

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ
И ЛОКАЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЧУГУНОВ С ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ
ИХ УЛУЧШЕННЫХ МАРОК, МЕТОДИК И СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Н. К. ТУРСУНОВ, Т. Т. УРАЗБАЕВ, У. Т. РАХИМОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Существует ряд особенностей деформирования чугуна, присущих только данному материалу. Так, в частности, коэффициент Пуассона данного материала может изменяться по мере увеличения деформации. Кроме этого, имея одну и ту же твердость в рамках одной марки чугуна, он может обладать различным модулем упругости. Также чугун может иметь одну и ту же прочность, обладая при этом различной формой графитовых включений. В то же время для таких чугунов будет существенно изменяться его относительное удлинение и предел текучести. Всё это будет определенным образом влиять на кривую динамического микроударного деформирования.

Чугун относится к структурно неоднородными материалам вследствие наличия большого количества включений графита, который может принимать различные формы: пластинчатую (серый чугун), шаровидную (высокопрочный), хлопьевидную (ковкий). Различают также вермикулярную форму графита (рисунок 1).

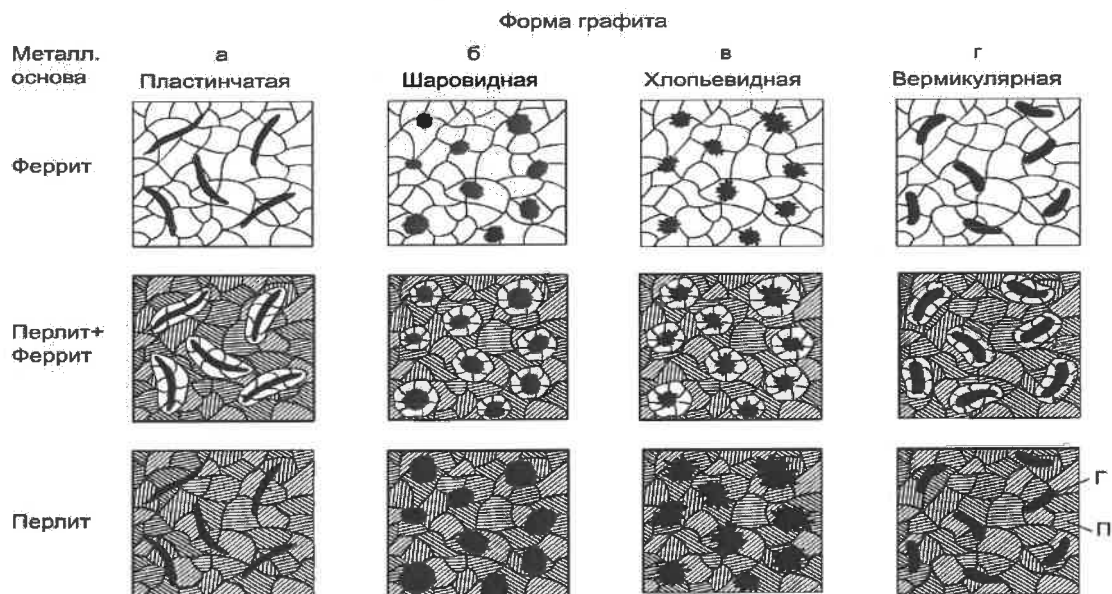


Рисунок 1 – Характерные структуры чугуна

Помимо различных форм графита чугун может иметь разную структуру: ферритную, ферритно-перлитную или перлитную. Белый чугун характеризуется цементитной структурой. Согласно ГОСТ 3443 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры», размер включений графита может варьироваться от 15 до 1000 мкм. Стоит отметить, что крупные графитовые включения значительно ухудшают механические свойства и контроль характеристик таких изделий обычно не проводится. Распределение графита в структуре чугуна может быть как равномерным, так и неравномерным, а также иметь колониальную, сетчатую или иную форму. Количество включений графита оценивается по средней площади на микрошлифе. Например, для пластинчатого графита плотность распределения может изменяться от 2 до 12 %. На рисунках 2 и 3 показана микроструктура реальных образцов чугуна с проведенной оценкой распределения и характерных размеров углеродных включений.

Если задача разделения чугуна может быть решена ультразвуковыми методами, то установление механических характеристик – это проблема, требующая решения.

В настоящее время на предприятиях для измерения предела прочности, модуля упругости и относительного удлинения при разрыве в 100 % случаев применяются разрушающие методы контроля, такие как испытания на разрывных машинах. Этот процесс является длительным, неудобным и дорогостоящим, поскольку требует изготовления и тестирования специальных образцов-свидетелей, чьи свойства могут не полностью соответствовать характеристикам самого изделия. Кроме того, вырезка образцов из готового изделия делает его дальнейшее использование невозможным.

