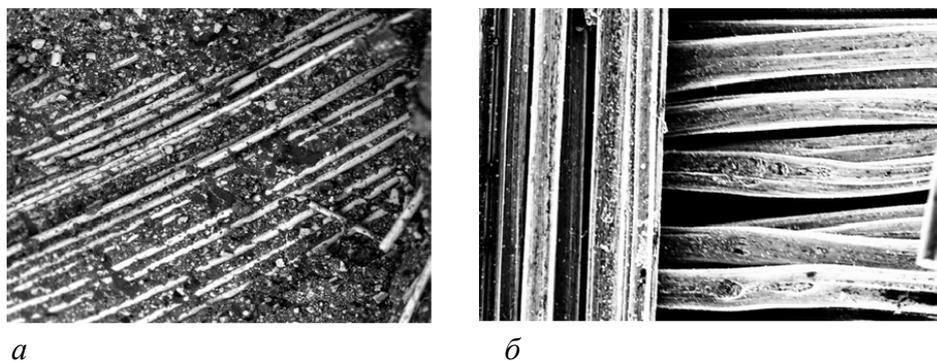


Рис. 2. Фото структуры гибридных материалов:  
*a* – структура стеклопластика на основе полиэфирной матрицы с содержанием гидроксида алюминия 50 масс. ч;  
*б* – углеродная лента, содержащая органическую нить

В зависимости от типа упаковок частиц наполнителя ПКМ могут включать: наполнитель одного типа; несколько однотипных наполнителей; волокна, распределенные среди дисперсных наполнителей, и наоборот. Если в качестве связующего используют смеси полимеров (или олигомеров), то такие связующие называют гетерогенными, полиматричными или гетероматричными.

Толщина межфазного слоя (см. рис. 1), или межфазной зоны, обычно составляет несколько атомов. Достаточно часто межфазный слой является наиболее слабым местом ПКМ, и именно по этой границе начинается разрушение материала.

Упрочняющее действие наполнителя заключается в том, что он тормозит процессы, вызывающие пластическую деформацию, которая приводит к разрушению [3]. Введение в состав ПКМ волокнистых наполнителей в виде одиночных волокон не приводит к увеличению прочности, тогда как волокнистые ленточные наполнители позволяют получать максимальное повышение механических характеристик материала детали [2].

Основным назначением ПКМ остается обеспечение комфортных условий эксплуатации машин. Расширение применения ПКМ в машиностроении объясняется также необходимостью обеспечения современных экологических норм (Правила ЕЭК ООН № 51) и норм безопасности.

Сейчас в конструкциях современной автомобильной техники черные металлы составляют около 60...70%; цветные металлы – 5...7%; полимерные композиционные материалы – 9...13%; текстиль – 4%; стекло – 3% [2, 3].

Меньшая по сравнению с металлами удельная масса большинства ПКМ обеспечивает возможность значительного снижения массы изделий машиностроения, что в свою очередь обеспечивает снижение энергетических и эксплуатационных затрат в течение всего жизненного цикла машин. Важным является и то, что в отходы при изготовлении деталей из полимерных композитов идет не более 10...30% материала [3].

**Выводы.** Развитие автомобильной промышленности в том числе и в Республике Беларусь требует создания и применения новых композиционных материалов. Однако в настоящее время отсутствуют практические методики оценки качественных параметров применения материалов из стекловолокна, а также сведения о прочности стеклопластиковых кузовных элементов и их шумопоглощающих характеристиках. Поэтому необходимы исследования в первую очередь путем математического моделирования в сравнении с традиционными материалами, разработка методики практической оценки свойств ПКМ (прочности в условиях эксплуатации, шумоизоляции, теплопроводности, электроизоляционных свойств, особенно для электромобилей) для кузовных элементов автомобилей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баурова, Н.И. Методы оценки эксплуатационных свойств деталей из полимерных композиционных материалов : метод. пособие / Н.И. Баурова, В.А. Зорин. – М. : МАДИ, 2017. – 84 с.
2. Головкин, Г.С. Проектирование технологических процессов изготовления изделий из полимерных материалов / Г.С. Головкин. – М. : Химия, Колос С, 2007. – 399 с. : ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Преображенский, А.И. Стеклопластики – свойства, применение, технологии / А.И. Преображенский // Главный механик. – 2010. – № 5.