

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ НАМАГНИЧИВАЮЩЕГО ТОКА В КОЭРЦИТИМЕТРАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В. П. ДОЛГОПОЛОВ

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Разработке прибора для контроля качества ферромагнитных изделий электромагнитными методами всегда предшествуют обширные исследования по установлению связей между контролируемым и электромагнитным параметрами. Одним из этапов этих исследований является отыскание величины такого намагничивающего поля, в котором связь между параметрами проявляется наиболее отчетливо и имеет однозначный характер.

В коэрцитиметре переменного тока, принцип действия которого описан в литературе [1], измеряется не сама динамическая коэрцитивная сила, а разность между коэрцитивными силами испытуемого изделия и контрольного образца. Эта разность измеряется по интервалу времени между моментами перехода индукций в испытуемом и контрольном изделиях через нулевое значение. В [2] приведена формула, устанавливающая зависимость между временным интервалом и разностью коэрцитивных сил:

$$\Delta t = \frac{\arcsin \frac{H_{c2}}{H_m} - \arcsin \frac{H_{c1}}{H_m}}{\omega} \quad (1)$$

или

$$\Delta(\omega t) = \arcsin \frac{H_{c2}}{H_m} - \arcsin \frac{H_{c1}}{H_m}, \quad (2)$$

где

t — время; ω — круговая частота намагничивающего тока;

H_{c1} , H_{c2} — динамические коэрцитивные силы контрольного и испытуемого изделий при заданном значении намагничивающего поля H_m .

С целью облегчения измерения интервала Δt (или $\Delta(\omega t)$), а в связи с этим и упрощения измерительной аппаратуры, желательно, чтобы этот интервал был возможно большим. Из выражения (2) вытекает, что интервал $\Delta(\omega t)$ зависит от соотношения коэрцитивных сил H_{c2} и H_{c1} и от амплитуды намагничивающего поля H_m . При увеличении амплитуды намагничивающего поля выше значения, при котором наступает практически насыщение образца и величины H_{c1} и H_{c2} достигают максимума и дальше перестают изменяться, интервал $\Delta(\omega t)$ уменьшается. В полях, меньших поля насыщения, интервал зависит как от H_m , так и от соотношения H_{c1} и H_{c2} .

