

УДК 669.131

## МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЕРЫХ ЧУГУНОВ

А.В. Шпанько, студент гр. МАБ-111

Научные руководители: к.т.н., доцент Л.П. Короткова

ст. преподаватель С.В. Лащинина

«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово

**Введение.** Чугун является одним из распространенных конструкционных материалов. Широкому использованию чугунов в машиностроении способствуют его хорошие технологические и удовлетворительные прочностные свойства. В настоящее время остро стоит проблема качества конструкционных металлических материалов. Ряд исследований по контролю качества серых чугунов, проводимых на кафедре «Технология металлов» Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, помог выявить несоответствия структуры требованиям стандартов, установить причины преждевременного разрушения деталей.

Серые чугуны – это сплавы железа-углерода-кремния, в которых часть углерода находится в цементите ( $C_{\text{связ}} \leq 0,8 \%$  – связанный углерод), остальной углерод образует кристаллы графита. В структуре серых чугунов отсутствует первичный цементит.

В зависимости от формы графита чугуны подразделяют на:

- серые чугуны с пластинчатым графитом (рис. 1, а);
- высокопрочные чугуны с шаровидным графитом (рис. 1, б);
- чугуны с вермикулярным графитом (рис. 1, в);
- ковкие чугуны с хлопьевидным графитом (рис. 1, г).

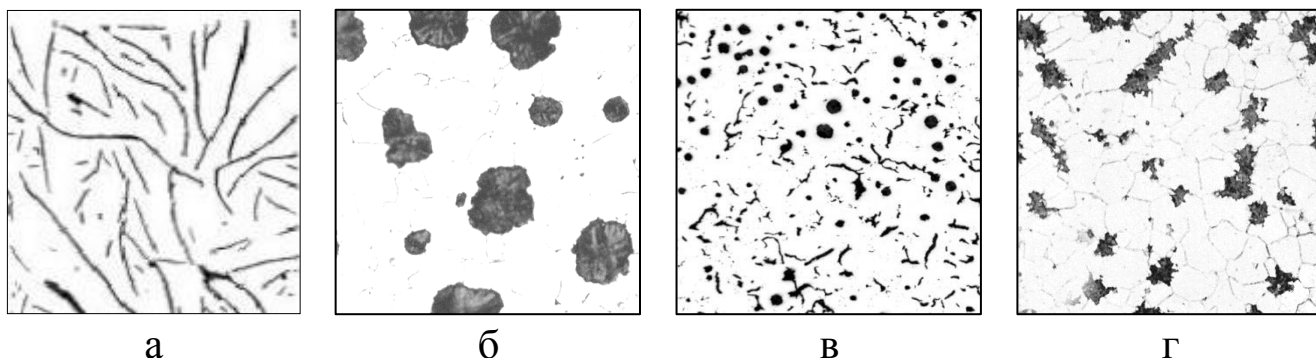


Рис. 1. Форма графита:

а – пластинчатый, б – шаровидный, в – вермикулярный, г – хлопьевидный

В соответствии со степенью графитизации меняется структура металлической основы и, соответственно, количество и размеры кристаллов графита. Подбором химсостава ( $C + Si$ ) % и скоростью охлаждения можно обеспечить получение различной структуры металлической основы (рис. 2): перлит-

ная ( $C_{\text{связ}}=0,8\%$ ), феррито-перлитная ( $0,02\% \leq C_{\text{связ}} \leq 0,8\%$ ) и ферритная ( $C_{\text{связ}} \leq 0,02\%$ ).

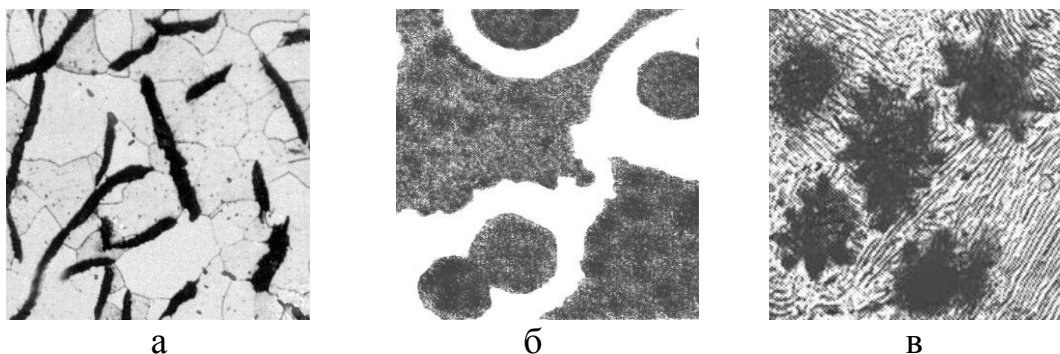


Рис. 2. Металлическая основа:

