

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА НА ХАРАКТЕР МАГНИТОУПРУГОЙ РЕЛАКСАЦИИ СТАЛИ 30X13

К.Р. Муратов, Р.А. Соколов., В.В. Проботюк
 Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.Ф. Новиков
 Тюменский индустриальный университет,
 Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, 625000
 E-mail: muratows@mail.ru

В работе [1] было обнаружено что под действием циклических механических одноосных нагружений остаточного намагниченного стального образца его намагниченность h_p (в относительных единицах), соответствующая амплитудным и нулевым нагрузкам, убывает с ростом номера цикла N согласно степенному закону.

$$h_{p\sigma_{max}} = h_{\sigma_{max}} + \Delta h_{\sigma_{max}} \cdot N^{-\alpha_{\sigma_{max}}} \quad \text{и} \quad h_{p\sigma_{min}} = h_{\sigma_{min}} + \Delta h_{\sigma_{min}} \cdot N^{-\alpha_{\sigma_{min}}} \quad (1)$$

Здесь, величины $h_{\sigma_{max}}$ и $h_{\sigma_{min}}$ отражают устойчивое состояние магнетика с нагрузкой и без нее при $N \rightarrow \infty$; $\Delta h_{\sigma_{max}}$, $\Delta h_{\sigma_{min}}$ – величины сползания. Показатели степени $\alpha_{\sigma_{max}}$, $\alpha_{\sigma_{min}}$ отвечают за быстроту необратимого размагничивания с ростом номера цикла. Индексы σ_{max} и σ_{min} соответствуют амплитудной нагрузке в серии испытаний и разгруженному состоянию, соответственно.

В работе выполнен анализ влияния амплитуды нагружения на коэффициенты аппроксимации степенной функцией. Обращено внимание, что произведение $\Delta h_{\sigma} \cdot \alpha_{\sigma}$ и величина $\delta h = \Delta h_{\sigma_{min}} / \Delta h_{\sigma_{max}}$ в некоторой степени отражают характерные для материала значения механических напряжений. Коэффициенты аппроксимирующей функции определялись методом наименьших квадратов.

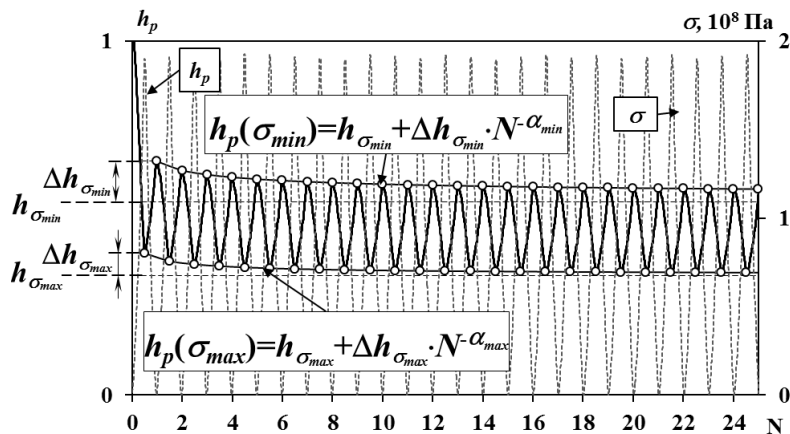


Рис. 1. Магнитоупругая циклограмма образца №1 при амплитуде нагружения 190 МПа [1]

В настоящей работе были исследованы образцы стали 30X13, подвергнутые закалке и отпуску при различных температурах. Целью работы явились, во-первых, проверка выполнимости степенной магнитоупругой релаксации на других сталях и во-вторых установление влияния режима термообработки на ее характер.

Эксперименты показали, что для стали 30X13 аналогично [1] наблюдается степенной характер релаксации, причем достоверность аппроксимации оказалась выше, что говорит, видимо, об универсальности такого свойства. Можем видеть (рис. 2), что при температурах отпуска 200÷500 °С характер параметра $\Delta h_{\sigma_{min}} \cdot \alpha_{\sigma_{min}}$ практически одинаковый. Затем происходит изменение поведения кривых, что связано с интенсивными структурными изменениями – распад мартенсита. Можно предположить, что линейное поведение отражает механизмы релаксации при отсутствии микропластических деформаций, а изменение линейного поведения связано с их появлением. Действительно, как известно мартенситная структура является достаточно прочной, тогда как перлитная менее. Тогда характерные изломы зависимости можно предположить связанными с началом микропластики. На такую мысль наталкивает также характер поведения параметра δh (рис. 3), который для температур отпуска начиная с 600 °С начинает резко возрастать при значениях нагрузок 650 МПа (600 °С) и 400 МПа (700 °С). Также можем видеть, что и при 550 °С параметр δh имеет тенденцию к росту по сравнению с меньшими температурами.

