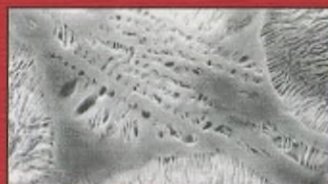


**Г. И. Слынько**

**ФОСФОРИСТЫЙ ЧУГУН:  
материаловедческие аспекты  
структурного упрочнения**



Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины  
Запорожский национальный технический университет

**Г. И. СЛЫНЬКО**

**ФОСФОРИСТЫЙ ЧУГУН:  
МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
СТРУКТУРНОГО УПРОЧНЕНИЯ**

Мелитополь  
ООО «Издательский дом МГТ»  
2011

УДК 669.15:62-2:621.43  
ББК 34.651  
С49

Утверждено к печати ученым советом Запорожского Национального технического университета Министерства образования и науки Украины, протокол № 1 от 7 сентября 2010 г.

Рецензенты: доктор технических наук, профессор В. В. Лунев  
доктор технических наук, профессор В. В. Гиржон

**С49 Слынько Г. И.** Фосфористый чугун: Материаловедческие аспекты структурного упрочнения / Г. И. Слынько - Мелитополь: ООО «Издательский дом Мелитопольской городской типографии», 2011. - 296 с.

ISBN 978-966-197-089-1

Рассмотрены процессы структурообразования фосфористых чугунов с разной формой графита. Приведены данные о влиянии легирующих элементов и сечения отливок на структуру и свойства фосфористых чугунов при комнатной и повышенной температурах. Описан микромеханизм их разрушения. Предложена комплексная система управления свойствами чугунов, включая аналитическое определение требуемых характеристик структурных составляющих и технологию их получения. С учетом полученных результатов взаимосвязей характеристик структурных составляющих и свойств фосфористых чугунов предложены способы и технологии их плавки, легирования, модифицирования, термической обработки, структурного упрочнения и контроля качества, которые позволяют обеспечить необходимый уровень механических и эксплуатационных свойств деталей машин.

Для научных и инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, материаловедов, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Рис. 124. Табл. 31. Библиогр. список: 141 ссылка.

**УДК 669.15:62-2:621.43**  
**ББК 34.651**

ISBN 978-966-197-089-1

© Слынько Г. И., 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	7
Введение.....	9
Условные обозначения и термины.....	11
<b>Глава 1 ОСНОВЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ФОСФОРИСТЫХ ЧУГУНОВ.....</b>	<b>13</b>
1.1 Анализ и уточнение диаграммы состояния системы Fe-C-P ...	13
1.2 Теоретические основы формирования фосfidной эвтектики в чугунах .....	16
1.2.1 Влияние кремния на формирование фосfidной эвтектики в чугунах.....	19
1.2.2 Закономерности структурообразования синтетических сплавов фосfidной эвтектики.....	22
1.3 Исследование влияния фосфора на процессы структурообразования чугунов.....	28
1.3.1 Характеристика опытных чугунов.....	28
1.3.1.1. Контроль химического состава и структуры.....	29
1.3.2. Методы определения характеристик структурных составляющих фосфористых чугунов.....	30
1.3.3. Влияние фосфора на формирование фосfidной эвтектики в чугунах.....	31
1.3.4. Влияние фосfidной эвтектики на структуру металлической матрицы и процессы графитообразования в фосфористых чугунах.....	40
1.3.5. Взаимосвязь параметров формы и индексов фосfidной эвтектики и графита в фосфористых чугунах.....	47
1.3.6. Влияние масштабного фактора на структуру фосфористых чугунов.....	51
1.4. Влияние термической обработки на структуру фосфористых чугунов.....	59
1.5. Статистический анализ взаимосвязи характеристик фосfidной эвтектики, графита и металлической матрицы в чугунах...	63
1.6. Влияние легирующих элементов на процессы структурообразования фосфористых чугунов.....	71
1.7. Основы регулирования структуры и свойств чугунов путем модифицирования расплавов.....	76
1.7.1. Сравнительная характеристика модификаторов и эффективности их влияния при инокулирующей обработке чугуна с пластинчатым графитом.....	76
1.7.2. Особенности модифицирования чугуна с шаровидным графитом при производстве тонкостенных отливок.....	79
<b>Глава 2 ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НА МИКРОМЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ФОСФОРИСТЫХ ЧУГУНОВ.....</b>	<b>84</b>

