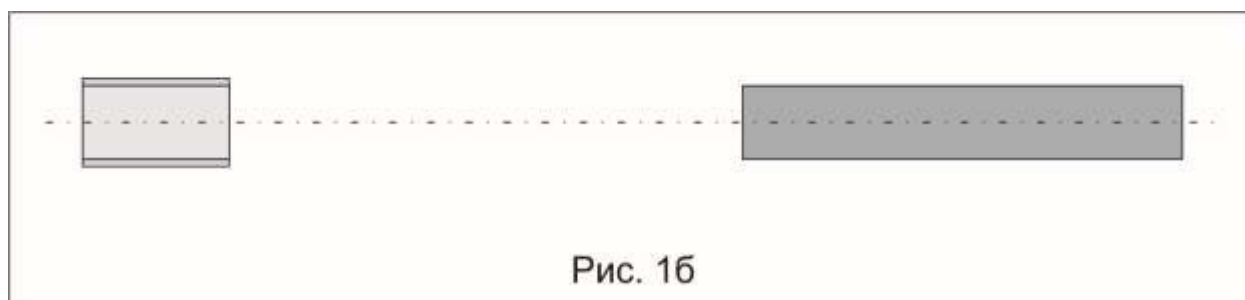
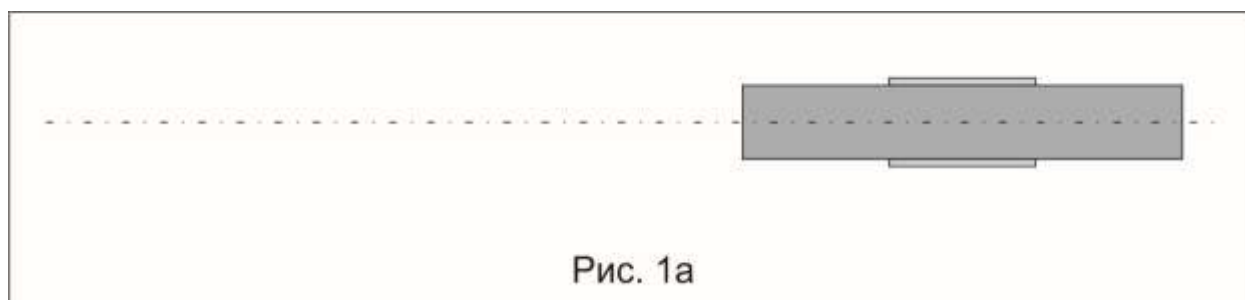


# Измерение коэрцитивной силы по намагниченности НсJ

## 1 Измерение коэрцитивной силы по намагниченности методом "сброса"

Измерение коэрцитивной силы по намагниченности НсJ методом "сброса" (ГОСТ 12119.3-98) выполняется следующим образом.

Образец с измерительной катушкой помещается в центр соленоида. Оси образца и соленоида должны совпадать (Рис. 1а). Устанавливают максимальное положительное поле +Н<sub>max</sub>, затем уменьшают его до нуля. Меняют направление поля, устанавливают значение Н в обратном направлении и сдергивают измерительную катушку с образца на некоторое расстояние от центра и не выходящее из зоны однородного поля соленоида, т.е. величина поля на этом расстоянии должна быть равна величине поля Н в центре соленоида (Рис. 1б).



Гальванометр или веберметр, подключенный к измерительной катушке, измеряет разницу магнитных потоков через катушку с образцом в центре соленоида  $\Phi_1$  и катушку без образца  $\Phi_2$ .

$$\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_2,$$

причем

$$\Phi_1 = B * S_0 * W + \mu_0 * H * W * (S_k - S_0),$$

$$\Phi_2 = \mu_0 * H * W * S_k,$$

где

B – индукция образца;

H – поле в центре соленоида;

S<sub>0</sub> – сечение образца;

S<sub>k</sub> – сечение измерительной катушки, причем S<sub>k</sub> больше S<sub>0</sub>;

W – число витков измерительной катушки;

$\mu_0$  – магнитная проницаемость воздуха равная  $4 * \pi * 10^{-7} = 1,25664 * 10^{-6}$ .

Поток  $\Phi_1$  состоит из потока через образец и потока через контур катушки вне образца.

После преобразований имеем

$$\Delta\Phi = (B - \mu_0 * H)S_0 * W$$

Учитывая, что  $B = \mu_0 * (H + J)$  окончательно имеем

$$\Delta\Phi = \mu_0 * J * S_0 * W$$

где  $J$  – намагниченность образца.

Увеличивают обратное поле и, сдвигая катушку при каждом новом значении поля, добиваются, чтобы разностный поток стал равен нулю ( $\Delta\Phi=0$ ). Намагниченность образца при этом также равна нулю. Поле  $H_cJ$ , в котором намагниченность равна нулю, называют коэрцитивной силой по намагниченности. Метод "сброса" неудобен и может дать большую погрешность, т.к. не исключает влияния подмагничивающего земного поля. Для уменьшения его влияния рекомендуют ориентировать соленоид перпендикулярно направлению земного поля. Также ГОСТ 8.377 п.3.6.7 рекомендует выполнять измерение дважды в полях противоположного направления. Различие в измеренных значениях коэрцитивной силы может достигать 20%.