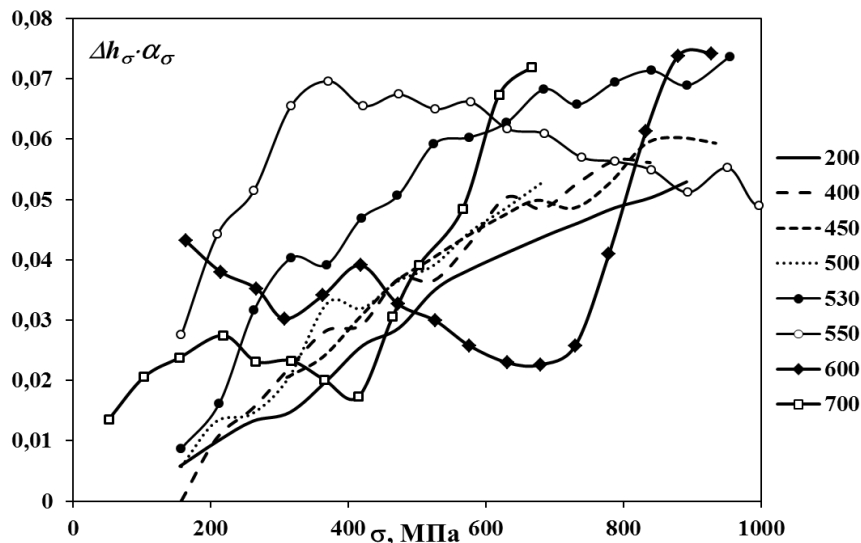


Рис. 2. Зависимость произведения коэффициентов $\Delta h_{\sigma_{min}} \cdot \alpha_{\sigma_{min}}$ от амплитуды нагружения для различных температур отпуска стали 30X13

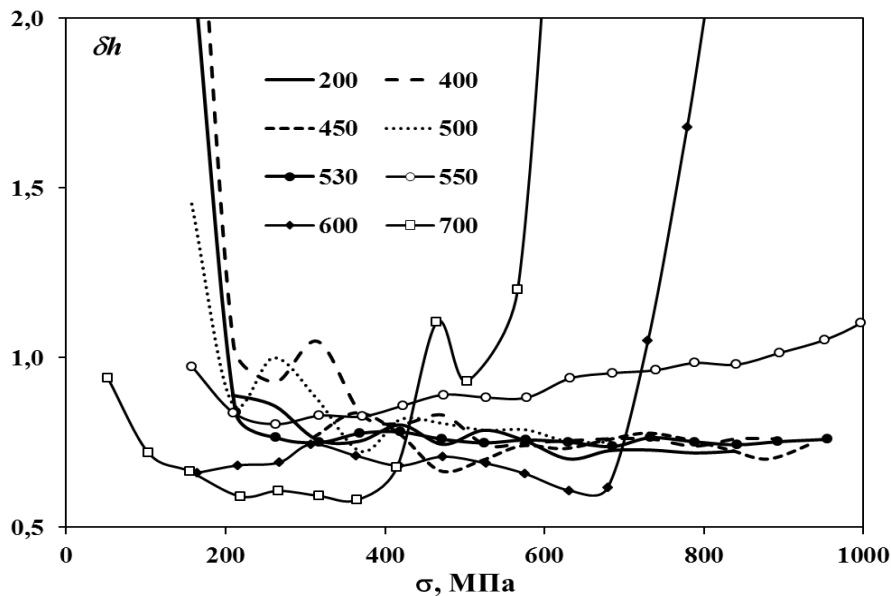


Рис. 3. Зависимость параметра Δh от амплитуды нагружения для различных температур отпуска стали 30X13

В работе [1] излагается гипотеза о возможности предсказания усталостных характеристик ферромагнитных материалов по анализу их магнитоупругих релаксационных параметров, что требует гораздо меньшее время по сравнению с классическими усталостными испытаниями. В силу отсутствия информации о пределе выносливости стали 30X13 при различных температурах отпуска, к сожалению, мы не можем сопоставить наблюдаемые характерные механические напряжения с пределом выносливости. Поэтому к предлагаемой гипотезе необходимо относиться с осторожностью. И ответить на нее утвердительно можно выполнив дополнительный комплекс исследований. Однако мы не умаляем результат и считаем его ценным, поскольку само по себе рассмотренное свойство степенной магнитоупругой релаксации является не изученным и не объясненным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратов К.Р., Новиков В.Ф., Нерадовский Д.Ф. Магнитоупругое размагничивание углеродистой стали под действием циклического нагружения // X Международная конференция «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций» Екатеринбург, 16–20 мая 2016г.: сб. материалов. – Екатеринбург: ИМАШ УрО РАН, 2016., С. 330-332.