

УДК 621.785.53:620.178.16

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩИХ

Агаев Вусал Мубариз оглы

Студент 4 курса

кафедра «Материаловедение»,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Р.С. Фахуртдинов ,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Проблема совершенствования технологии производства авиационных зубчатых передач одна из важнейших в авиастроении. От их надежной работы зависит живучесть авиационного двигателя и в технологии упрочнения зубчатых передач возрастает в связи со значительным ростом силовой и тепловой напряженности при разработке газотурбинных двигателей нового поколения. Выполнение требований высокого ресурса долговечности и эксплуатационной надежности диктует необходимость применения для цементуемых зубчатых колес новых более высокопрочных сталей и новых эффективных процессов термической и химико-термической обработки.

К настоящему времени наиболее прочными среди цементуемых сталей являются стали ВКС-10, ВКС-5 и ВКС-7, статическая прочность которых составляет от 1200 до 1400 МПа. Для зубчатых колес высоконагруженных передач такой уровень прочности становится недостаточным.

Ставится задача по разработке высокопрочных дисперсионно-твердеющих сталей с уровнем статической прочности не менее 1800 МПа, ударной вязкостью не менее 0,65 МДж/м² и уровнем теплостойкости не менее 500 °С при 100 часовой выдержке.

Важным средством повышения свойств сталей является комплексное легирование, включающее определенное сочетание карбидообразующих элементов с повышенным количеством никеля и кобальта.

В работе представлены исследования влияния химического состава и технологии термической обработки на структурный, фазовый состав и механические свойства новых высокопрочных цементуемых сталей (Cr-Ni-Co-Mo-PЗМ), разработанных специалистами ФГУП «ВИАМ». Объектами исследования служили образцы сталей размерами 10x10x55 мм.

Необходимый уровень теплостойкости обеспечивали термической обработкой сталей на вторичную твердость. Исследованиями влияния температуры нагрева под закалку (1020, 1030, 1050 °С) на твердость установлена оптимальная температура закалки сталей – 1030 °С, обеспечивающая максимальное значение твердости – (50 – 54) HRC. После закалки проводили отпуск на вторичное твердение при температуре 530 °С, 2 часа с охлаждением на воздухе, обработку холодом при температуре минус 70 °С, 2 часа и отпуск для снятия напряжений при температуре 500 °С, 2 часа.

После термической обработки структура сталей состояла из отпущенного малоуглеродистого мартенсита, остаточного аустенита и мелкодисперсных частиц карбидных фаз.

Структурный состав и свойства сталей существенно зависят от содержания никеля, кобальта и наличия РЗМ.

Кобальт и никель увеличивают количество остаточного аустенита в структуре закаленной стали, что создает условия для выделения повышенного количества дисперсных частиц специальных карбидов при его распаде и, как следствие, приводит к увеличению

прочностных свойств. Повышение концентрации кобальта от 3,8 до 9,1 % увеличивает содержание аустенита с 4 до 7 %, приводит к повышению предела прочности на 6 %, предела текучести - на 11 % и незначительному снижению относительного удлинения и ударной вязкости. Кобальт и РЗМ повышают теплостойкость стали, так как задерживают процессы выделения частиц карбидов при отпуске, затрудняют коагуляцию выделившихся частиц, сдвигают начало снижения твердости в область более высоких температур. Однако повышенное (до 10 - 12 %) количество никеля нежелательно. При таком его содержании возрастает количество остаточного аустенита (до 35 %), что приводит к существенному снижению прочности и пластичности.

Оптимальное содержание никеля в сталях составляет (6,5 – 6,8) %, кобальта – (8,5 – 9,5) %, суммарное количество карбидообразующих элементов – (6,5 – 7,5) %, суммарное количество РЗМ – (0,078 - 0,082) %. Сталь такого состава после термической обработки обеспечивает требуемое высокое значение предела прочности $\sigma_b = (1870 - 1897)$ МПа, ударной вязкости – КСЧУ=(0,69 – 0,78) МДж/м². Предел текучести достигает высоких значений $\sigma_{0,2} = (1520 - 1550)$ МПа.

Литература

- 1 *Елисеев, Ю.С.* Производство зубчатых колес газотурбинных двигателей / Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов, И.П. Нежурин и др. М.: Выс. шк., 2001. - 493 с.
- 2 *Рыжов, Н.М.* Управление насыщенностью углеродом диффузионного слоя при вакуумной цементации теплостойких сталей / Н.М. Рыжов, А.Е Смирнов, Р.С. Фахуртдинов // МиТОМ, 2004. - № 8.- С. 22-27.
- 3 *Рыжов, Н.М.* Вакуумная цементация хромоникелевой стали / Н.М. Рыжов, А.Е Смирнов, Р.С. Фахуртдинов // МиТОМ, 2008. - № 2. С. 25-29.