

**Комплексная обработка высокопрочного чугуна, полученного с использованием методов литья, деформации и изотермической закалки**

Покровский А.И.<sup>1</sup> (), Лущик П.Е.<sup>2</sup>, Рафальский И.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт НАН Беларуси, <sup>2</sup>Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

В работе проведена систематизация данных о методах исследования и моделях зарождения и роста графитных включений, процессов получения и особенностей структурообразования высокопрочного чугуна, полученного с использованием методов литья, деформации и изотермической закалки.

Высокопрочный чугун (ВЧ) для ряда ответственных машиностроительных изделий (поршневые и уплотнительные кольца, блоки цилиндров, коленчатые и распределительные валы, тормозные барабаны, диски сцепления, тормозные барабаны, ступицы колес, коробки дифференциалов, кронштейны, гидравлические муфты, подвески рессор, картеры задних мостов) является оптимально сбалансированным (и перспективным конструкционным материалом).

ВЧ представляет собой многофазную систему, структурные составляющие которой можно изменять с использованием методов литья, деформирования и термической обработки, что позволяет целенаправленно управлять механическими и эксплуатационными свойствами изделий. Особенностью чугуна по сравнению со сталью является гетерогенная металломатричная композиционная структура, включающая разнородные структурные составляющие:

- металлическая матрица (прочная и пластичная основа материала);
- графитные включения (непрочные по сравнению с прочностью матрицы, но при этом обеспечивающие исключительно высокие трибо-технические и демпфирующие показатели изделий).

Основные направления совершенствования структуры и повышения свойств чугуна основываются на модификации его структурных составляющих:

- изменение морфологии графита от разветвленной к компактной и сферической (переход от класса серых чугунов к классу высокопрочных чугунов с шаровидным графитом - ВЧШГ);
- переход на аустенито-бейнитную структуру металлической матрицы («бейнитный чугун»), при этом структура металлической матрицы этого чугуна не является полностью бейнитной, а содержит, еще некоторое количество нераспавшегося аустенита (АБЧШГ – аустенитно-бейнитный чугун с шаровидным графитом, за рубежом такую структуру называют «аусферритной»).

Действующий межгосударственный стандарт «Чугун с шаровидным графитом для отливок» предусматривает достаточно широкую гамму марок высокопрочных чугунов, в том числе наиболее высокую - ВЧ 100, обладающую показателем предела прочности при растяжении на уровне 1000 МПа.

Повышение уровня механических свойств чугуна может быть достигнуто за счет легирования, модифицирования, а также термической обработки, в частности, изотермической закалки, позволяющей достичь показателей прочности 1000-1200 МПа при удлинении 2-10%.

При определенных условиях литые изделия из ВЧ можно пластически деформировать. Исследуя процесс горячего выдавливания ВЧ, установлено, что хрупкое в обычном состоянии графитное включение ведет себя как пластическая субстанция без повреждения и нарушения сплошности, изменяя свою форму от шаровидной к овальной, эллипсоидной, веретенообразной и нитевидной по мере увеличения степени деформации, а металлическая матрица существенно измельчается.

Обработка давлением позволяет добиться существенного улучшения качества чугуна и комплекса физико-механических характеристик, а также эффективно управлять их распределением по сечению изделия. При этом обеспечивается увеличение прочности чугуна до 2 раз, достигается значительное улучшение акустических характеристик. Производственные испытания опытных и опытно-промышленных партий штампованных шестерен из чугуна показали, что их прочностные показатели повышаются до уровня легированных сталей (1200 МПа и более), а уровень шума при работе зубчатой пары снижается на 2-4 дБ, что актуально для соответствия современным европейским нормам ЕЭК ООН, предъявляемым к автомобильной технике.

Теоретические основы процесса формирования включений шаровидного графита в чугунах описываются различными моделями и гипотезами, в том числе моделями «газовых пузырьков», «микровзрывов», «пылевидных включений» и др. Научный и практический интерес представляет развитие моделей зарождения и диффузионного роста графита на микровключениях оксидов и сульфидов.