

Практическая работа № 3

Дисциплина – диагностика и надёжность гидравлических и пневматических систем.

Тема: определение дефекта объекта контроля магнитным способом

Магнитный контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом. В результате такого анализа выявляются магнитные поля рассеяния, возникающие над дефектами, или изменения магнитных свойств объекта контроля, на основании чего судят о степени опасности обнаруженных дефектов. Таким образом, характер взаимодействия метода с контролируемым объектом – магнитный.

Информационные параметры магнитного метода, используемые для диагностики дефектов.

Коэрцитивная сила (H_c , А/м) – напряжённость магнитного поля, необходимая для полного размагничивания намагниченного до насыщения ферромагнетика. Установлено, что коэрцитивная сила связана с остаточной пластической деформацией $\epsilon_{пл}$, при статическом и циклическом нагружениях кристаллической структуры металла. Таким образом, коэрцитивная сила является контролируемым магнитным параметром, отображающим силовой режим работы конструкции. При изменении силового поля характер пластических деформаций изменяется, что характеризуется изменением параметра коэрцитивной силы. По этому изменению судят о техническом состоянии контролируемого объекта.

Остаточная индукция ($B_{ост}$, Тл) – магнитная индукция ферромагнетика при напряжённости магнитного поля, равной нулю $H=0$.

Магнитная проницаемость – физическая величина или коэффициент, зависящий от свойств среды и характеризующий связь между магнитной индукцией B и напряжённостью магнитного поля H в веществе. В общем виде эта связь имеет вид:

$$B = \mu \cdot H,$$

где μ – магнитная проницаемость с размерностью Гн/м или Н/А².

Часто используют безразмерную форму магнитной проницаемости μ_r в виде:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}.$$

Для разных сред коэффициент магнитной проницаемости различен. Например, магнитная проницаемость воздуха составляет $\mu_v = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м, алюминия – $\mu_a = 23 \cdot 10^{-6}$ Гн/м, воды – $\mu_v = 10 \cdot 10^{-6}$ Гн/м и т.п. Для ферромагнетиков указывают ещё величину магнитного поля, при котором измерена магнитная проницаемость ферромагнетика μ_f , т.к. в ферромагнетиках этот параметр имеет нелинейную форму. Например, магнитная проницаемость стали при $B = 0,02$ Тл составляет $\mu_{ст} = 8,75 \cdot 10^{-4}$;

никеля – $\mu_{\text{Ni}} = 1,25 \cdot 10^{-4}$.

Напряжённость магнитного поля (А/м) – это векторная физическая величина H , являющаяся количественной характеристикой магнитного поля, равная разности вектора магнитной индукции B и вектора намагниченности J .

В ферромагнетиках напряжённость H имеет физический смысл магнитного поля:

$$H = \frac{1}{\mu_0} \cdot B - J ,$$

где μ_0 – магнитная постоянная;

B – напряжённость внутреннего магнитного поля;

J – намагниченность, А/м; $J = m/V$, где m – магнитный момент, А·м²;

V – объём тела, м³.

При намагничивании объекта контроля (ОК), вблизи поверхности которого имеется несплошность (дефект или напряжение), в области дефекта происходит резкое пространственное изменение напряжённости магнитного поля, возникает поле рассеяния (рис. 1).

