

Оглавление

Предисловие	5
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ	7
Определение стекла	9
Зависимость энталпии от температуры	13
Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТЕКЛООБРАЗОВАНИЯ	13
Введение	13
Структурные теории стеклообразования	14
Кинетические теории стеклообразования	18
Нуклеация	18
Рост кристаллов	24
Кинетика стеклообразования	25
Определение способности к стеклообразованию и устойчивости стекла	30
Резюме	34
Глава 3. СТЕКЛОВАРЕНИЕ	36
Введение	36
Сырье	36
Номенклатура составов	41
Расчет состава шихты	43
Механизмы плавления шихты	46
Выделение газов	46
Образование жидких фаз	47
Ускорители варки	49
Улетучивание компонентов расплава	50
Осветление расплавов	52
Причины образования пузырей	52
Удаление пузырьков по методу флотации	55
Осветлители	56
Гомогенизация расплавов	60
Специальные методы варки	61
Резюме	62
Глава 4. ФАЗОВОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ	63
Введение	63
Термодинамические основы фазового разделения	64
Механизмы фазового разделения	67
Несмешиваемость в стеклообразующих системах	71
Построение диаграмм несмешиваемости	75
Применение диаграмм несмешиваемости	77
Диаграммы несмешиваемости двойных систем	77
Диаграммы несмешиваемости тройных систем	81
Резюме	85
Глава 5. СТРУКТУРА СТЕКОЛ	86
Введение	86
Основной закон структурных моделей	88
Составные части структурных моделей стекол	89
Координационные числа сеткообразующих катионов	90
Распределение валентных углов	91
Связность сетки	91
Размерность	92
Средний порядок	93
Морфология	94
Свойства конкретных ионов	94

Свободный объем	95
Второстепенные компоненты	95
Комментарии к структурным моделям стекла	96
Структурные модели силикатных стекол	97
Стеклообразный оксид кремния	97
Шелочносиликатные стекла	99
Шелочнощелочноземельносиликатные сетки	106
Шелочно- и щелочноземельноалюминосиликатные стекла	107
Редкоземельноалюмо/галиевосиликатные стекла	110
Свинцовосиликатные стекла	110
Свинцовосиликатные галогенсодержащие стекла	111
Структурные модели боратных стекол	111
Стеклообразный оксид бора	111
Щелочноборатные стекла	112
Щелочноалюмоборатные стекла	117
Щелочноборосиликатные стекла	118
Структурные модели германатных стекол	120
Стеклообразный оксид германия	120
Двойные борогерманатные и кремниевогерманатные стекла	120
Щелочногерманатные стекла	120
Щелочноалюмогерманатные стекла	122
Фторогерманатные стекла	123
Структурные модели фосфатных стекол	123
Структуры некоторых других неорганических оксидных стекол	125
Галогенидные стекла	126
Фтороберилилатные стекла	126
Стекла на основе $ZnCl_2$	127
Фтороцирконатные и фторографнатные стекла	127
Халькогенидные стекла	128
Органические стекла	129
Металлы в аморфном состоянии	130
Глава 6. ВЯЗКОСТЬ СТЕКЛООБРАЗУЮЩИХ РАСПЛАВОВ	132
Введение	132
Определение вязкости и терминология	132
Вязкоупругость	136
Методы измерения вязкости	139
Ротационные вискозиметры	139
Измерение вязкости по методу падающего шарика	140
Вискозиметры, использующие принцип удлиняющейся нити	141
Вискозиметры, использующие принцип изгибающегося бруска	141
Другие типы вискозиметров	142
Зависимость вязкости от температуры	142
Хрупкость расплавов	144
Модель свободного объема для вязкого течения	145
Энтропийная модель вязкого течения	146
Зависимость вязкости от состава	146
Силикатные расплавы	147
Боратные расплавы	149
Германатные расплавы	152
Галогенидные расплавы	153
Халькогенидные расплавы	154
Влияние гидроксильных групп на вязкость расплавов	154
Влияние теплового прошлого на вязкость	155
Влияние фазового разделения на вязкость	157
Влияние кристаллизации на вязкость	158
Резюме	159

