

УДК 621.785.5

## ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ 16MnCrS5 ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ф.И. Пантелеенко<sup>1</sup>, И.Н. Степанкин<sup>2</sup>, Е.П. Поздняков<sup>2</sup>,  
Е.А. Парецкая<sup>2</sup>, А.А. Серафимович<sup>3</sup>, А.В. Радионов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>УО «Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого», г. Гомель, Беларусь

<sup>3</sup>ОАО «Гомсельмаш» – управляющая компания холдинга», г. Гомель, Беларусь

<sup>4</sup>ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга БМК», г. Жлобин, Беларусь

Диверсификация отечественного металлургического производства, обусловленная конъюнктурной политикой ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга БМК», диктует необходимость согласованного с зарубежными потребителями использования сталей, выплавляемых в соответствии с европейскими нормативными документами. Данный тренд регламентируется с целевыми указаниями Министерства промышленности Республики Беларусь и является одним из важнейших аспектов совершенствования бизнес – моделей как металлургических, так и машиностроительных предприятий нашей страны [1]. Сталь 16MnCrS5, производимая в соответствии с EN10084 является заменителем широко известной стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71. Устойчивый спрос западных партнеров на указанный сплав обеспечивает расширение номенклатуры отечественных деталей, традиционно подвергаемых термохимической обработке с помощью цементации. В связи, с этим важной научно-технической задачей является всестороннее изучение процессов структурообразования указанной стали при термохимической обработке с целью достижения высоких эксплуатационных характеристик деталей машин.

Объектом исследований являлись науглероженные слои стали 16MnCrS5. Технологическая ниша её применения – детали упрочняемые цементацией, что требует учета склонности данного материала к росту зерна в процессе нагрева. Микролегирование ванадием, ниобием и титаном позволяет снизить склонность к росту зерна у данного сплава [2]. Наиболее экономичным, можно считать следующий режим обработки: науглероживание – закалка токами высокой частоты (ТВЧ) – отпуск. Одним из основных недостатков закалки ТВЧ - является высокая вероятность неконтролируемого повышения температуры аустенитизации, что неблагоприятно сказывается на росте зерна металла. Практическое подтверждение неблагоприятного прогноза результатов интенсивного нагрева ТВЧ было получено при исследовании причин отслоения поверхностного слоя на детали

«Цапфа» №КЗК-12-0290640. В соответствии с базовой технологией, после науглероживания проводилась закалка ТВЧ и низкотемпературный отпуск. После этого сопрягаемую поверхность детали (защищенную от науглероживания) соединяли дуговой сваркой с остальными элементами сборочного узла. Окончательной операцией являлась механическая обработка (шлифование) наружной цилиндрической поверхности в зоне упрочненного слоя. Анализ структуры поверхностного слоя показал, что в результате закалки ТВЧ в упрочненном слое происходил аномальный рост зерна из-за перегрева наружных слоев детали и отслоение упрочненного слоя.

Очевидным техническим решением, для улучшения структуры упрочненного слоя является проведение объемной закалки, которая позволяет достаточно точно проконтролировать температуру аустенитизации металла перед его охлаждением [3]. После корректировки, термообработку цементованных образцов проводили по двум различным режимам. В первом случае закаливали детали с подсуживанием, снизив температуру в печи цементации до  $840\text{C}^\circ$  и выдержав до начала закалки 30 минут. В качестве опытного образца использовали штатную деталь «Цапфа» №КЗК-12-0290640, диаметр которой составлял около 30 мм. Во втором случае сразу после цементации детали извлекали из печи и охлаждали на воздухе. После этого проводили повторный нагрев под закалку до  $840\text{C}^\circ$  с выдержкой 30 минут и закаливали. В качестве завершающего перехода следовал отпуск  $200\text{C}^\circ$  1 час.

После закалки с подсуживанием поверхностный слой металла приобрел структуру среднегольчатого мартенсита с равномерно распределенными кристаллами остаточного аустенита. Признаков перегрева не обнаружено. Последующее шлифование упрочненных деталей, не сопровождалась возникновением подповерхностных трещин, все детали из партии соответствовали требованиям контроля качества. В тоже время, на поверхности образцов второй партии, зафиксировано снижение микротвердости до уровня, соизмеримого с образцами, изначально закаливаемыми ТВЧ. Структура наружного слоя отличается пониженной химической активностью, что свидетельствует об обезуглероживании слоя при нагреве в воздушной среде под закалку.

#### Литература

1. Перетягина Е.А. ОАО «БМЗ» - управляющая компания холдинга БМК»: визитная карточка Республики Беларусь. Знак качества. 2018; (1): 6–9.
2. Ковалева И.А., Овчинникова И.А., Стефанович С.В. Разработка мероприятий по оптимизации химического состава в цементуемой марке стали 16MnCr5 для устранения причин возникновения роста крупных аустенитных зерен// Литье и металлургия, 2019(1): с.49-56.
3. Гуляев, А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп./А.П. Гуляев, М.: Металлургия, 1986, с. 544 .