В рамках проекта предлагается внедрить метод динамического индентирования для контроля, при котором регистрируется весь процесс деформирования, продолжающийся всего несколько микросекунд. После обработки сигнала, который описывает внедрение жесткого индентора определенной формы в чугун, будут получены зависимости изменения контактного усилия, глубины и скорости внедрения. Это позволит использовать модели упругопластического деформирования и на их основе рассчитывать физико-механические характеристики чугуна.

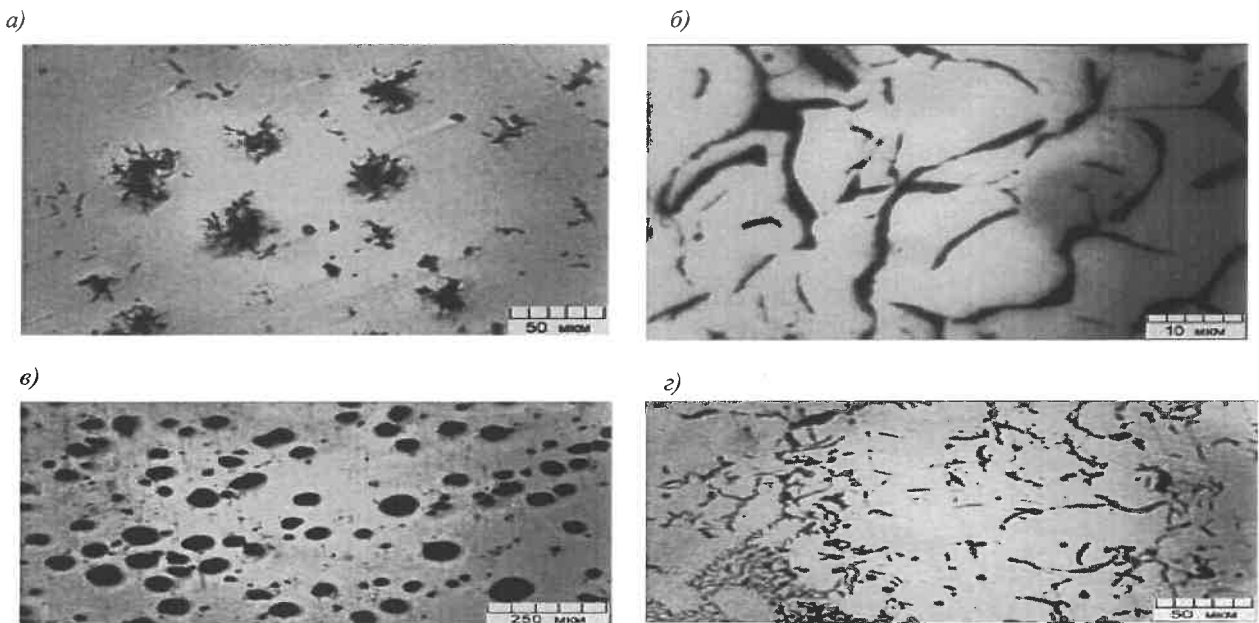


Рисунок 2 – Форма графита (темные включения) в серых чугунах:
 а – хлопьевидная; б – пластинчатая; в – шаровидная; з – вермикулярная

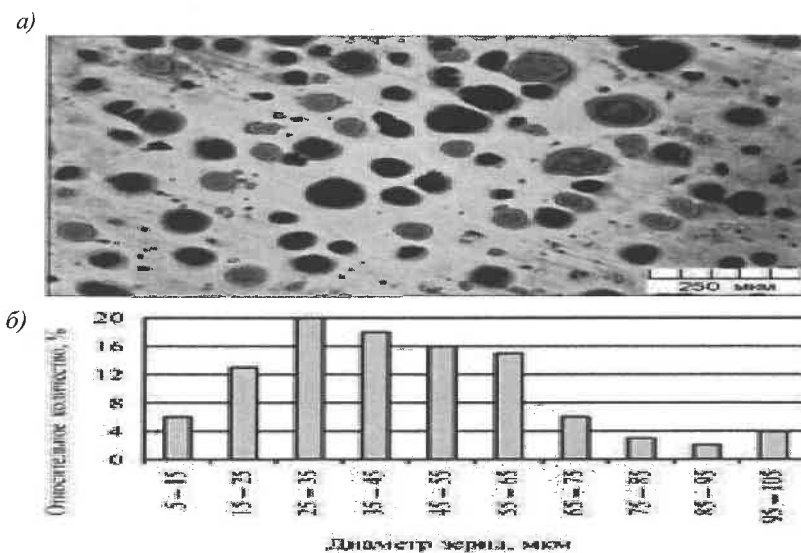


Рисунок 3 – Микроструктура чугуна с шаровидным графитом (а);
 распределение включений графита по размерам (б)

Данная методика не требует изготовления специальных образцов для испытаний, как при использовании разрывных машин. С учетом того, что современные технологии производства чугуна не всегда гарантируют необходимые характеристики, предложенный метод имеет важное практическое значение для сортировки чугуна. Практика показывает, что отдельные чугунные изделия (например, блоки цилиндров двигателей) могут содержать серый чугун в одной части, а высокопрочный — в другой. Кроме того, в изделии могут присутствовать участки с белым чугуном, обработка которых может приводить к поломке режущего инструмента.

