

3. Машкович В. П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. — М.: Энергия, 1982.
4. Казаков И. В., Панченко А. М. Факторы накопления низкоэнергетического фотонного излучения в барьерной геометрии. — Тезисы докл. 4-й Всесоюзной научной конференции по защите от ионизирующих излучений ядерно-технических установок. — Томск, 1985, с. 89.
5. Добромуслов В. А., Румянцев С. В. Радиационная интроскопия. — М.: Атомиздат, 1972. — 352 с.
6. Добромуслов В. А., Жаркова Л. В. Интегральные (эффективные) и дифференциальные линейные коэффициенты ослабления тормозного рентгеновского излучения и эффективные факторы накопления рассеянного излучения. — Дефектоскопия, 1985, № 1, с. 3—10.

УДК 620.179.14

МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ ГЛУБИНЫ И ТВЕРДОСТИ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

И. А. Кузнецов, А. М. Прохоров

Чугун как конструкционный материал широко используется в производстве деталей на предприятиях автомобильной, тракторной и других отраслей промышленности. В ряде случаев от чугунных деталей требуются повышенные свойства только на поверхности изделия при сохранении той структуры сердцевины, которая получена при отливке или после отжига. Для повышения свойств поверхности изделия широко используется поверхностная закалка при помощи токов высокой частоты (ТВЧ). Качество таких неоднородных по сечению изделий определяется толщиной поверхностного закаленного слоя и твердостью слоя и сердцевины.

Глубину слоя закалки ТВЧ деталей автомобиля обычно измеряют под микроскопом выборочно путем разрезки детали и изготовления шлифа, что связано с порчей изделия и дополнительными затратами. Такой метод контроля не обеспечивает достаточной надежности и не позволяет своевременно корректировать электрические и механические параметры режима закалки ТВЧ.

Магнитный метод контроля гарантирует вполне однозначное выделение в брак всех деталей, имеющих глубину закаленного слоя ниже или выше норм, установленных соответствующими техническими условиями, при одновременном выделении в брак всех деталей, не удовлетворяющих требованиям технических условий по твердости закаленного слоя. Магнитный метод контроля качества поверхностного упрочнения находит за последние годы все более широкое применение [1, 2]. Он основан на различии магнитных свойств закаленного слоя и сердцевины деталей. Так, например, коэрцитивная сила закаленного слоя изделий из высокопрочного чугуна в 5—7 раз больше коэрцитивной силы сердцевины [3]. Такое различие вполне достаточно для постановки надежного магнитного контроля.

Для выяснения возможности использования коэрцитиметра КИФМ-1М для контроля глубины и твердости закаленного слоя ТВЧ деталей автомобиля, изготовленных из высокопрочного чугуна ВЧ 65.48.1, были проведены исследования на образцах с различной глубиной упрочненного слоя. Образцы представляли собой кулачки, вырезанные из распределительного вала (рис. 1). Приставной электромагнит имел сменные полюсные наконечники для максимального прилегания полюсов электромагнита к поверхности носика кулачка. Геометрические размеры и форму полюсных наконечников и сами датчики подбирали таким образом, чтобы обеспечить измерение средних магнитных свойств на глубине, на которую простирается максимальный допустимый закаленный слой для нормально закаленных изделий, рассматриваемых в настоящей работе [4].

Для удобства регулировки и отсчета размагничивающего тока была взята только 1/3 часть витков намагничающей обмотки, максимально приближенная к контролируемому изделию, что, как следует из работы [5], позволяет несколько уменьшить влияние на величину размагничивающего тока коэрцитиметра непостоянства зазора между изделием и наконечниками электромагнита. Для каждого типа деталей использовали свой приставной электромагнит с полюсами, подогнанными по форме контролируемой поверхности детали.