2.1. Влияние фосфидной эвтектики на микромеханизм разрушения и термостойкость чугунов в условиях термоциклирования.....	84
2.2. Микромеханизм разрушения фосфористых чугунов при статическом нагружении.....	99
2.2.1. Статическая трещиностойкость фосфористых чугунов.....	102
2.3. Влияние фосфидной эвтектики на циклическую трещиностойкость и микромеханизм разрушения фосфористых чугунов при комнатной и повышенной температурах.....	107
2.3.1. Циклическая трещиностойкость и микромеханизм разрушения фосфористых чугунов при 20°C.....	107
2.4. Микромеханизм разрушения фосфористых чугунов при динамическом нагружении.....	120

### Глава 3 ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА СВОЙСТВА ФОСФОРИСТЫХ ЧУГУНОВ.....

3.1. Методика механических испытаний при комнатной и высокой температурах.....	128
3.2. Влияние фосфора на плотность чугунов.....	129
3.3. Влияние структуры на свойства синтетической фосфидной эвтектики.....	129
3.4. Микротвердость и твердость фосфористых чугунов.....	132
3.5. Аналитическое определение влияния фосфидной эвтектики на прочность фосфористых чугунов с пластинчатым графитом.....	137
3.6. Прочность и пластичность фосфористых чугунов при комнатной и повышенной температурах.....	145
3.7. Прочность и пластичность фосфористых чугунов при сжатии.....	153
3.8. Ударная вязкость и микромеханизм разрушения фосфористых чугунов при динамическом нагружении.....	155
3.9. Прочность и пластичность фосфористых чугунов при изгибе.....	158
3.10. Влияние фосфидной эвтектики на износостойкость фосфористых чугунов.....	160
3.11. Влияние фосфидной эвтектики на обрабатываемость фосфористых чугунов лезвийным инструментом.....	165
3.12. Влияние масштабного фактора и микроструктуры на свойства фосфористых чугунов.....	169
3.12.1. Структурное упрочнение фосфористых чугунов методом оплавления поверхностного слоя.....	173
3.13. Статистический анализ результатов эксперимента.....	178
3.14. Методика проведения детерминированного факторного анализа влияния структурных составляющих на свойства фосфористых чугунов.....	181
3.14.1. Способ цепной подстановки.....	181
3.14.2. Способ пропорционального деления.....	183

3.15. Детерминированный факторный анализ долевого участия характеристик структурных составляющих в изменении свойств фосфористых чугунов.....	185
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Глава 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ ФОСФОРИСТЫХ ЧУГУНОВ ДЛЯ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	198
4.1. Аналитическое определение микроструктуры и химического состава чугунов для деталей газораспределительного механизма.....	203
4.2. Технологические основы управления микроструктурой и свойствами фосфористых чугунов для деталей газораспределительного механизма.....	204
4.2.1. Технологические особенности производства распределительных валов из фосфористого чугуна с пластинчатым графитом.....	204
4.2.1.1. Анализ характерных дефектов в распределительных валах.....	207
4.2.1.2. Исследование влияния модифицирования на структуру и свойства фосфористого чугуна для распределительных валов.....	212
4.2.1.3. Анализ микроструктуры и твердости в сечении упрочненных кулачков распределительного вала.....	214
4.2.2. Технологические особенности производства втулки направляющей клапана.....	218
4.2.2.1. Оптимизация химического состава, микроструктуры и свойств чугуна для втулки направляющей клапана.....	221
4.2.3. Технологические особенности производства коромысла клапана из чугуна с шаровидным графитом.....	223
4.2.3.1. Оптимизация технологического процесса плавки и модифицирования чугуна с шаровидным графитом.....	226
4.2.3.2. Анализ микроструктуры и твердости чугуна в сечении упрочненных носков коромысел клапанов.....	227
4.3. Технологические особенности структурного упрочнения экономнолегированного фосфористого чугуна для седла клапана.....	229
4.3.1. Влияние соотношения Сг/Р и модифицирования на структуру чугуна.....	230
4.3.2. Влияние соотношения Сг/Р и модифицирования на механические и служебные свойства чугуна.....	241
4.3.2.1. Механические свойства.....	241
4.3.2.2. Твердость и износостойкость.....	242
4.3.2.3. Обрабатываемость.....	253
4.3.3. Влияние легирования на теплостойкость фосфористых чугунов.....	253
4.3.4. Модифицирование чугуна.....	259
4.4. Технологическое обеспечение требований к литым заготовкам деталей двигателестроения.....	261
4.4.1. Автоматизированная система управления процессом структурообразования чугуна.....	266

4.4.2. Методика и оборудование неразрушающего контроля качества отливок.....	272
4.4.3 Структура и свойства экономнолегированных фосфористых чугунов для двигателестроения.....	275
Литература.....	282