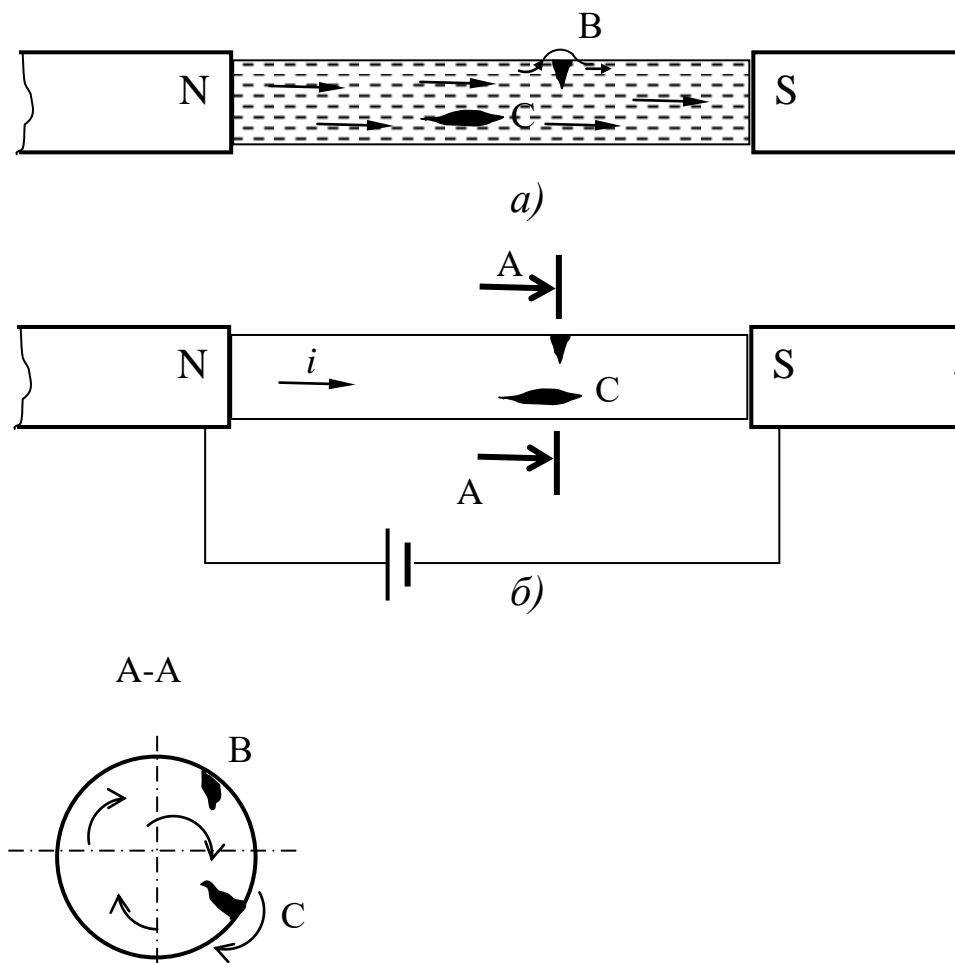


Рис. 1. Способы намагничивания при выявлении несплошностей:

a – полюсный способ; b – циркулярный способ

Изменение напряжённости магнитного поля, точнее градиента напряжённости, используют как первичный информативный параметр для выявления дефектов и концентрации напряжений.

Остаточное намагничивание, коэрцитивную силу и магнитный поток часто оценивают по так называемому пондеромоторному эффекту – взаимодействию пробного магнита и объекта контроля. Информацию о магнитной проницаемости и её изменении в зависимости от напряжённости магнитного поля получают с помощью индуктивности (индуктивный метод).

Для надёжности выявления дефект должен пересекать линии магнитной индукции. Исходя из этого, для обнаружения различно ориентированных дефектов применяют разные направления намагничивания. На рисунке 1а изделие (стержень) помещают между двух полюсов магнита (полюсное намагничивание), что даёт возможность выявить поперечные дефекты. На рисунке 1б через цилиндрический объект пропускают электрический ток. Линии магнитной индукции образуют окружности в плоскости, перпендикулярной направлению тока (циркулярное намагничивание). Это даёт возможность выявить продольные дефекты.

Намагниченность J тела зависит от напряжённости H внешнего магнитного поля, магнитных свойств B вещества этого тела, его механической нагруженности и наличия дефектов. Наличие и величину дефектов можно определить из выражения:

$$H = \frac{1}{\mu_0} \cdot B - \frac{m}{V},$$

где μ_0 – магнитная постоянная ($\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6}$ Гн/м);

B – магнитная индукция (Тл);

m – магнитный момент, $\text{А} \cdot \text{м}^2$;

V – объём тела, м^3 .

Остаточную намагниченность тела определяют по выражению:

$$J = B \cdot \mu_0^{-1} - H$$

Задание: определить намагниченность объекта контроля по исходным данным:

Данные	ВАРИАНТЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Магнитная постоянная, μ_0 , Гн/м	$1,26 \cdot 10^{-6}$	$1,28 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,31 \cdot 10^{-6}$	$1,29 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,27 \cdot 10^{-6}$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Магнитная индукция, B , Тл	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02
Магнитный момент, m , $\text{А} \cdot \text{м}^2$	2,1	1,9	1,8	1,7	2,5	2,8	3,1	2,9	2,6	2,3
Объём тела, V , м^3	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,05

Данные	В А Р И А Н Т Ы									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Магнитная постоянная, μ_0 , Гн/м	$1,26 \cdot 10^{-6}$	$1,28 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,31 \cdot 10^{-6}$	$1,29 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,27 \cdot 10^{-6}$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Магнитная индукция, В, Тл	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02
Магнитный момент, м, А·м ²	2,1	1,9	1,8	1,7	2,5	2,8	3,1	2,9	2,6	2,3
Объём тела, V, м ³	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,05

Данные	В А Р И А Н Т Ы									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Магнитная постоянная, μ_0 , Гн/м	$1,26 \cdot 10^{-6}$	$1,28 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,31 \cdot 10^{-6}$	$1,29 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,27 \cdot 10^{-6}$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
Магнитная индукция, В, Тл	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02
Магнитный момент, м, А·м ²	2,1	1,9	1,8	1,7	2,5	2,8	3,1	2,9	2,6	2,3
Объём тела, V, м ³	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,05

