

В.В.Клубович, чл-кор. АН БССР,
В.В.Рубаник, В.И.Жидкевич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Применение механических и гидравлических устройств при волочении проволоки (особенно тонкой) с большими скоростями является нецелесообразным, поскольку такие устройства обладают большой инерционностью и малой чувствительностью. Кроме того, применение механических и гидравлических устройств значительно затрудняет процесс автоматизации волочильного производства.

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию влияния статического нагружения на магнитные свойства ферромагнитных материалов с целью использования полученных корреляционных зависимостей магнитных характеристик от механического нагружения для определения усилия волочения.

Для определения зависимости магнитных свойств материала от величины статического нагружения была создана установка, приведенная на рис. 1. В соленоиде S , длина которого значительно больше диаметра, размещены три обмотки, две из которых (A и B) соединены последовательно навстречу одна другой. При возбуждении соленоида переменным током напряжение в обмотке C пропорционально производной по времени напря-

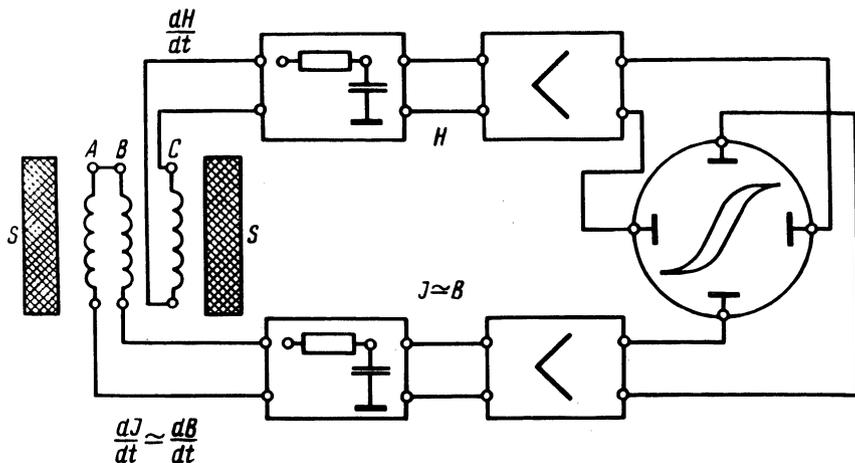


Рис. 1. Схема установки для измерения характеристик проволоки при нагружении.

женности магнитного поля внутри соленоида, а напряжение, снимаемое с двух последовательно включенных обмоток, равно нулю. Помещая в одну из двух измерительных обмоток (А или В) ферромагнитный материал на выходе ее, получается напряжение, пропорциональное производной по времени интенсивности магнитного поля, возникаемого в образце. Подавая полученное напряжение в интегрирующие цепи, усиливая его и подключая к перпендикулярным друг другу парам пластин электронно-лучевой трубки, можно зафиксировать намагничивание образца.

На описанной установке были сняты зависимости магнитного насыщения B_{\max} и остаточного магнетизма B_r от величины статического нагружения (растяжения) проволочных образцов. Для измерений использовали образцы в виде проволочек разного диаметра из сплава НП-2, обладающего отрицательной магнитострикцией, и образцы из сплава на железо-никелевой основе 42НХТЮА с положительной магнитострикцией. Исследуемый образец, помещенный в измерительную обмотку соленоида, с помощью специальной установки статически растягивали до величины нагрузки, при которой образец начинал пластически деформироваться. В результате проведенных измерений строили кривые изменения относительной магнитной индукции и относительного остаточного магнетизма при заданной максимальной напряженности магнитного поля H_m в зависимости от величины статического нагружения P_n . Максимальная напряженность магнитного поля во всех опытах была равна 200 эрстед. Анализ экспериментальных данных показывает, что существует четкая зависимость между напряжением растяжения и магнитными свойствами. При увеличении статической нагрузки магнитная индукция и остаточный магнетизм уменьшаются для материалов с отрицательной магнитострикцией, и увеличиваются для материалов с положительной магнитострикцией. Зависимости $B_{\max}(P_n)$ и $B_r(P_n)$ использовали для измерения усилия при волочении проволоки из сплава НП-2 и 42НХТЮА через алмазные и твердосплавные волокна. Точность измерения усилия волочения магнитным методом контролировали с помощью динамометра. Сравнение обоих методов измерения усилия волочения показывает хорошее их совпадение. Кроме того, магнитный метод измерения усилия волочения обладает малой инерционностью и сравнительно высокой чувствительностью. Таким образом, при волочении проволоки из ферромагнитных материалов целесообразно применять для определения усилия протягивания магнитный метод измерения.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛОЦИКЛОВОГО РАЗРУШЕНИЯ