а – ферритная; б – феррито-перлитная; в – перлитная

**Методика контроля.** В данной работе приводятся результаты контроля качества чугунного литого изделия по методике, разработанной на кафедре. Она базируется на ГОСТ 3443 и включает в себя макроанализ, микроанализ ( $100 - 500\times$ ) и измерения твердости.

Качество серых чугунов определяют по виду, размеру, объемному содержанию графита и металлической основе, по наличию дефектов в структуре. Количественные показатели микроструктуры определяются методом сравнения по шкалам, приведенным в ГОСТ 3443.

*При определении графита оценке подлежат:*

- форма включений по шкале 1А (обозначение ПГф; ВГф; ШГф);
- распределение включений по шкале 1В (ПГр; ВГр; ШГр);
- размеры включений (ПГд; ШГд; КГд) и цифровое значение среднего размера (длина или диаметр) включений графита в мкм по шкале 1Б;
- количество включений графита (ПГ; ВГ; ШГ) и цифровое значение средней площади в %, занятой графитом на микрошлифе, по шкале 1Г.

*При определении металлической основы оценке подлежат:*

- вид структуры металлической основы Ф, Т, Б, М по шкале 5;
- форма перлита Пт1, Пт2 по шкале 5;
- содержание перлита или феррита (П или Ф) и цифровое значение средней площади %, занятой этими составляющими на микрошлифе по шкале 6;
- дисперсность перлита (ПД) и цифровое значение среднего расстояния между пластинами цементита в мкм по шкале 8;

*Наличие дефектов микроструктуры:*

- строение фосфидной эвтектики по шкале 9А;
- характер распределения включений фосфидной эвтектики по шкале 9Б;
- размеры ячеек сетки в мкм по шкале 9В и площадь включений фосфидной эвтектики в  $\text{мкм}^2$  по шкале 9Г;
- количество в % и размеры включений в мкм первичного цементита (или цементита ледебурита) по шкале 10А.

*Показатели микроструктуры чугуна записывают по примеру:*

ПГф1 - ПГр1 - ПГд90 - Пт1 - П45 - Пд0,5 - ФЭЗ - ФЭр1.

Это означает, что структура серого чугуна (ПГф1) содержит равномерно распределенный пластинчатый графит прямолинейной формы (ПГр1), длиной 60 – 120 мкм (ПГд90). Металлическая основа имеет пластинчатый перлит (Пт1) в количестве от 30 до 60% (П45) с межпластинчатым расстоянием 0,5 мкм (Пд0,5). Отбел в виде первичного цементита не обнаружен.

**Результаты исследования.** В данной работе продемонстрировано использование методики контроля качества серых чугунов на конкретном примере. Для этого исследован разрушенный корпус коробки отбора мощности спецмашины из серого чугуна. С целью выявления причин разрушения корпуса для сравнения за эталон был взят аналогичный корпус, который отработал стандартный ресурс. Изучались не менее пяти образцов, вырезанных в разных участках деталей.

*Макроисследования* при визуальном осмотре позволили выявить дефекты в разрушенном корпусе в виде горячих трещин на поверхности, пригаров и значительного окисления поверхности. Перечисленные дефекты являются дефектами металлургического производства и свидетельствуют о низком качестве литой заготовки.

На основе *металлографических исследований* охарактеризована микроструктура чугуна. Основа чугуна в обеих коробках передач феррито-перлитная, но отличается дисперсностью. В разрушенной коробке перлит крупнопластинчатый. Обнаружено несоответствие по форме включений графита. В разрушенной коробке графит имеет неблагоприятную гнездообразную форму, которая соответствует ПГф4 (рис.3,а). В эталонном чугуне форма графита вермикулярная и соответствует ВГф2 (рис. 3,б). Наличие гнездообразного графита является дефектом микроструктуры металлургического происхождения, который значительно снижает прочность и является одной из причин преждевременного разрушения корпуса.