Зависимость размагничивающего тока I_p коэрцитиметра от глубины закаленного слоя образцов приведена на рис. 2. Видно, что между показаниями коэрцитиметра и глубиной упрочненного слоя существует однозначная связь. Глубину слоя определяли металлографическим методом, а твердость — по Роквеллу HRC_3 . Были проведены измерения коэрцитиметром на носике кулачков распределительного вала больших пар-

тий изде
коэрцит
техничес
ной d_n =
Из
твердост
показал,
ана
чатора

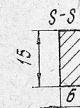


Рис.

1 — тв

шату
тромД
гл
ско
ст
ст
то
ло
ег
ши
ни

тий изделий непосредственно в производственном потоке и сопоставлены показания коэрцитиметра с глубиной и твердостью закаленного слоя (см. таблицу). Согласно техническим условиям, годными считаются детали твердостью $HRC_a \geq 54$ и нормальной $d_n = 6 \pm 2$ мм глубиной слоя.

Из рис. 2 и таблицы видно, что все детали, являющиеся браком по глубине и твердости, могут быть отбракованы с помощью коэрцитиметра. Анализ результатов показал, что годными будут считаться детали, для которых показания $I_p \geq 88$ мА.

Аналогичные результаты были получены для коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Для ускорения процесса контроля качества ТВЧ закалки коренной и

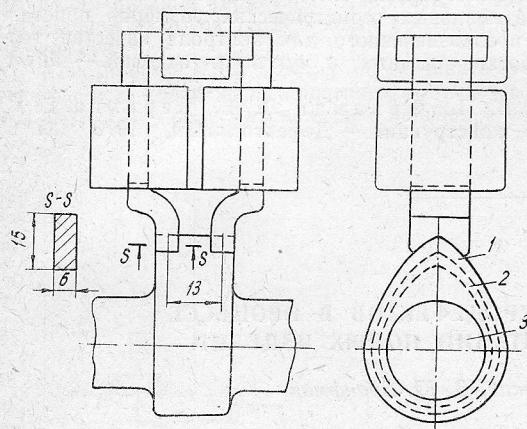


Рис. 1. Приставной электромагнит коэрцитиметра и испытуемый кулачок:
1 — твердый слой; 2 — граничный слой; 3 — мягкая основа.

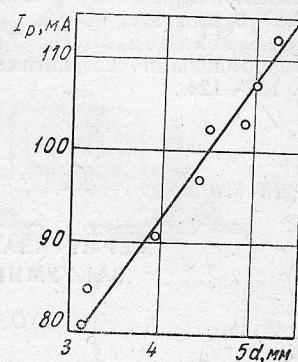


Рис. 2. Зависимость размагничивающего тока от глубины закаленного ТВЧ слоя кулачков распределительного валика.

шатунной шейки использовали коэрцитиметр, оснащенный двумя приставными электромагнитами.

Зависимость размагничивающего тока I_p от твердости HRC_a упрочненного закалкой ТВЧ слоя на носике распределительного валика

Детали с нормальной глубиной упрочненного слоя ($d_n = 6 \pm 2$ мм)		Детали с заниженной глубиной упрочненного слоя ($d_n < 4$ мм)		Детали, на которых отсутствует упрочненный слой	
HRC_a	I_p , мА	HRC_a	I_p , мА	HRC_a	I_p , мА
54,0	88,0	18,5	31,0	23,0	34,5
55,2	94,0	20,0	34,0	23,5	34,5
56,0	88,0	32,0	32,5	23,5	35,0
58,5	95,0	49,0	33,5	26,0	35,0
59,0	98,0	52,0	35,0	26,0	34,5
59,0	95,5	53,0	35,5	27,0	35,5
59,0	100,0	54,0	39,0	27,0	36,5

Таким образом, существует удовлетворительная связь между показаниями I_p коэрцитиметра КИФМ-1М и параметрами закаленного ТВЧ слоя (глубиной и твердостью) для деталей автомобиля из высокопрочного чугуна. Методика контроля качества закаленного ТВЧ слоя с помощью коэрцитиметра с приставным электромагнитом позволяет более чем в 10 раз сократить время анализа по сравнению с металлографическим, повысить процент выборки деталей для контроля, что увеличивает его надежность, а следовательно, дает возможность заменить (выборочный) разрушающий метод контроля неразрушающим. Предлагаемый способ прост в исполнении. Он реализуется с помощью серийных коэрцитиметров и дает значительную экономию металла.