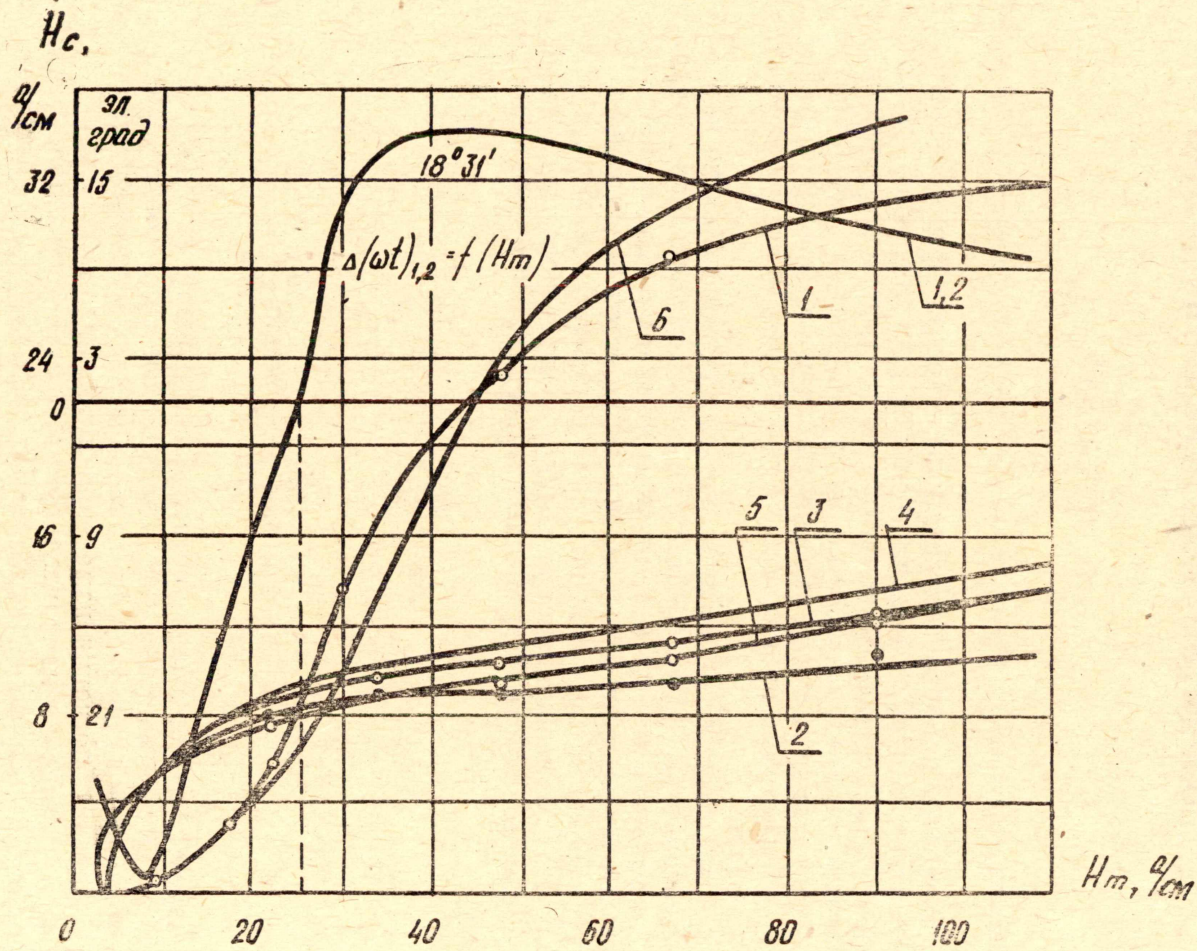


Рис. 1

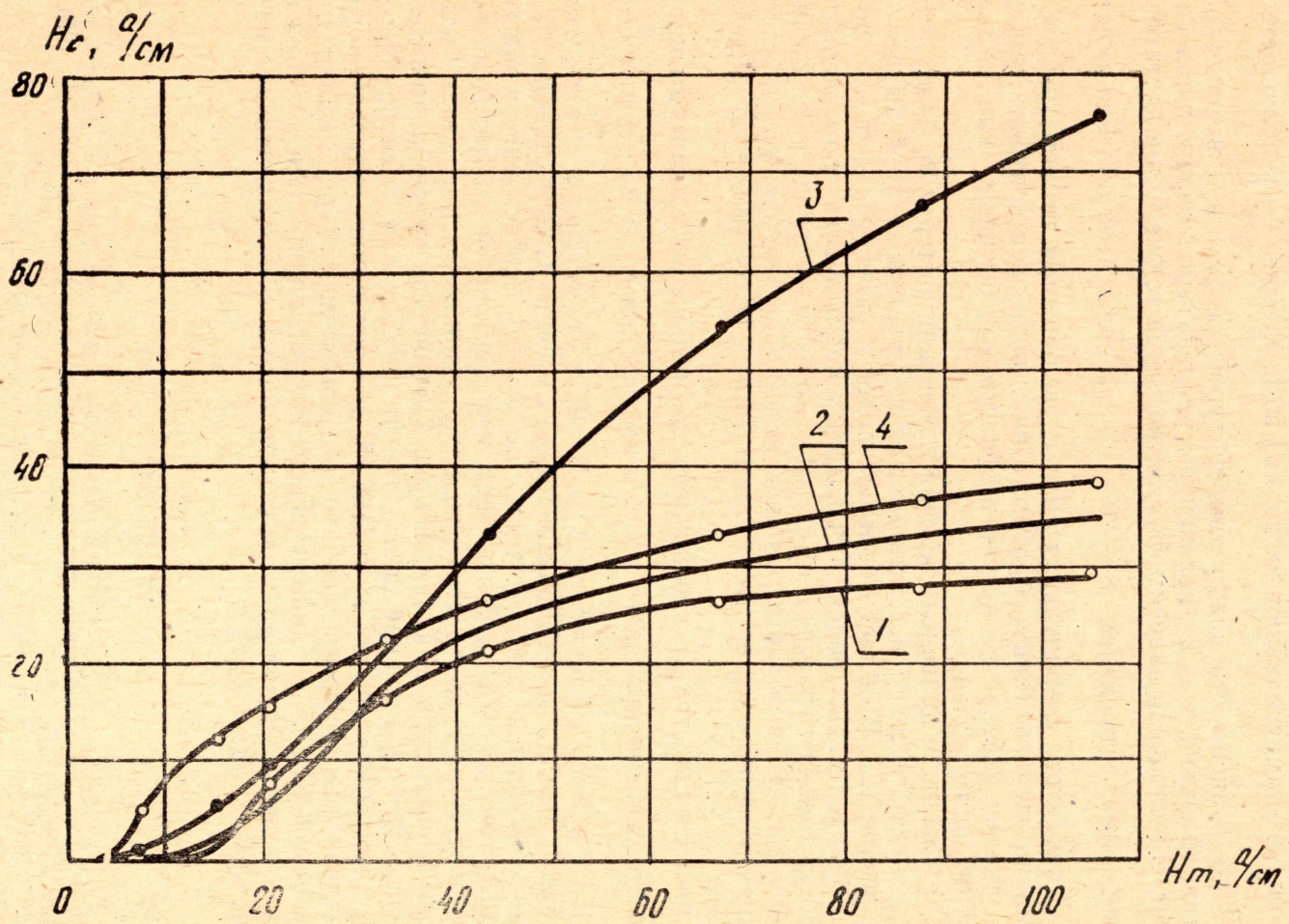


Рис. 2

Для определения необходимого для работы коэрцитиметра намагничивающего поля необходимо иметь зависимости динамической коэрцитивной силы H_c от амплитудного значения поля H_m . На рис. 1 приведены зависимости $H_c = f(H_m)$ для образцов из чугуна, изготовленных в форме колец и закаленных при различной температуре: самая нижняя кривая 2 соответствует самой низкой температуре закалки, верхняя кривая 6 — самой высокой температуре. Из рисунка видно, что при достаточно больших намагничивающих полях (50 и больше $\frac{a}{\text{см}}$) наблюдается однозначная зависимость между температурой закалки и динамической коэрцитивной силой, т. е. с увеличением температуры коэрцитивная сила растет. Однозначная зависимость наблюдается также и при достаточно малых полях (в пределах $8 \div 20 \frac{a}{\text{см}}$), но она в этой области имеет обратный характер: коэрцитивная сила с увеличением температуры падает. Можно сделать, таким образом, вывод: возможен контроль температуры закалки изделий из чугуна в области или больших или малых намагничивающих полей.

На том же рис. 1 приведена кривая изменения интервала $\Delta(\omega t)_{1,2} = f(H_m)$ для образцов 1 и 2, данные для построения которой вычислены по формуле (2). В области больших полей $\Delta(\omega t) = 11 \div 15$ эл. градусам; в области малых полей, при которых наблюдается однозначная зависимость между параметрами, $\Delta(\omega t) = 30 \div 20$ эл. град., т. е. значительно больше, чем в области больших полей. С точки зрения удобства измерения временного интервала область малых полей является предпочтительнее.

