

## **ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОБЕЗУГЛЕРОЖЕННОГО СЛОЯ НА СОРТОВОМ ПРОКАТЕ СТАЛИ 20Г2Р ПОСЛЕ СФЕРОИДИЗИРУЮЩЕГО ОТЖИГА**

**Хина Б.Б.<sup>1</sup>, Покровский А.И.<sup>1</sup>, Глушаков А.Н.<sup>1</sup>,  
Сотов К.А.<sup>1</sup>, Панковец И.А.<sup>2</sup>**

- 1) Физико-технический институт НАН Беларуси  
Минск, Республика Беларусь
- 2) ОАО «БМЗ-управляющая компания холдинга «БМК»  
Жлобин, Республика Беларусь

Введение. На ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (далее ОАО «БМЗ») производится сортовой прокат в бухтах из стали 20Г1РА (20Г2Р) по ГОСТ 10702 «Прокат сортовой из конструкционной нелегированной и легированной стали для холодной объемной штамповки. Общие технические условия», которая применяется для изготовления крепежных изделий (болты, гайки, шурупы-саморезы и др.). На заключительной стадии технологического процесса прутки (катанку) диаметром 6,5–16,5 мм подвергают сфероидизирующему отжигу в печах с защитной атмосферой для получения структуры зернистого перлита. При этом для существенной доли продукции (около 20 %) на отдельных участках поверхности прутка образуется слой с аномальной структурой, толщина которого превышает допустимую. В нем наблюдается существенный рост зерна феррита и пониженное содержание частиц глобулярного цементита по сравнению с сердцевиной. Такая структура подпадает под определение обезуглероженного слоя (ОБС) по ГОСТ 1763 «Сталь. Методы определения глубины обезуглероженного слоя». Поэтому актуальной задачей для ОАО «БМЗ» является модификация существующей технологии для получения структуры стали, которая должна удовлетворять ГОСТ 1763 и индивидуальным требованиям потребителей по толщине ОБС – не более 1,0 % от диаметра.

В связи с этим целью данной работы является изучение структуры ОБС на прокате стали 20Г2Р для последующей оценки возможных причин его образования.

Методика исследований. Поскольку легкие элементы, такие как углерод, азот и бор, не определяются методом микрорентгеноспектрального анализа (МРСА), в данной работе использована оптическая микроскопия (прибор Микро 200 Vert, ООО Планар) и дюрометрия (микротвердомер ПМТ-3 фирмы ЛОМО). Глубину ОБС определяли в соответствии с ГОСТ 1763, а микротвердость – по ГОСТ 9450 «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников» при массе нагружающей гири 50 г (HV<sub>50</sub>) и 100 г (HV<sub>100</sub>).

В условиях ОАО «БМЗ» сфероидизирующий отжиг стали марки 20Г1РА (20Г2Р) проводили при 680 °С в течение 6 часов.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 показана микроструктура сердцевины и поверхности образца стали 20Г1РА (20Г2Р) после сфероидизирующего отжига. Видно, что после обработки зерна феррита (с черными точками цементита) в зоне ОБС значительно крупнее, чем в сердцевине.

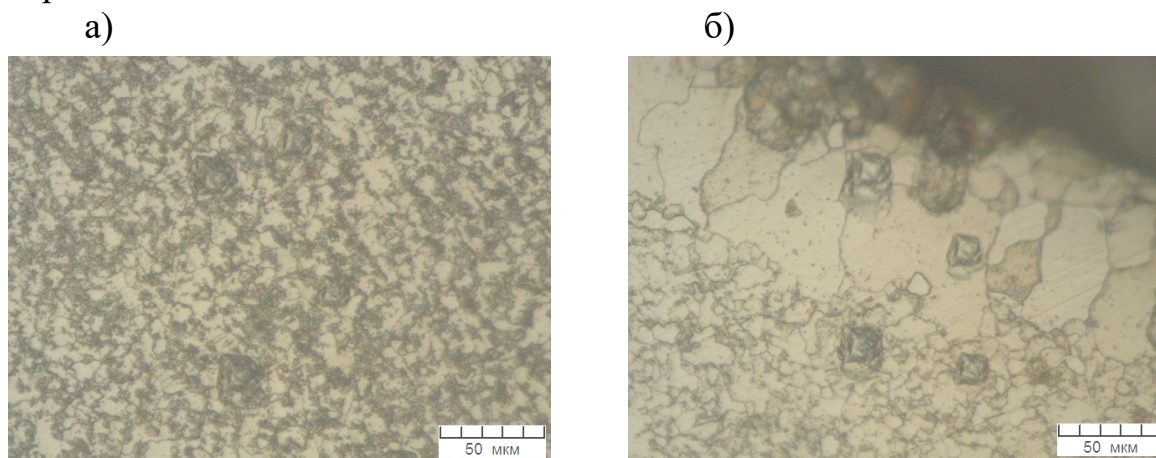


Рисунок 1 – Микроструктура стали (оптическая микроскопия):  
а) середина образца (x500), б) край образца с ОБС (x500)

Дириометрический анализ показал (рис. 2), что микротвердость HV в середине ненамного отличается от ОБС: в сердцевине  $HV_{50} = 24-27$  МПа,  $HV_{100} = 26-32$  МПа, а на поверхности в зоне с аномальной (обезуглероженной) структурой  $HV_{50} = 23-24$  МПа,  $HV_{100} = 25-27$  МПа.

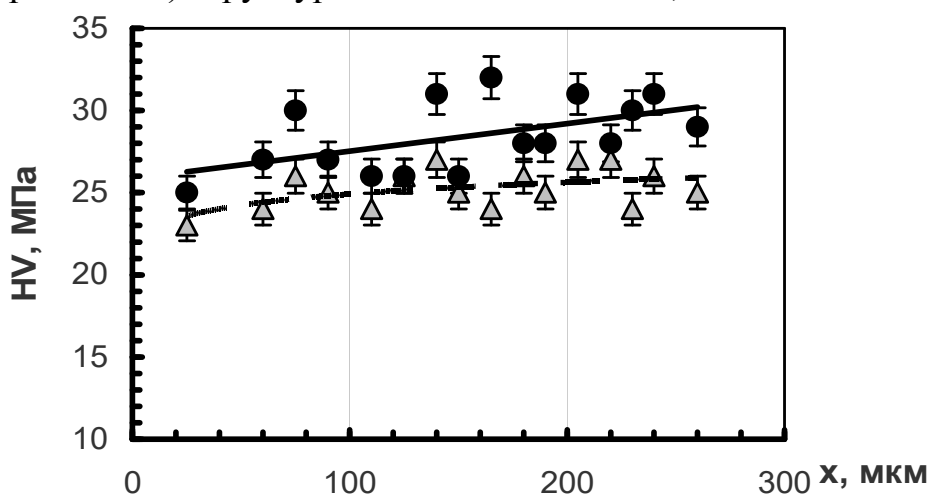


Рисунок 2 – Зависимость микротвердости от расстояния от поверхности при нагрузке 50 г (▲ и пунктирная линия) и 100 г (● и сплошная линия)

Закключение. Вероятно, наблюдаемая микроструктура может быть обусловлена совместным действием двух факторов: обезуглероживанием, т.е. диффузией атомов углерода как вглубь к растущим частицам цементита, так и во внешнюю газообразную среду, и аномальной рекристаллизацией локальных участков поверхностного слоя из-за того, что отдельные зерна феррита, в которых имеется невысокие (так называемые околоритические) остаточные напряжения, быстро растут за счет соседних.