

УДК 621.822.831

ВЛИЯНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ СТАЛИ 20X2H4A АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

© Дмитриева М.О., Мельников А.А.

e-mail: mdmitr1ewa@yandex.ru, melnickov.alex@yandex.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Конструкционная сталь 20X2H4A нашла широкое применение в отраслях машиностроения и аэрокосмической промышленности для изготовления деталей, работающих в условиях поверхностного износа [1,2].

Исследование влияния химико-термической обработки (ХТО) на структуру стали 20X2H4A проводилось на заготовках для производства деталей крупногабаритных подшипников. Для оценки воздействия ХТО на структуру стали исследовались образцы заготовок до и после термообработки [3,4].

Типовой режим термообработки данной стали включает в себя несколько этапов: газовую цементацию, закалку и низкий отпуск. Газовая цементация проводится при температуре 940°C, науглероживающей средой служит природный газ. Продолжительность цементации различных деталей в зависимости от толщины занимает в среднем 80-88 часов. После цементации глубина упрочнённого слоя составляет 2,5-3,0 мм, твёрдость рабочей поверхности 59-66 HRC, сердцевины 32 HRC. Затем детали подвергаются закалке при температуре 800-810°C с охлаждением в масле и отпуску при температуре 150-170°C продолжительностью 20-24 часа, охлаждение на воздухе [5].

С целью определения микроструктуры опытных образцов были проведены металлографические и электронно-микроскопические исследования с использованием микроскопов «МЕТАМ ЛВ-31» и TESCAN «Vega SB». Подготовка поверхности производилась на автоматическом шлифовально-полировальном станке REMET «LS250A». Микрорентгеноспектральный анализ проводился с использованием приставки INCAx-act.

Металлографический анализ показал, что структура стали 20X2H4A до ХТО представляет собой зернистый перлит (рис. 1а), что свидетельствует о проведённой предварительной термообработке заготовки – нормализации. После термообработки наблюдается структура мелкоигльчатый мартенсит отпуска (рис. 1б).

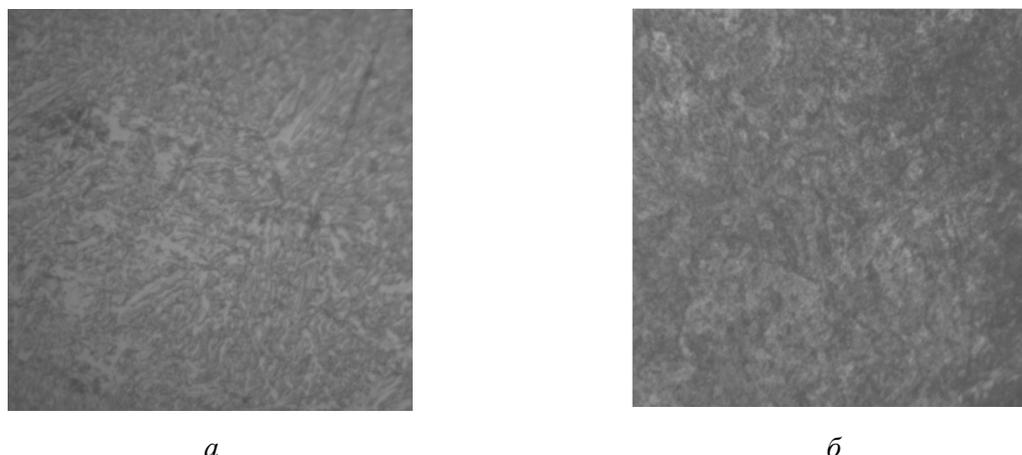


Рис. 1. Микроструктура стали 20X2H4A: а – до химико-термической обработки; б – после химико-термической обработки

Анализ микроструктуры травлёных образцов, проведённый на растровом электронном микроскопе, указал на наличие зон ликвации, наибольшая концентрация которых наблюдается в центре и вблизи края заготовки (рис. 2а). На основании результатов микрорентгеноспектрального анализа зон ликвации установлено, что в порах до процедуры травления находились сульфиды. После термообработки наблюдается выравнивание структуры стали, что выражается в уменьшении размера тёмных зон – включений и равномерном их распределении вблизи поверхности, а также в центре заготовки (рис. 2б).

