

УДК 621.785.5

КОМБИНИРОВАННАЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛЕЙ СО СВЕРХРАВНОВЕСНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ АЗОТА

Гончаревская Дарья Александровна

*Студентка 1 курса магистратуры,
кафедра «Материаловедение»*

Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана

*Научный руководитель: Смирнов Андрей Евгеньевич,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

Современный уровень развития технологий в различных областях машиностроения обуславливает необходимость разработки новых материалов, обладающих требуемыми для решения актуальных задач характеристиками. Одним из таких перспективных материалов является сталь со сверхравновесной концентрацией азота. Вследствие особого способа производства такие стали отличаются от других конструкционных материалов повышенным содержанием азота, который не только эффективно упрочняет материал, но и позволяет сохранить высокий уровень пластичности и вязкости [1]. Стали со сверхравновесной концентрацией азота обеспечивают высокую надёжность и представляют, таким образом, доступную альтернативу сложнолегированным высокопрочным сплавам.

Хотя химический состав и технология изготовления сталей со сверхравновесной концентрацией азота обеспечивают высокий уровень объёмных свойств, для улучшения работоспособности материала требуется повышение поверхностной твёрдости и прочности, что приводит к росту контактной выносливости и износостойкости. Такая задача может быть решена путём химико-термической обработки, причём дополнительно повысить качество диффузионного слоя можно с помощью комбинированной обработки, сочетающей несколько видов химико-термической обработки [2].

В работе представлены результаты исследований среднеуглеродистых сталей мартенситного класса системы легирования Ni-Cr-Mo-V-N с различной сверхравновесной концентрацией азота после комбинированной химико-термической обработки, включающей в себя вакуумное азотирование и последующую вакуумную цементацию с завершающей упрочняющей термической обработкой. Установлены закономерности диффузионного насыщения поверхностных слоев сталей углеродом после вакуумного азотирования в зависимости от времени науглероживания и исходного химического состава.

Установлено, что при проведении комбинированной химико-термической обработки сталей со сверхравновесной концентрацией азота формируется карбидная зона, толщина которой зависит от исходной концентрации азота и времени насыщения углеродом (рис. 1). Карбидная зона состоит из мелкодисперсного мартенсита, крупных карбидов цементитного типа и мелких округлых карбидов легирующих элементов.

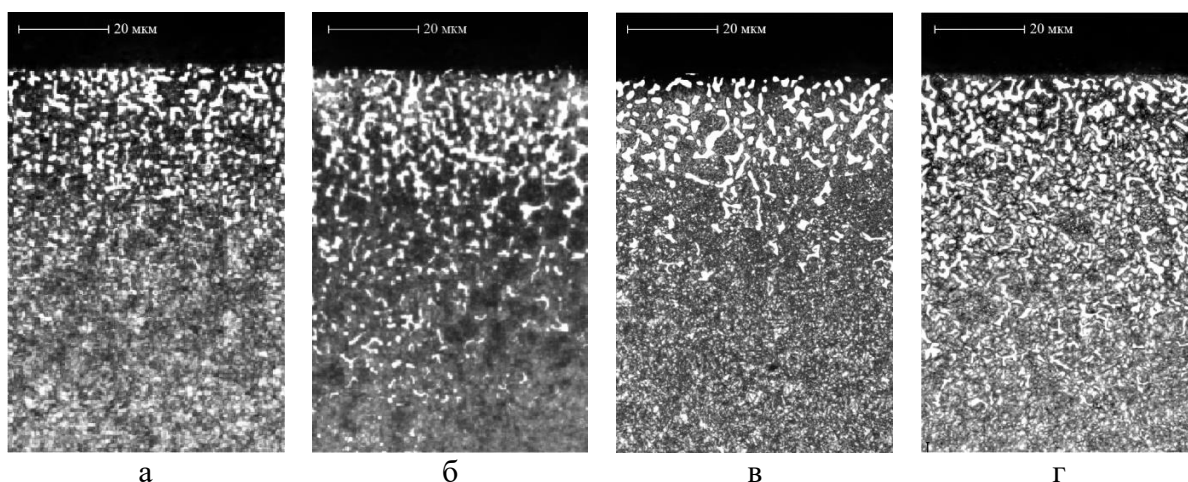


Рисунок 1. Структура стали с исходной концентрацией азота 0,01 % (а, б) и 0,13 % (в, г) после вакуумного азотирования при температуре 540 °С в течение 8 ч, вакуумной цементации при температуре 940 °С в течение 1 ч (а, в) и 4 ч (б, г) и заключительной термической обработки – закалки от температуры 940 °С и низкого отпуска при температуре 150 °С в течение 3 ч; $\times 500$

Продолжительность вакуумной цементации закономерно увеличивает толщину карбидной зоны в процессе проведения комбинированной химико-термической обработки. При увеличении длительности цементации от 1 ч до 4 ч (см. рис. 1 а, б) толщина карбидного слоя в стали с исходной концентрацией азота 0,01 % увеличивается от 45 мкм до 80 мкм, а в стали с исходной концентрацией азота 0,13 % (см. рис. 1 в, г) – от 45 мкм до 65 мкм. При увеличении времени цементации в обоих случаях повышается объёмная доля карбидов в приповерхностном слое.

При проведении комбинированной химико-термической обработки, включающей вакуумную цементацию в течение 1 ч, различие в исходной концентрации азота практически не влияет на толщину карбидной зоны (см. рис. 1 а, в), однако её влияние становится заметным при времени науглероживания 4 ч. При этом в стали с исходной концентрацией 0,01 % N формируется на 50 % более протяжённая карбидная зона, чем в стали с исходной концентрацией 0,13 % N (см. рис. 1 б, г).

Литература

1. Uggowitzer P.J., Harzenmoser M. Proceedings of High Nitrogen Steels Conference, HNS 88. Editors: Foct J. and Hendry A. Institute of Metals. London, 1989, pp. 174 179
2. Smirnov A.E., Semenov M.Y., Mokhova A.S., Seval'nev G.S. Use of combined methods of successive carburizing and nitriding of martensitic steels in low-pressure atmospheres. Metal Science and Heat Treatment, 2020, T. 62, № 1-2, pp. 127-132