

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАВУЧЕСТИ ПОДВОДНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ (КРАТКИЙ ОБЗОР)	10
1.1 Элементы плавучести из сферопластика.....	13
1.2. Элементы плавучести из стеклокерамических материалов.....	28
2. СОСТАВ И СТРУКТУРА СФЕРОПЛАСТИКА И ЕГО ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	37
2.1. Особенности состава и структуры сферопластика.....	37
2.2. Основные характеристики сферопластика.....	41
2.3. Прочность сферопластика при сложном напряженном состоянии.....	50
3. МИКРОСФЕРЫ, ПОЛИМЕРНАЯ МАТРИЦА И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	55
3.1. Микросферы и их свойства.....	55
3.1.1. Типы микросфер и их основные особенности.....	55
3.1.2. Гранулометрический состав микросфер и их размеры.....	59
3.1.3. Несущая способность микросфер.....	64
3.2. Полимерная матрица и ее свойства.....	73
4. ПРОЦЕССЫ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ И ДЕФОРМИРОВАНИЯ СФЕРОПЛАСТИКОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ	83
4.1. Основные механизмы процессов, происходящих в сферопластике при гидростатическом нагружении.....	83
4.2. Экспериментальные исследования водопоглощения сферопластиков и построение феноменологической модели для его описания при стационарном нагружении гидростатическим давлением.....	84
4.3. Построение феноменологической модели водопоглощения сферопластиков при нестационарном нагружении гидростатическим давлением.....	100
4.4. Объемная деформация сферопластика при действии гидростатического давления и построение феноменологической модели для ее описания.....	113

5. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЛАВУЧЕСТИ И ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БЛОКОВ СФЕРОПЛАСТИКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	122
5.1. Уравнение состояния сферопластика и нормирование его основных характеристик.....	122
5.2. Масштабный фактор и его влияние на гидростатическую прочность сферопластика.....	126
5.3. Численное исследование напряженно-деформированного состояния и прочности блоков сферопластика.....	131
5.4. Прочность блоков сферопластика и влияние на нее масштабного фактора при длительном действии гидростатического давления.....	136
5.5. Прогнозирование плавучести, прочности и долговечности блоков сферопластика при длительном действии гидростатического давления.....	142
6. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ СТРУКТУР ТИПА СФЕРОПЛАСТИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК.....	148
6.1. Общие принципы и теоремы гомонизации гетерогенных сред.....	148
6.2. Упругие свойства ансамбля микросфер как сферических включений.....	153
6.3. Методы определения эффективных упругих характеристик сферопластика.....	158
6.3.1. Приближения Фойгта и Рейсса.....	158
6.3.2. Модель среды с малым объемным содержанием включений Г.А. Ванина.....	159
6.3.3. Полидисперсная модель.....	160
6.3.4. Метод самосогласования.....	162
6.3.5. Обобщенная модель П.Г. Кржечковского.....	164
6.4. Результаты определения эффективных упругих характеристик гетерогенных материалов типа сферопластика.....	166
6.5. Методы определения гидростатической прочности сферопластика.....	173
6.5.1. Эмпирические методы определения гидростатической прочности сферопластика.....	174
6.5.2. Расчетные методы определения гидростатической прочности сферопластика.....	176

7. СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ СФЕРОПЛАСТИКА ПРИ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ	192
7.1. Общие подходы к построению структурной модели сферопластика.....	192
7.2. Решение задачи о концентрации напряжений в гетерогенной среде со сферическими включениями при всестороннем сжатии	194
7.2.1. Исходные уравнения и граничные условия.....	197
7.2.2. Построение общего решения для системы с двумя включениями	198
7.2.3. Построение решения для системы с одним включением.....	206
7.3. Исследование концентрации напряжений в гетерогенной среде со сферическими полостями и включениями.....	208
7.4. Устойчивость сферических включений в гетерогенной среде.....	222
7.5. Модель структуры сферопластика.....	227
7.5.1. Моделирование плотных упаковок при равномерном распределении сфер в пространстве.....	228
7.5.2. Моделирование плотных упаковок сфер при их произвольном расположении в пространстве. Метод «перекатывающихся частиц»	229
7.5.3. Моделирование плотных упаковок сфер при их произвольном расположении в пространстве. Алгоритм Любачевского – Стилинжера	230
7.6. Структурная модель деформирования и разрушения сферопластика.....	236
7.6.1. Теоретические основы построения структурной модели.....	236
7.6.2. Моделирование гетерогенной среды в исходном и поврежденном состояниях	239
7.6.3. Алгоритм реализации структурной модели сферопластика.....	240
7.7. Верификация структурной модели на базе результатов экспериментальных исследований	243
8. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ МИКРОСФЕР И ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СФЕРОПЛАСТИКА	252
8.1. Влияние свойств микросфер и матрицы на прочность и плотность сферопластика.....	252

8.2. Влияние гранулометрического состава микросфер и поиск его оптимальных параметров	255
8.2.1. Модель единой плотности	256
8.2.2. Модели, основанные на преобразовании гистограмм распределения микросфер	259
8.2.3. Модели, основанные на бидисперсном распределении микросфер по диаметрам	263
8.3. Результаты моделирования состава микросфер и разработки сферопластика с улучшенными характеристиками.....	266
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	272
Приложение А. Коэффициенты матрицы [A] и компоненты вектора {B} системы уравнений (7.24) для двух сферических включений, расположенных в бесконечном пространстве	281
Приложение Б. Коэффициенты матрицы [A] и компоненты вектора {B} системы уравнений (7.24) для одного сферического включения, расположенного в полупространстве.....	297