

МЕХАНИЗМ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРАФИТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ВЫСОКОПРОЧНОМ ЧУГУНЕ

Покровский А.И.

Физико-технический институт Национальной академии наук
Беларуси, г. Минск, Беларусь

Наиболее перспективными для машиностроения на сегодня является класс высокопрочных чугунов (ВЧ), по структуре представляющий графитные включения сферической формы в перлитной или феррито-перлитной основе. В случае, если в отливках из ВЧ удастся добиться получения структуры аусферритной металлической матрицы, эти материалы успешно конкурируют с прокатом легированных марок сталей, демонстрируя прочность до 1400 МПа. Одним из вариантов дальнейшего совершенствования структуры ВЧ является горячая пластическая деформация литой заготовки, позволяющая получать еще более высокие показатели механических свойств. После деформации шаровидная форма графита видоизменяется, превращаясь в эллипсообразную и нитевидную. Причем показано, что в большинстве случаев такая трансформация происходит без разрушения включения, вероятно, пластической деформацией.

Цель работы – предложить механизм пластической деформации хрупких графитных включений графита при обработке давлением.

Результаты и обсуждение. Металлографическим методом исследовано строение графита в литом ВЧ. На металлографических шлифах показано, что сферические включения имеют поликристаллическое секторальное строение (рис. 1).

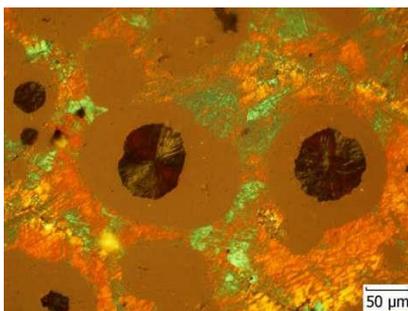


Рис. 1 - Шаровидные включения в высокопрочном чугуне в исходном (недеформированном) состоянии. Поляризованный свет. Заметно секторальное строение включений

В аксонометрии эти сектора представляют собой пирамиды с шестигранным основанием и достаточно четкими отходящими из центра и радиально расположенными границами. При кристаллизации рост каждого из секторов и всего включения в целом происходит в радиальном направлении за счет поочередного наслаивания базисных плоскостей графита друг на друга.

У образцов ВЧ, обработанных со степенью деформации 30 и 50 % (рис. 2) в структуре деформированного включения заметно наличие двух различных зон: в центре сохраняется круглое ядро с характерным секторальным (радиально-лучистым) строением и по бокам (слева и справа) отростки с иной более однородной морфологией.

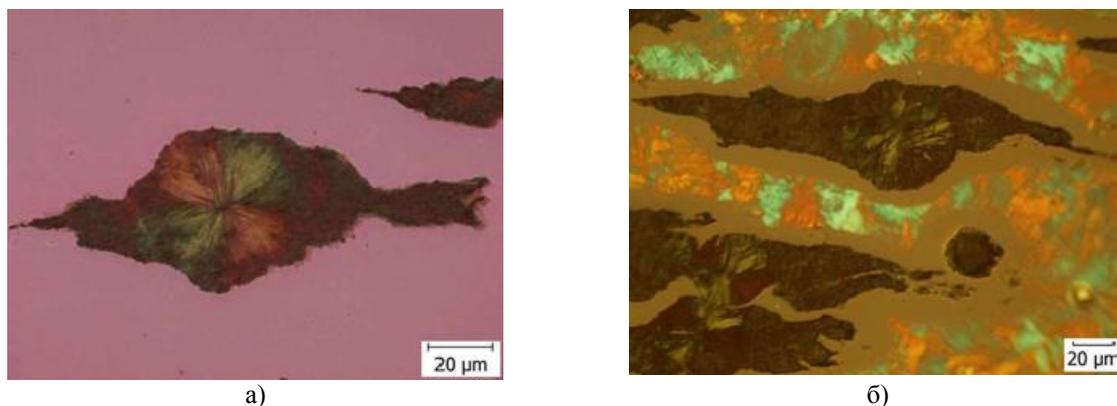


Рис. 2 - Изображение графитных включений при степени деформации 40% (а) и 60% (б). Оптическая металлография. Поляризованный свет. Заметно наличие двух зон: в центре круглое ядро с характерным секторальным (лучистым) строением и по бокам отростки с иной более однородной морфологией

У сильно деформированных чугуновых образцов (степень деформации более 60%) (рис. 3) с помощью электролитического вытравливания и растровой электронной микроскопии показано, что включение не разрушается на части (или превращается в порошок), а имеет цельную вытянутую эллипс-образную или иглообразную форму.

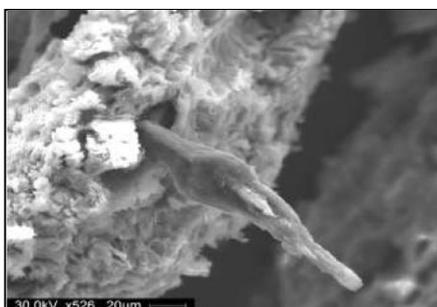


Рис. 3 – Морфология деформированного графитного включения первоначально имевшего шаровидную форму. Электролитическое вытравливание поверхности, растровая электронная микроскопия

Предложен двух стадийный механизм пластической деформации графитных включений. На первом этапе в процесс деформации вовлекаются только наружные слои (чешуйки) графитного включения. Внутреннее ядро сохраняет радиально – секторальную структуру (рис. 2).

На втором этапе деформации механизм изменяется; происходит выклинивание и выдавливание наружу тех секторов, которые расположены вдоль приложения нагрузки (рис. 3). Одновременно поперечные сектора сдвигаются ближе друг к другу. Если рассматривать единичную ячейку, то включение графита деформируется в оболочке из пластичного аустенита. Цельность и не поврежденность включения объясняется схемой деформации, близкой к неравномерному всестороннему сжатию.