

## Изучение микроструктуры и механических свойств низкоуглеродистой стали, микролегированной бором

© Бабенко\* Анатолий Алексеевич, Сельменских Наталья Ильинична  
и Уполовникова<sup>+</sup> Алена Геннадьевна

Лаборатория пирометаллургии цветных металлов. Институт металлургии УрО РАН.

ул. Амундсена, 101. г. Екатеринбург, 620016. Свердловская область. Россия.

Тел.: (343) 232-91-62. E-mail: [upol.ru@mail.ru](mailto:upol.ru@mail.ru)

\*Ведущий направление; <sup>+</sup>Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** низкоуглеродистая сталь, микроструктура, механические свойства, бор, микролегирование, неметаллические включения.

### Аннотация

В работе представлены результаты исследования неметаллических включений, структуры и механических свойств низкоуглеродистой стали, микролегированной бором. Исследование количества и состава неметаллических включений показало, что при введении бора увеличивается объемная доля оксидных и оксисульфидных включений и значительно уменьшается объемная доля сульфидных включений. При этом легирование стали бором увеличивает до 99.7% долю включений размером не более 5 мкм против 80.6% в металле без бора. В металле с бором неметаллические включения размером более 10 мкм отсутствуют, в то время как в металле без бора их доля составляет 13.6%. Исследования показали, что в металле, содержащем 0.011% бора, самостоятельные борсодержащие включения не выявлены. Не обнаружен бор и в составе исследуемых неметаллических включений. Во всех образцах стали неметаллические включения представлены преимущественно оксидными, оксисульфидными и сульфидными включениями. В стали, не содержащей бор, наряду с ферритной фазой присутствует небольшое количество перлита. Микролегирование стали бором сопровождается образованием дисперсной ферритно-бейнитной структуры, которая состоит из мелкозернистого феррита с участками бейнита с тенденцией к формированию бейнитных полос вдоль направления прокатки. Микротвердость феррита и перлита в стали без бора, не превышает в среднем 180 и 214 HV<sub>10</sub> соответственно. Отмечено, что присутствие бора в стали в количестве 0.011% увеличивает микротвердость феррита до 260 HV<sub>10</sub> и бейнита до 335HV<sub>10</sub>. Механические свойства горячекатаной стали толщиной 10 мм из борсодержащей низколегированной стали благодаря преимущественному формированию мелких округлых включений размером не более 5 мкм и формированию мелкодисперсной ферритно-бейнитной структуры, характеризуются повышенными прочностными свойствами с сохранением пластических характеристик. Абсолютные значения предела текучести и временного сопротивления стали с бором достигают 575 и 650 МПа соответственно. При таких прочностных свойствах металлопроката сохраняется достаточно высокие пластические характеристики. Металлопрокат стали без бора характеризуется пониженным до 540 и 610 МПа пределом прочности и временным сопротивлением соответственно.