Из рис. 1 видно также, что при некотором значении амплитуды напряженности намагничивающего поля, а именно при $H_m = 25 \frac{a}{\text{см}}$ для образцов 1 и 2 временной интервал $\Delta(\omega t) = 0$, и это несмотря на то, что температуры закалки этих образцов резко отличны. Следовательно, поле должно выбираться таким, чтобы не было пересечения кривых $H_c = f(H_m)$, так как $\Delta(\omega t) = 0$ означает, что при данной амплитуде поля коэрцитивные силы сравниваемых изделий одинаковы и должны быть одинаковы температуры закалки. На рис. 2 в качестве примера приведены зависимости коэрцитивной силы от амплитуды намагничивающего поля H_m для образцов из стали ШХ-15. На основании проведенного выше анализа можно утверждать, что контроль температуры закалки изделий из стали ШХ-15 по динамической коэрцитивной силе возможен только при больших полях, поскольку при малых полях происходит пересечение кривых $H_c = f(H_m)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Г. Лещенко, В. А. Малин. Установка для разбраковки деталей по коэрцитивной силе. Передовой научно-технический и производственный опыт. М., 1964, № 2-64-282/8 (ГОСИНТИ).
2. А. М. Грузнов, В. П. Долгополов, И. Г. Лещенко, В. Д. Сартаков. Измерение твердости стальных изделий с помощью коэрцитиметра переменного тока. Дефектоскопия, 1967, № 4.