Уральский государственный
университет имени А. М. Горького
Волжский автозавод

Поступило в редакцию
29 апреля 1986 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Михеев М. Н., Кузнецов И. А., Томилов Г. С., Филиппов С. Д. Магнитный контроль качества деталей, закаливаемых токами высокой частоты. — Заводская лаборатория, 1951, № 1, с. 121—123.
- Нуриев Ф. Н. Магнитные свойства серого чугуна после поверхностной закалки токами высокой частоты. — Докл. VIII Всесоюзной научной конференции по неразрушающим методам контроля. Кишинев, 1977, ч. II, с. 146—149.
- Кузнецова И. А., Масленников В. Л. Контроль качества термической обработки высокопрочного чугуна. — Дефектоскопия, 1987, № 4, с. 7—13.
- Михеев М. Н. О выборе оптимальных геометрических размеров приставных электромагнитов коэрцитиметра, предназначенного для контроля качества термической и химико-термической обработки стальных и чугунных изделий. — ФММ, 1957, 5, вып. 1, с. 44—52.
- Михеев М. Н., Табачник В. П., Фридман Л. А., Чернова Г. С. Феррозондовый коэрцитиметр новой конструкции. — Дефектоскопия, 1973, № 6, с. 122—124.

УДК 620.165.29

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ МИКРОДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ВАКУУМНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЛЫХ ИЗДЕЛИЙ

О. М. Львовский, В. Ю. Бронфман

Одной из проблем течеискания является обнаружение локальных микродефектов в полых изделиях, которые характеризуются потоком по контролльному газу $Q = 1 \cdot 10^{-8}$ Вт и менее. Обнаруженные в процессе вакуумных испытаний на суммарную герметичность микродефекты указанного порядка в атмосферных условиях часто «закрываются» при попадании в них атмосферной влаги, что затрудняет их обнаружение способами локального течеискания. Вследствие этого и последующая герметизация локальных микродефектов сводится, как правило, к герметизации всей проверяемой поверхности с последующей проверкой на герметичность.



Рис. 1. Циклографика изменения давления в процессе испытаний:

1 — в изделии; 2 — в разъемной вакуумной камере.

который успешно применяется в течеискании [2], в данном случае желаемый результат достигается не во всех случаях. Это обусловлено прежде всего тем, что способ нельзя применить для изделий, имеющих замкнутую полость. Кроме того, его применение связано с неоправданно большими затратами анаэробного герметика, так как его наносят на всю поверхность изделия, независимо от наличия микродефекта.

Нами предложена несколько другая технологическая последовательность операций на герметичность и герметизации [3], которая также основана на принципе совмещения операций и может быть проиллюстрирована циклографмой изменения давления (рис. 1) и схемой испытаний (рис. 2).

Вокруг проверяемого участка полого изделия создают замкнутый объем типа разъемной вакуумной камеры (РВК). Полость РВК вакуумируют насосом, а изделие заполняют контролльным газом от источника. По утечке контролльного газа, например гелия, в полость РВК, которую регистрируют течеискателем, судят о наличии микродефектов в материале проверяемого участка. На этом заканчивается первый этап — предварительные испытания на суммарную герметичность. При обнаружении негерметичности переходят ко второму этапу — герметизации, которую совмещают с операцией проверки на герметичность, при этом из технологического цикла исключается операция поиска локальных мест течи (рис. 3).

С этой целью сбрасывают избыточное давление контрольного газа из изделия, вакуумируют изделие, чтобы устраниТЬ перетекание газа через микродефекты на време-