Поэтому очень важно перед проведением механической обработки чугуна предварительно оценить его качество. Предполагаемый вид создаваемого прибора показано на рисунке 4.

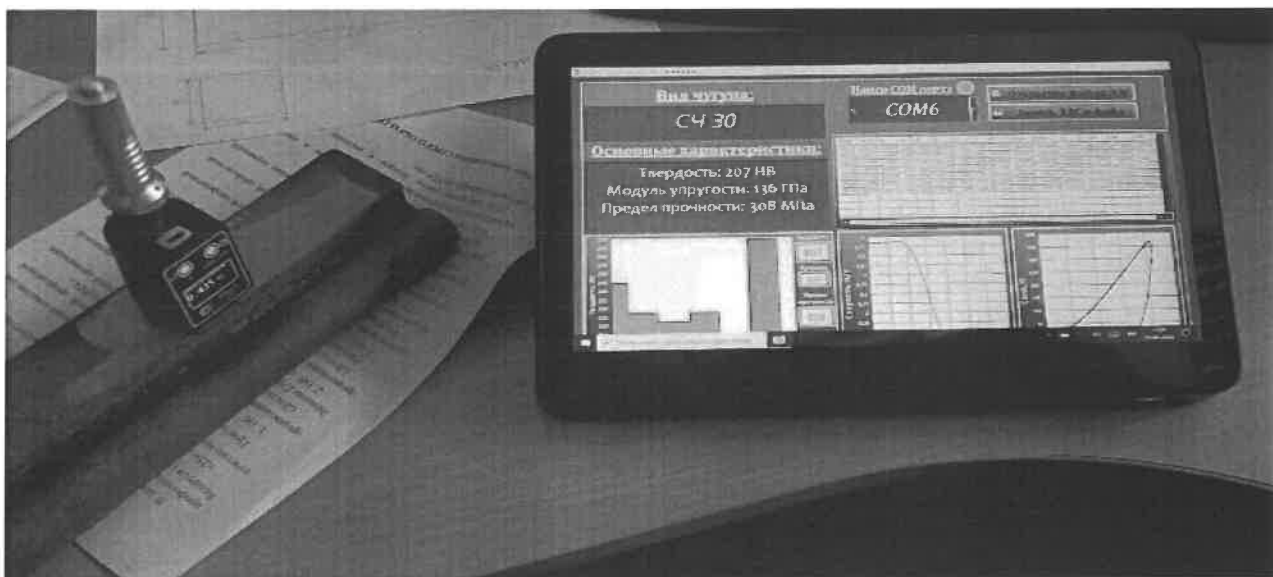


Рисунок 4 – Измеритель физико-механических характеристик чугуна ИФМХ-Ч

Прибор ИФМХ-Ч предназначен для неразрушающего контроля физико-механических характеристик чугуна различных марок. Прибор состоит из двух частей: датчика и дополнительного электронного блока.

Основные характеристики прибора ИФМХ-Ч:

- определение марки чугуна СЧ10-СЧ35, ВЧ35-ВЧ70;
- измерение твердости по Бринеллю от 90 до 450 НВ;
- измерение предела прочности от 100 до 900 МПа;
- измерение модуля упругости от 40 до 220 ГПа;
- время одного измерения не более 3 с.

Требования к контролируемым изделиям:

- шероховатость контролируемой поверхности не более 2,5Ra;
- масса изделия не менее 2,0 кг;
- толщина стенки изделия не менее 5 мм.

Измеритель физико-механических характеристик чугуна позволяют проводить оперативную оценку качества чугуна без необходимости разрушения образцов. На рисунке 3 представлена информация о чугуне марки СЧ30, который имеет твердость 207 НВ, модуль упругости 136 ГПа и предел прочности 308 МПа.

Список литературы

- 1 Турсунов, Н. К. Разработка эффективной технологии получения синтетического чугуна в индукционной тигельной печи / Н. К. Турсунов, Ш. П. Алимухамедов, О. Т. Тоиров // Universum: технические науки : электрон. науч. журн. – 2022. – № 6 (99). – С. 30–33.
- 2 Kren, A. P. Determination of the Strain-Hardening Exponent of a Metallic Material by Low-Speed Impact Indentation / A. P. Kren, V. A. Rudnitskii // Russian Metallurgy (Metally). – 2019. – No. 4. – P. 478–483. – DOI : 10.1134/S0036029519040220.