

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	7
1. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	9
1.1. История создания и развития композиционных материалов .....	9
1.2. Понятие о композиционных материалах .....	10
1.3. Основы классификации композиционных материалов.....	12
1.3.1. Классификация по химической природе компонентов КМ.....	12
1.3.2. Классификация по типам волокнистых армирующих наполнителей .	13
1.3.3. Классификация КМ по схемам армирования КМ.....	16
1.4. Основные особенности композитов .....	19
1.5. Место композитов среди материалов конструкционного назначения .....	24
1.5.1. Основные показатели эксплуатационных свойств конструкционных материалов .....	24
1.5.2. Сравнение свойств композитов и традиционных конструкционных материалов .....	28
2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИТОВ .....	32
2.1. Основные факторы, определяющие уровень свойств волокнистых материалов.....	32
2.2. Комплекс основных эксплуатационных и технологических свойств армирующих волокон.....	33
2.3. Стекловолоконные волокна.....	36
2.3.1. Технология производства стеклянных волокон.....	36
2.3.2. Основные типы и свойства стекловолокон .....	38
2.3.3. Армирующие материалы на основе стеклянных волокон .....	41
2.4. Органические волокна .....	42
2.4.1. Методы получения и свойства традиционных органических волокон .....	42
2.4.2. Органические волокна с высокими механическими и термическими свойствами .....	44
2.5. Углеродные волокна .....	50
2.5.1. Общие представления о структуре углеродных волокон .....	50
2.5.2. Методы производства углеродных волокон .....	51
2.5.3. Классификация и свойства основных типов углеродных волокон.....	57
2.6. Боровые волокна .....	59
2.7. Керамические волокна.....	62
2.7.1. Непрерывные керамические волокна.....	62
2.7.2. Нитевидные монокристаллы.....	68

2.8. Металлические волокна и волокна с металлическими покрытиями .....	70
2.8.1. Металлические волокна (проволоки).....	70
2.8.2. Металлизированные волокна.....	73
<b>3. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТРИЦЫ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>75</b>
3.1. Термореактивные полимерные связующие .....	76
3.1.1. Общие сведения о термореактивных связующих.....	76
3.1.2. Основные технологические показатели термореактивных связующих .....	78
3.1.3. Состав термореактивных связующих .....	81
3.1.4. Основные методы и технологические параметры отверждения связующих .....	85
3.1.5. Основные типы и свойства термореактивных связующих.....	88
3.2. Термопластичные полимерные связующие .....	102
3.2.1. Общие сведения о термопластичных связующих .....	102
3.2.2. Основные типы и свойства термопластичных матриц.....	104
<b>4. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ .....</b>	<b>114</b>
4.1. Структура технологического процесса производства изделий из реактопластов, армированных волокном.....	114
4.2. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов .....	119
4.2.1. Общие представления о процессах формования армированных реактопластов .....	119
4.2.2. Классификация методов формования армированных реактопластов .....	121
4.3. Технология производства изделий методом контактного формования (формование без давления) .....	123
4.3.1. Формование ручной послойной укладкой листового армирующего материала .....	124
4.3.2. Формование напылением .....	127
4.3.3. Автоматизированная выкладка.....	129
4.4. Методы открытого формования изделий при низком давлении.....	130
4.4.1. Формование эластичной пленкой.....	130
4.4.2. Центробежное формование.....	139
4.5. Закрытые методы формования .....	141
4.5.1. Формование изделий методом горячего прессования.....	141
4.5.2. Формование изделий методом литья под давлением.....	159
4.5.3. Метод пропитки наполнителя в замкнутой форме.....	164
4.5.4. Метод термокомпрессионного формования.....	167
4.6. Метод производства профильных изделий .....	170
4.6.1. Метод пултрузии .....	170



4.6.2. Профильное прессование и экструзия .....	173
4.7. Формование изделий методом намотки .....	176
4.7.1. Характеристика и классификация технологических методов формования изделий намоткой.....	176
4.7.2. Технологические параметры процесса намотки .....	183
4.7.3. Технологические схемы реализации методов намотки .....	194
4.7.4. Технологические оправки .....	207
4.8. Сравнительная технико-экономическая оценка различных методов формования.....	213
<b>5. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ СВЯЗУЮЩИХ</b>	
5.1. Дисперсно-наполненные термопластичные композиционные материалы.....	217
5.1.1. Основные типы дисперсных наполнителей для термопластичных матриц .....	217
5.1.2. Совмещение компонентов в дисперсно-наполненных ТПКМ.....	220
5.1.3. Общие представления о методах формования изделий из дисперсно-наполненных ТПКМ .....	222
5.2. Волокнисто-армированные термопластичные полимерные композиционные материалы.....	223
5.2.1. Совмещение компонентов в волокнисто-армированных ТПКМ.....	223
5.3.2. Технологические методы получения изделий из волокнисто-армированных ТПКМ .....	229
<b>6. ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ .....</b>	
245	
6.1. Классификация металломатричных композиционных материалов.....	245
6.2. Методы получения и обработки металломатричных композитов .....	247
6.2.1. Жидкофазные процессы получения МКМ .....	248
6.2.2. Твердофазные методы получения МКМ .....	260
6.2.3. Физико-химические методы осаждения-напыления металлических покрытий на армирующий материал.....	274
6.3. Основные типы МКМ и их характеристики .....	277
<b>7. ТЕХНОЛОГИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	
281	
7.1. Общая характеристика волокнисто-армированных УУКМ.....	281
7.2. Классификация УУКМ по схемам армирования .....	282
7.3. Технологические методы и процессы получения УУКМ.....	290
7.3.1. Общая схема получения изделий из УУКМ.....	290
7.3.2. Жидкофазные методы получения УУКМ.....	291
7.3.3. Газофазные методы получения УУКМ.....	299
7.3.4. Комбинированные методы получения УУКМ.....	308

7.3.5. Свойства УУКМ и возможности их повышения .....	309
7.3.6. Нанесение защитных покрытий .....	311
<b>8. ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>316</b>
8.1. Общая характеристика волокнисто-армированных КМК.....	316
8.2. Технологические методы и процессы получения керамических композиционных материалов .....	320
8.2.1. Общая схема получения изделий из КМК.....	320
8.2.2. Твердофазные методы .....	322
8.2.3. Жидкофазные методы.....	325
8.2.4. Газо- и парофазные методы получения КМК .....	343
8.3. Сравнение различных методов получения КМК .....	347
<b>9. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ИЗДЕЛИЯХ ГРАЖДАНСКОГО И ОБОРОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....</b>	<b>349</b>
9.1. Объективные причины развития и внедрения КМ в различных отраслях промышленности .....	349
9.2. Опыт и перспективы применения КМ в различных отраслях промышленности.....	353
9.2.1. Авиационная техника .....	353
9.2.2. Ракетная и ракетно-космическая техника.....	366
9.2.3. Применение КМ в сухопутных вооруженных силах.....	388
9.2.4. Судостроение .....	394
9.2.5. Автомобилестроение .....	398
9.2.6. Железнодорожный транспорт.....	405
9.2.7. Энергетика. ....	409
9.2.8. Строительство.....	413
9.2.9. Химическая промышленность и трубопроводный транспорт .....	416
9.2.10. Спортивная индустрия.....	418
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>421</b>