

The results of investigation of methods of supersonic inspection and structurescopy of foundry production, being used in auto- and tractor-building are presented. On basis of using of conical waves there are given optimal schemas of quality control of gearing of Ni-resist insertion with material of diesel engine forcers directly in casting as well as in early stages of final processing.

П. П. ПРОХОРЕНКО, Г. Е. КОНОВАЛОВ, А. Р. БАЕВ,
А. Л. МАЙОРОВ, Институт прикладной физики НАН Беларуси,
П. С. ГУРЧЕНКО, М. А. ТИЩЕНКО, РУП "МАЗ"

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ И СТРУКТУРОСКОПИИ ПРОДУКЦИИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА В АВТО- И ТРАКТОРОСТРОЕНИИ

УДК 620.179

При производстве ответственных деталей, используемых в авто- и тракторостроении, предъявляются высокие требования к их физико-механическим характеристикам. Наличие объемных и поверхностных несплошностей (раковины, трещины, волосовины и др.), а также отклонения в микроструктуре могут привести к преждевременному разрушению изделия и возникновению аварийной ситуации. Проведение контроля макро- и микроструктуры изделия на ранней стадии его производства (в процессе литья или сразу после этой операции) позволяет существенно уменьшить материальные затраты производителя. Однако, как правило, отливки имеют сложную форму, шероховатость поверхности $Rz \sim 100$ и более, что препятствует использованию традиционной аппаратуры неразрушающего контроля и его автоматизации [1]. С целью преодоления указанных трудностей нами проводится комплекс работ по двум направлениям: созданию и "адаптации" акустических устройств (первичных преобразователей) применительно к широкой номенклатуре объектов; совершенствованию электронной аппаратуры для обеспечения достоверности измерений [2].

Ультразвуковая дефектоскопия. К настоящему времени разработана широкая гамма приборов для контроля продукции на различных стадиях производства. Обычно выпускается специализированная аппаратура по заказам предприятий. В качестве примера рассмотрим установки для контроля поршней дизельных двигателей на различных стадиях обработки.

При изготовлении поршней дизельных двигателей методом литья значительное внимание уделяется качеству сцепления нирезистовых вставок с основным материалом поршня (рис. 1). В ряде случаев плохая очистка, некачественное алетирование, появление оксидных пленок приводят к

дефектному спаю. К настоящему времени разработаны методики и аппаратура, обеспечивающая автоматизированный контроль поршня как непосредственно в отливке, так и на ранних стадиях финишной обработки. Изучены возможности использования поверхностных и сдвиговых волн, рассмотрены оптимальные схемы прозвучивания объекта. В отличие от зарубежных аналогов в разработанных автоматизированных установках впервые применены схемы прозвучивания изделий головными продольными и поперечными волнами. Причем последние обладают на 15–20 дБ большей чувствительностью к слабоотражающим дефектам типа "слипание". Применение предложенной схемы прозвучивания позволяет выявлять дефекты сцепления вставки по всей глубине с необходимой достоверностью. Обе боковые поверхности вставки как со стороны головки, так и со стороны юбки поршня могут контролироваться по одной схеме. При этом зондирующий сигнал распространяется преимущественно вдоль оси поршня, проходит через обе границы вставки. Внутренняя поверхность вставки контролируется прямыми преобразователями с цилиндрической фокусировкой.

В случае контроля поршней в отливке контроль со стороны головки осуществляется системой

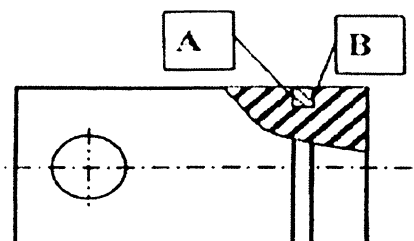


Рис. 1. Поршень, контролируемый наличие качества сцепления нирезистовой вставки с алюминием: А и В — поверхности вставки

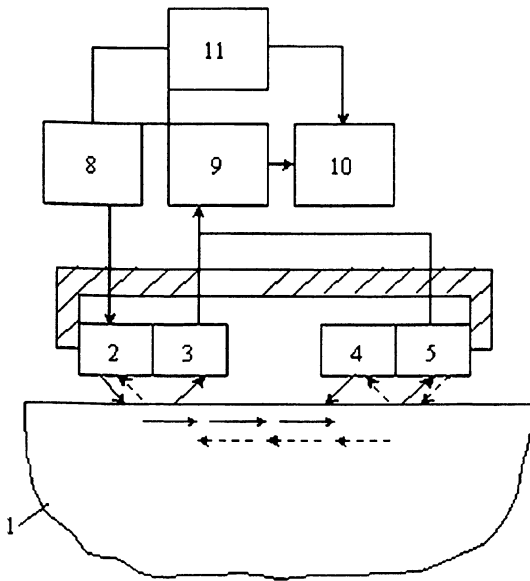


Рис. 2. Предложенные схемы контроля структуры по измерению скорости и угла ввода-приема УЗК

