

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК • УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ

*И.И. Косицына, В.В. Сагарадзе*

**ВЫСОКОПРОЧНЫЕ  
АУСТЕНИТНЫЕ СТАЛИ  
С КАРБИДНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ**

ЕКАТЕРИНБУРГ, 2010

УДК 669.14.584 : 620.17 : 539.4.015

Косицына И.И., Сагарадзе В.В. **Высокопрочные аустенитные стали с карбидным упрочнением.** Екатеринбург: УрО РАН, 2010.

Машиностроению необходимы высокопрочные неферромагнитные аустенитные стали, к которым кроме основного требования – немагнитности – часто предъявляются дополнительные условия. В частности, необходимы немагнитные материалы, обладающие хорошей коррозионной стойкостью и в атмосферных условиях, и в разнообразных агрессивных средах, высокими жаростойкостью и жаропрочностью, хорошей пластичностью при разных температурах вплоть до криогенных. Поэтому необходимы не только постоянное совершенствование существующих материалов, но и разработка принципиально новых сплавов, основанных на новых научно обоснованных и экспериментально многократно проверенных принципах.

В настоящей монографии рассмотрены аустенитные стали разных систем легирования (Fe – Mn, Fe – Ni, Fe – Cr – Ni, Fe – Cr – Mn – Ni), методы их объемного и поверхностного упрочнения в результате дисперсионного твердения. Исследованы закономерности формирования структуры и свойств в целях создания высокопрочных неферромагнитных сталей с повышенным сопротивлением механическому разрушению в интервале температур от –196 до 700 °С, коррозионному растрескиванию под напряжением, абразивному и адгезионному износу. Обсуждены вопросы создания жаропрочных сталей с карбидным упрочнением, износостойких и коррозионно-стойких высокопрочных аустенитных сталей, аустенитных высокопрочных сталей с эффектом памяти формы.

Книга предназначена для научных работников и инженеров, занимающихся разработкой и исследованием сталей и сплавов, а также может быть полезна аспирантам и студентам старших курсов вузов.

Ответственный редактор  
академик РАН **В.М. Счастливцев**

Рецензент  
доктор технических наук **Л.Г. Коршунов**

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Глава 1. Принципы разработки высокопрочных аустенитных сталей с карбидным упрочнением</b> .....	3
1.1. Выбор систем легирования сталей .....	4
1.2. Твердорастворное упрочнение аустенитных сталей .....	7
1.3. Упрочнение аустенитных сталей при пластической деформации и фазовом наклепе .....	14
1.4. Дисперсионное твердение и упрочняющие фазы .....	16
1.5. Функциональные свойства высокопрочных аустенитных сталей .....	21
<b>Глава 2. Закономерности карбидного упрочнения марганцевых аустенитных сталей</b> .....	25
2.1. Влияние состава аустенитной матрицы на эффективность карбидного упрочнения .....	25
2.2. Влияние содержания углерода, ванадия и молибдена на механические свойства аустенитных марганцевых сталей типа Г20 .....	29
2.3. Влияние температурно-временных параметров старения на процессы карбидообразования, размер и морфологию карбидных частиц .....	37
2.4. Упрочнение марганцевых аустенитных сталей при низких температурах .....	50
2.5. Эффект памяти формы в стареющих марганцевых аустенитных сталях ..	59
2.5.1. Влияние легирования и термической обработки на величину эффекта памяти формы .....	60
2.5.2. Влияние деформации на упрочнение сталей, критические точки, обратимость мартенситного превращения и величину эффекта памяти формы .....	63
<b>Глава 3. Упрочнение при карбидном старении аустенитных сталей различных систем легирования</b> .....	70
3.1. Формирование первичных карбидов и механические свойства закаленных сталей с разной аустенитной основой .....	70
3.2. Изменение механических свойств сталей при различных температурно-временных параметрах старения .....	77
3.3. Кинетика, морфология и механизмы выделения карбидов в стареющих сталях с разной аустенитной основой .....	81
3.3.1. Гомогенное выделение карбидов VC в марганцевом аустените ...	82
3.3.2. Особенности старения никелевого аустенита .....	84
3.3.3. Старение хромосодержащего аустенита .....	86
3.4. Оценка вклада разных механизмов выделения карбидов в упрочнение исследованных сталей .....	90
3.5. Приграничные зоны и пластичность состаренных аустенитных сталей ..	92

<b>Глава 4. Жаропрочные аустенитные стали с карбидным упрочнением ...</b>	<b>94</b>
4.1. Сравнительная оценка характеристик жаропрочности аустенитных стареющих сталей с разной основой .....	97
4.2. Прогнозирование длительной прочности на основании параметрических уравнений .....	105
4.3. Структурные изменения при ползучести .....	108
<b>Глава 5. Сопротивление коррозионному растрескиванию под напряжением марганцевых аустенитных сталей, упрочняемых карбидным старением .....</b>	<b>115</b>
5.1. Роль дисперсионного твердения в сопротивлении коррозионному растрескиванию марганцевых аустенитных сталей .....	115
5.2. Повышение сопротивления коррозионному растрескиванию марганцевых аустенитных сталей при перестаривании .....	124
5.3. Влияние легирования молибденом марганцевых аустенитных сталей на сопротивление коррозионному растрескиванию .....	132
5.4. Катастрофическое коррозионное растрескивание стареющих хромо-марганцевых аустенитных сталей .....	139
<b>Глава 6. Поверхностное упрочнение аустенитных сталей .....</b>	<b>147</b>
6.1. Поверхностное упрочнение и износостойкость сталей .....	147
6.2. Влияние фазовых превращений и дисперсионного твердения на износостойкость марганцевых аустенитных сталей .....	150
6.3. Поверхностное упрочнение марганцевых аустенитных сталей .....	155
6.3.1. Цементация марганцевых аустенитных сталей .....	157
6.3.2. Азотирование аустенитных сталей .....	159
6.3.3. Поверхностное упрочнение деталей .....	164
<b>Список литературы .....</b>	<b>166</b>