Глава 7. ПЛОТНОСТЬ И ТЕРМИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ	161
Введение	161
Терминология	161
Методы измерения	164
Плотность	164
Коэффициент термического расширения	165
Плотность и молярный объем	166
Влияние состава	166
Влияние теплового прошлого	171
Влияние фазового разделения и кристаллизации	174
Радиационные эффекты	175
Влияние давления на плотность	175
Термическое расширение	176
Теоретические основы явления термического расширения	176
Влияние состава на коэффициент термического расширения гомогенных стекол	179
Стекла с фазовым разделением	183
Влияние теплового прошлого	185
Влияние кристаллизации	185
Резюме	187
Глава 8. СВОЙСТВА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЯВЛЕНИЯМИ ПЕРЕНОСА	188
Введение	188
Теоретические основы явления диффузии	188
Ионная диффузия	191
Ионный обмен	194
Ионная проводимость	195
Влияние состава	195
Энергия активации электропроводности	201
Влияние фазового разделения на электропроводность	202
Влияние теплового прошлого на электропроводность	203
Влияние кристаллизации на электропроводность	203
Химическая стойкость	203
Атмосферостойкость	207
Проницаемость и диффузия газов	208
Взаимодействия, определяемые диффузией	213
Резюме	215
Глава 9. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	216
Введение	216
Модуль упругости	216
Твердость	218
Сопротивление разрыву	219
Теоретическая прочность стекла	219
Реальная прочность стекла	220
Причины растрескивания и их устранение	220
Упрочнение стекла	221
Статистическая теория растрескивания стекла	224
Усталость стекла	225
Термический удар	226
Отжиг термических напряжений	228
Резюме	230
Глава 10. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	231
Введение	231
Объемные оптические свойства	231
Показатель преломления	232
Молярная и ионная рефракция	235
Дисперсия	237

Поглощение в ультрафиолетовой области спектра	238
Поглощение в видимой области спектра	239
Окрашивание стекол из-за эффекта поля лигандов	239
Янтарное стекло	241
Окрашивание металлами в коллоидном состоянии	242
Окрашивание полупроводниками в коллоидном состоянии	245
Окрашивание, вызванное облучением	245
Соляризация	246
Поглощение в инфракрасной области спектра	247
Инфракрасное поглощение атомами водорода в связанном состоянии	248
Инфракрасное поглощение растворенными газами	251
Граница инфракрасного пропускания или многофононный край	251
Другие оптические свойства стекол	253
Фоточувствительные и фотохромные стекла	253
Опаловые стекла	254
Вращение Фарадея	255
Резюме	256
Глава 11. ТЕХНОЛОГИЯ СТЕКЛА	257
Введение	257
Классические методы формования	257
Тарное стекло	257
Плоское стекло	258
Стеклянное волокно	261
Стеклянные трубы и стержни	262
Стеклянные шарики и полые стеклянные сферы	263
Производство колб для ламп накаливания	264
Специальные методы формования	264
Оптическое волокно	264
Ситаллы	267
Пористые стекла	268
Стекломатериалы в стоматологии	269
Стеклоприпои	270
Виды стеклообразного оксида кремния	271
Золь-гель-технология	272
Резюме	273
Литература	274
Предметный указатель	279

Учебное издание

Шелби Джеймс

СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ СТЕКЛА

Зав. редакцией Т. И. Почкиева. Ведущий редактор Е. Э. Григорьева. Художник М. М. Иванов.
Компьютерная верстка и техническое редактирование Е. В. Денюковой.

Подписано к печати 16.06.05. Формат 60 × 84¹/16. Печать офсетная. Бум. л. 9,00.

Печ. л. 18,00. Изд. № 3/9942. Тираж 1500 экз. Зак. 12011

Издательство «МИР»

Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ.
107996, ГСП-6, Москва, 1-й Рижский пер., 2.

Диапозитивы изготовлены в издательстве «Мир».

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в ОАО «ИПК «Южный Урал»