преобразователей со сферической фокусировкой, а со стороны юбки — наклонным преобразователем с углом наклона $\sim 40\text{--}50^\circ$. Предлагаемые системы контроля обладают высокой надежностью, так как отсутствует прямой механический контакт преобразователей с поверхностью контролируемого изделия. Установки содержат ультразвуковой дефектоскоп, электронный блок управления, механический привод и блок, регистрирующий дефекты по поверхностям вставки и величины перекрытия дефектов. Длительность контроля одного поршня ~ 20 с. Указанные выше установки и методики могут быть использованы и при производстве других подобных изделий цветного, стального и чугунолития. В частности, разработан способ контроля чугунных гильз в автоматизированном режиме на наличие подповерхностных и поверхностных дефектов как на наружной, так и внутренней стороне изделия.

Структуроскопия. При производстве чугунных отливок их упругие и прочностные свойства существенно зависят от формы графитовых включений [3, 4]. Для этих целей перспективны ультразвуковые методы. Это определяется корреляционной зависимостью скорости звука C_m и коэффициента затухания δ_m от содержания шаровидного графита q . ИПФ НАН Беларуси совместно с ЦЗЛ РУП "МАЗ" проведена работа по созданию прибора контроля структуры чугуна (УТ-7) и других металлов. При этом реализованы и испытаны в производственных условиях теневые способы. Это позволяет осуществлять зондирование объектов с "акустической базой" от 2 до 250 см, имеющих кривизну и шероховатость до 100 мкм и более. На рис. 2 показаны предложенные нами основные измерительные схемы для структуроскопии чугуна. На чугунную отливку 1 устанавливают акустичес-

кое устройство, содержащее четыре ультразвуковых преобразователя 2—5, которые удерживаются на ней с помощью магнитного прижима.

При установке устройства на изделие в щелевой зазор наносится контактная среда, обеспечивающая передачу ультразвуковых волн от излучателя к объекту и обратно. Для возбуждения ультразвуковых колебаний используется генератор электрических импульсов 8, а для приема — приемник 9 с высокочувствительным усилителем с коэффициентом усиления более 100 дБ. Измерение времени прохождения зондирующего импульса по схеме преобразователь 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5, а затем по схеме преобразователь 5 \rightarrow 4 \rightarrow 2 производится с помощью измерителя временного интервала 10, синхронизированного блоком 11. Погрешность измерения 10—20 нС.

Выбранная схема измерений обеспечивает условия, при которых нивелируется влияние неровностей контактной поверхности изделия на погрешности измерений, обусловленных непостоянством контактной прослойки жидкости, представляющей собой дополнительную звуковую задержку. Скорость ультразвука C определяют на основании вычисления разности временных интервалов при приеме сигналов.

Испытание данного устройства на РУП "МАЗ" позволило установить корреляционные зависимости между параметрами скорости УЗК и формой графитовых включений; определить граничные значения скорости ультразвука, отделяющие высокопрочный и серый чугуны. Погрешность измерений скорости звука при этом не превосходила 1%. На порядок более точные данные были получены на вырезанных из испытываемого изделия плоскопараллельных образцах, контактная поверхность которых обработана до $R_z 10$.

Возможности современной элементной электронной базы позволяют еще в 2—3 раза уменьшить погрешность измерений. Важно отметить, что величина граничных значений скорости УЗК может различаться на несколько процентов в зависимости от специфики конкретного производства. Поэтому одним из необходимых этапов по внедрению акустического метода контроля структуры чугуна в производство на данном предприятии является установление корреляционной зависимости между скоростью УЗК и содержанием графитовых включений данной формы.

Литература

1. Приборы неразрушающего контроля материалов и изделий: Справ. / Под ред. В. В. Клюева. М.: «Машиностроение», 1986.
2. Воронкова Л. П. Ультразвуковой контроль чугуна. Мн.: ЦНИИМАШ, 1996.
3. Ермолов И. Н., Разыграев Н. П., Щербинский В. Г. Исследование процесса формирования акустического поля головной волны // Дефектоскопия. 1998. № 11. С. 5—10.
4. Иванушкин П. Н. Неразрушающий контроль чугуна. Киев: Навукова думка, 1983.