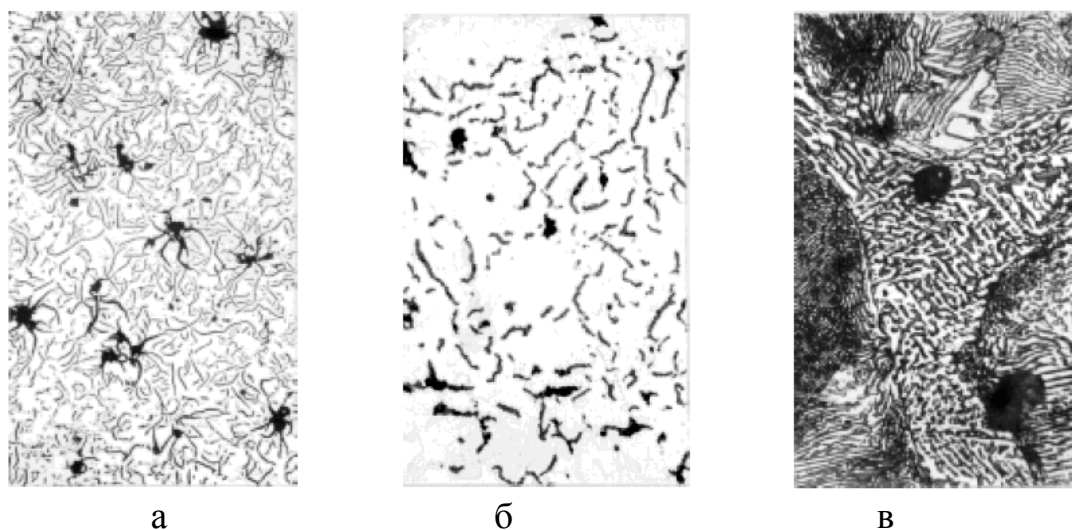


Рис. 3 Микроструктура чугуна разрушенной коробки отбора мощности

В разрушенном корпусе обнаружены недопустимые дефекты микроструктуры в виде отбела и тройной фосфидной эвтектики ФЭЗ, характеризующиеся игольчатым строением в виде отдельных включений ФЭр1 (рис. 3,в). Эти дефекты повышают твердость и значительно «охрупчивают» чугун.

Проведенные металлографические исследования позволили получить полную характеристику микроструктуры серого чугуна разрушенного корпуса, которую можно представить в виде следующей записи:

ПГф4 - ПГр1 - ПГд90 - Пт1 - П45 - Пд0,5 - ФЭЗ - ФЭр1

**Вывод:**

1. Контроль качества серого чугуна на примере коробки отбора мощности спецмашины по методике используемой на кафедре «Технология металлов» Кузбасского государственного технического университета, позволил получить полную характеристику структуры и выявить недопустимые отклонения в макро- и микроструктуре.

2. Причина преждевременного разрушения коробки корпуса заключается в недопустимо низком качестве литой заготовки: корпус имеет на поверхности микродефекты в виде горячих трещин, пригаров, окислов; в микроструктуре присутствовал крупнопластинчатый перлит, графит гнездообразной формы, тройная фосфидная эвтектика, первичный цементит.

**Список литературы:**

1. Контроль качества материалов (в машиностроительном производстве) [Электронный ресурс]: учеб. Пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструкт.-технолог. обеспечение машиностроит. пр-ва» / Л. П. Короткова, Д. Б. Шатько, Д. М. Дубинкин; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. Ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2011. 171 с.

2. Франценюк, И.В. Альбом микроструктур чугуна, стали, цветных металлов и их сплавов / И. В. Франценюк, Л. И. Франценюк. – М. : Академкнига , 2004. – 192 с.

3. ГОСТ 1412–85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. Введ. 1987–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1985.–5с.

4. ГОСТ 3443-87. Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры. – Введ. 01-07-1988. – М. : Стандартинформ, 2005. – 44 с