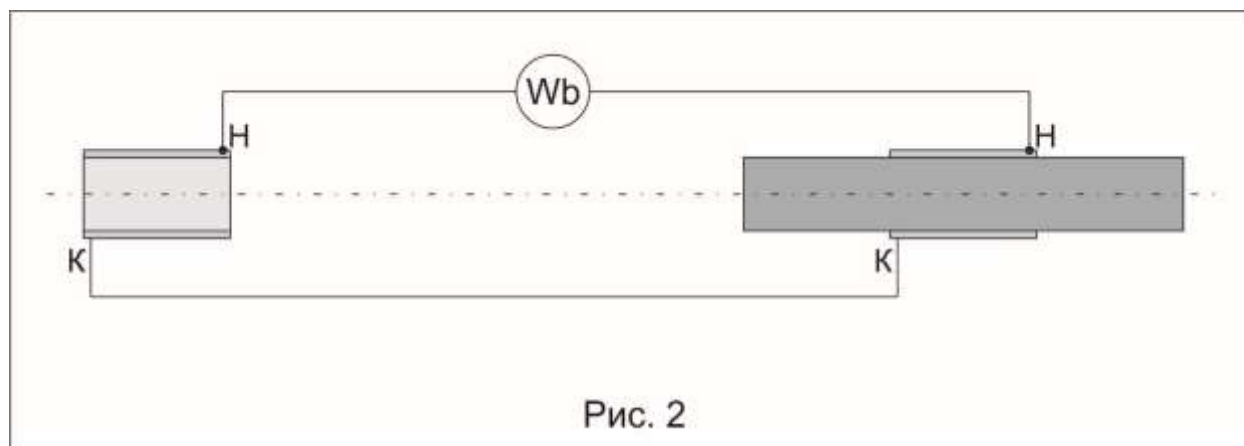
## 2 Измерение коэрцитивной силы по намагниченности в измерительной оснастке

В соответствии с п.1.4 ГОСТа 8.377 и п.5.8 ГОСТа 11036-75 разрешается применять другие аппаратуру и способы измерения, обеспечивающие требуемую точность.

Измерение коэрцитивной силы по намагниченности  $H_cJ$  в измерительной оснастке МК-Ц1\СД-3, МК-П1\СД-3, МК-Ц1\ЗСД и МК-П1\ЗСД выполняется следующим образом.

### 2.1 Измерение с компенсационной катушкой

Измерительная оснастка имеет две одинаковые катушки с одинаковым числом витков и сечением. Одна катушка расположена в центре соленоида, другая на некотором расстоянии от центра на котором поле равно полю в центре, катушки включены встречно и подключены к гальванометру или веберметру (рис.2б).



В отсутствие образца при любом значении поля в соленоиде, ориентированного произвольно, и любом значении земного поля потоки через катушки равны по величине и противоположны по направлению, т.е. суммарный магнитный поток равен нулю.

Образец помещается в измерительную катушку и, меняя поле от  $-H_{max}$  до  $+H_{max}$ , перемагничивают его по предельной петле гистерезиса. Регистрируемый магнитный поток равен:

$$\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$$

причем

$$\Phi_1 = B * S_0 * W + \mu_0 * H * W * (S_k - S_0),$$

$$\Phi_2 = \mu_0 * H * W * S_k$$

И, как показано ранее, разностный поток

$$\Delta\Phi = \mu_0 * J * S_0 * W$$

Разностный магнитный поток равен нулю в поле, при котором намагниченность образца равна нулю, и это поле является коэрцитивной силой по намагниченности.

## 2.2 Измерение без компенсационной катушки

При измерении без компенсационной катушки установка МК-3Э выполняет измерение индукции В по петле гистерезиса во внешнем поле  $H_e$ . Внешнее поле связано с внутренним полем  $H_i$  образца соотношением:

$$H_i = H_e - N * J \quad (1),$$

где J – намагниченность образца;

N – размагничивающий фактор образца, зависящий от его размеров.

Индукция и намагниченностью связаны соотношением:

$$B = \mu_0 * (H_i + J) \quad (2).$$

Из (1) и (2) следует выражение для намагниченности в зависимости от измеренных значений индукции во внешнем поле:

$$J = [1/(1-N)] * (B / \mu_0 - H_e) \quad (3)$$

Коэрцитивная сила по намагниченности  $H_{cJ}$  – это поле, в котором намагниченность равна нулю. Намагниченность  $J=0$  при любом значении размагничивающего фактора N когда

Следовательно

$$H_{cJ} = B / \mu_0$$

В установке МК-3Э реализован алгоритм определения поля, в котором  $(B / \mu_0 - H_e) = 0$ , и найденное таким образом значение поля принимается за коэрцитивную силу по намагниченности.