

Введение	8
Глава 1.	
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.	
1.1 Методы и типы установок для выращивания кристаллов	12
1.2 Температурные поля при выращивании оптических кристаллов	21
1.3 Методы исследования теплообмена при выращивании кристаллов	24
1.4 Различные направления научных исследований	28
1.5 Оптимальные методы для получения крупногабаритных кристаллов	30
Глава 2.	
ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ЧАСТИЧНО ПРОЗРАЧНЫХ ДЛЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛАХ	
2.1 Особенности теплообмена в частично прозрачных материалах	34
2.2 Спектрально-температурная зависимость оптических и теплофизических свойств кристаллов	38
2.3 Влияние оптических свойств границ и среды на теплообмен в оптических материалах	51
2.4 Температурные поля в сильно поглощающих оптических материалах типа германия и кремния	60
Глава 3.	
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В СИСТЕМЕ РАСПЛАВ-КРИСТАЛЛ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	
3.1 Классификация кристаллов по оптическим свойствам	64
3.2 Математическая модель радиационно-кондуктивного теплообмена в двухслойных и двухфазных системах	69
3.3 Численное исследование температурных полей в системе расплав-кристалл некоторых оптических материалов	72
3.4 Явление инверсии температурного поля в оптических материалах	78
3.5 Скачки температуры при кристаллизации оптических материалов	92
3.6 Структура межфазной границы и кластерный механизм роста	106

Содержание

Глава 4.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ

- | | | |
|-----|--|-----|
| 4.1 | Применение приближенных методов решения задач радиационного-кондуктивного теплообмена для различных оптических кристаллов | 122 |
| 4.2 | Математическое моделирование теплообмена в установках горизонтальной направленной кристаллизации | 129 |
| 4.3 | Моделирование теплообмена в установках для выращивания крупногабаритных кристаллов методом Стокбаргера | 138 |
| 4.4 | Математическое моделирование теплообмена в компрессионных установках для выращивания кристаллов разлагающихся материалов типа селенида цинка | 145 |

Глава 5.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЧАСТИЧНО ПРОЗРАЧНЫХ ДЛЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

- | | | |
|-----|---|-----|
| 5.1 | Разработка метода измерения температуры оптических кристаллов | 150 |
| 5.2 | Инфракрасный пирометр для измерения температуры лейкосапфира, рубина и гранатов | 156 |
| 5.3 | Исследование переохлаждения при кристаллизации лейкосапфира | 167 |
| 5.4 | Методика оценки погрешности пирометрических измерений в кристаллизационных установках | 170 |
| 5.5 | Экспериментальное изучение теплообмена в оптических материалах | 177 |
| 5.6 | Экспериментальное исследование инверсии температурного поля в двухслойных системах | 186 |

Глава 6.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

- | | | |
|-----|--|-----|
| 6.1 | Экспериментальные исследования температурных полей при кристаллизации лейкосапфира | 190 |
| 6.2 | Расчетные исследования теплообмена в установках ГНК | 197 |
| 6.3 | Оптимизация конструкции теплового узла для выращивания пластинчатых монокристаллов | 208 |
| 6.4 | Пути увеличения габаритов и перспективные типы тепловых узлов | 222 |

Глава 7.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ГНК ЛЕЙКОСАПФИРА

- | | | |
|-----|--|-----|
| 7.1 | Методы контроля и управления процессами выращивания монокристаллов | 230 |
| 7.2 | Разработка двухконтурной системы управления установками ГНК с ИК-пирометром | 235 |
| 7.3 | Градиентный датчик, принцип его работы и система автоматического управления процессами ГНК | 243 |
| 7.4 | Разработка программы управления тепловыми режимами установок кристаллизации | 250 |

Глава 8.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ СТОКБАРГЕРА

- | | | |
|-----|--|-----|
| 8.1 | Температурные поля в кристаллах фторидов и установках для их получения | 256 |
| 8.2 | Расчетные исследования теплообмена и разработка конструкции тепловых узлов для выращивания кристаллов фторидов | 268 |
| 8.3 | Программы управления тепловыми режимами для различных установок | 283 |
| 8.4 | Перспективные тепловые узлы для выращивания крупногабаритных кристаллов | 290 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 296

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 298

ПРИЛОЖЕНИЯ

- | | | |
|---|--|-----|
| 1 | Оптические и теплофизические свойства некоторых кристаллов и конструкционных материалов | 320 |
| 2 | Температурная зависимость теплоемкости твердых материалов | 342 |
| 3 | Теплопроводность вспененных вольфрама и молибдена при высоких температурах | 346 |
| 4 | Основные технические данные ИК-пирометра «Сапфир» и градиентного датчика «Градат» | 351 |
| 5 | Расчетно-экспериментальные исследования компрессионных установок | 354 |
| 6 | Прямое экспериментальное исследование распределения температуры в профилированных кристаллах сапфира | 361 |