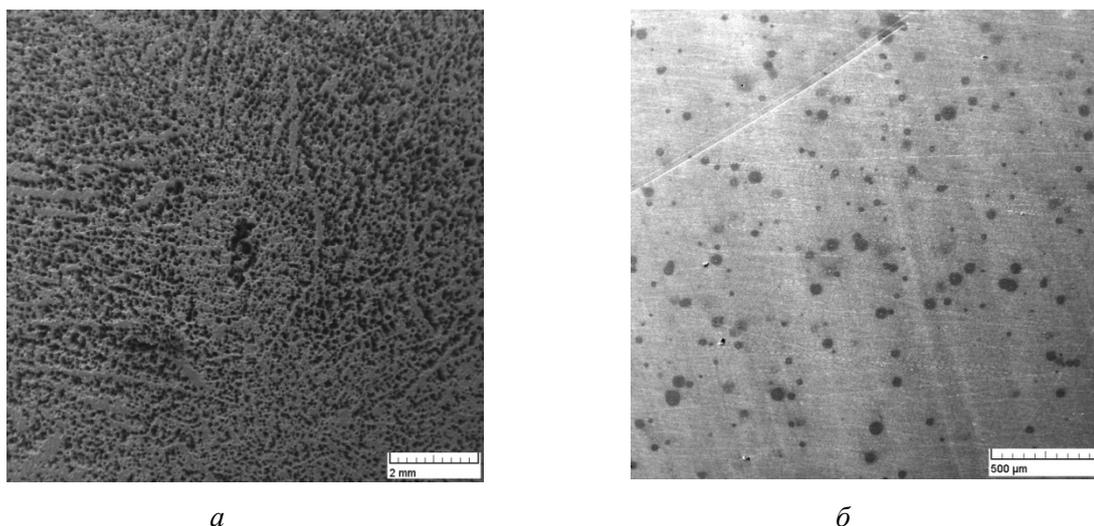


Рис. 2. Химическая неоднородность стали 20X2H4A: а – до химико-термической обработки; б – после химико-термической обработки

Таким образом, структура стали 20X2H4A авиационного назначения до химико-термической обработки представляет собой зернистый перлит, после термообработки – мелкоигольчатый мартенсит отпуска. После проведения ХТО наблюдается уменьшение химической неоднородности и более равномерное распределение сульфидов. Сульфиды обуславливают хрупкость, выступая концентратором напряжений, и могут вызвать преждевременное разрушение детали, предотвратить которое возможно рафинированием заготовки, а также предварительным применением высокотемпературного отжига.

Библиографический список

1. Штремель М.А. Проблемы металлургического качества стали (неметаллические включения) // МиТОМ. 1980. № 8. С. 2-6.
2. Покровская Н.Г., Петраков А.Ф., Шалькевич А.Б. Современные высокопрочные конструкционные стали для изделий авиационной техники // МиТОМ. 2002. № 12. С. 23-26.
3. Deng S., Hua L., Han X., Huang S. Analysis of surface crack growth under rolling contact fatigue in a linear contact // Tribology Transactions. 2015. V. 58. P. 432-443.
4. Мордасов Д.М., Фатеев Ю.Г., Зотов С.В. Исследование причин преждевременного разрушения подшипников буксового узла // Вестник ТГТУ. 2015. Т. 21, № 4. С. 686-695.
5. Huang Z., Li G. Failure analysis of roller cone bit bearing based on mechanics and microstructure // Journal of Failure Analysis and Prevention. 2018. P. 1-8.