Процессы обработки металлов давлением характеризуются значительной неравномерностью и немонотонностью деформации.

Согласно работам Л. Коффина [1], установлено, что при циклическом пластическом деформировании (растяжение-сжатие) при "нулевой" средней деформации связь числа циклов до разрушения и размаха пластической деформации в цикле $\Delta\Lambda_i$ выражается зависимостью

$$\Delta\Lambda_i \cdot N_p^\gamma = C, \quad (1)$$

где C , γ - постоянные, характеризующие свойства металла. В работах В.Л. Колмогорова [2] было получено выражение для пластичности металла при знакопеременном деформировании

$$\Lambda_\Sigma = \Lambda_{po} (2 N_p)^{1-\gamma}. \quad (2)$$

Уравнение представляли в виде

$$y = \alpha + \beta_0 \cdot x, \quad (3)$$

где $\beta_0 = 1 - \gamma$ - константа, характеризующая свойства металла, $y = \ln \Lambda_\Sigma$; Λ_Σ - суммарная степень интенсивности сдвига к моменту разрушения.

Нами были проведены эксперименты по знакопеременному кручению с пульсирующим и симметричным циклом до разрушения образцов. Число циклов до разрушения определяли визуальным наблюдением за первым появлением трещины на рабочей части образца. Уменьшение крутящего момента по сравнению с предыдущим циклом также рассматривалось как показатель разрушения. Испытания проводились на испытательной машине ЦДТ-30 с приводной скоростью крутящего механизма 0,5 об/мин.

Исследования проводили следующим образом. Для выбранных марок сталей и сплавов определялась пластичность при кручении в одну сторону до разрушения. Величину степени деформации сдвига (размах пластической деформации в цикле) выбирали в пределах $\Lambda_i = m \cdot \Lambda_{po}$, коэффициент m принимал следующие значения: 0,8; 0,6; 0,4; 0,2. Суммарную пластичность металла при знакопеременном кручении к моменту разрушения подсчитывали по формуле

Таблица 1.

Материал	β_0	α	r	$\Lambda_\Sigma = \Lambda_{\text{пор}} \cdot (2N_p)^{\beta_0}$
Сталь 20	0,548	1,143	0,99	2,14 (2 N _p) ^{0,548}
Д 16	0,69	0,208	0,99	0,763 (2 N _p) ^{0,69}
Медь М2	0,59	2,39	0,98	7,3 (2 N _p) ^{0,59}
Титан	0,65	0,99	0,97	1,72 (2 N _p) ^{0,65}
ВТ1-1	0,316	0,959	0,99	2,09 (2 N _p) ^{0,316}

$$\Lambda_\Sigma = \sum_{i=1}^k \Lambda_i,$$

где k — число этапов деформирования.

Для определения неизвестного параметра β_0 данные эксперимента были обработаны по методу наименьших квадратов с учетом выражения (3).

Данные экспериментов, расчеты коэффициента регрессии β_0 , свободного члена регрессии α и коэффициента корреляции r приведены в табл. 1.

Приведенные расчеты показывают, что уравнение (3) хорошо описывает предельную пластичность металлов при знакопеременном деформировании.

Л и т е р а т у р а

1. Коффин Л.Ф. Циклические деформации и усталость металла. — В сб.: Усталость и выносливость металлов. М., 1963.
2. Колмогоров В.Л. и др. Пластичность и разрушение. Под ред. В.Л. Колмогорова. М., 1977.