

УДК 539.21.096: 536.4

**С. Б. Михайлов^{1*}, М. А. Смирнов², О. В. Варнак², Н. А. Михайлова³,
В. А. Шарапова¹, А. А. Баландин¹**

¹ Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

² Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

³ РосНИТИ, г. Челябинск

* *msb.immt@gmail.com*

Научный руководитель — доц., канд. техн. наук С. Б. Михайлов

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И АМПЛИТУДНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ СТАЛИ 06Г2ФБ С РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРОЙ

Проведены измерения АЗВТ И ТЗВТ на образцах стали 06Г2ФБ с феррито-перлитной и феррито-бейнитными структурами с целью изучения процессов деформационного старения. Показано, что традиционное применение параметров пика Снука для изучения деформационного старения феррит-бейнитных структур неэффективно.

Ключевые слова: феррит, бейнит, ТЗВТ, АЗВТ, деформационное старение, пик Снука, дислокации, атомы внедрения

**S. B. Mikhailov, M. A. Smirnov, O. V. Varnak, N. A. Mikhailova,
V. A. Sharapova, A. A. Balandin**

INVESTIGATION OF TEMPERATURE AND AMPLITUDE DEPENDENCE OF INTERNAL FRICTION OF STEEL 06G2FB WITH DIFFERENT STRUCTURE

The measurements of ALV AND TK on samples of 06G2FB steel with ferrite-perlite and ferrite-bainite structures were carried out in order to study the processes of deformation aging. It is shown that the traditional application of Snook peak parameters to study the deformation aging of ferrite-bainite structures is ineffective.

Key words: ferrite, bainite, TSV, aswt, deformation aging, snook peak, dislocations, embedding atoms

Результаты определения температурной зависимости внутреннего трения (ТЗВТ) стали 06Г2ФБ показали, что в отличие от образцов

с феррито-перлитной (Ф–П) структурой, в образцах с феррито-бейнитной (Ф–Б) структурой отсутствует углеродный релаксационный эффект (пик Снука), что делает невозможным использование измерений (ТЗВТ) для сопоставления результатов протекания явлений деформационного старения в деталях, материал которых имеет анализируемые Ф–П и Ф–Б структуры.

Сформулирована модель, объясняющая возможные причины отсутствия пика Снука в (Ф–Б)-структурах несмотря на повышенное содержание углерода в твердом растворе ферритной составляющей этой структуры исследованной стали 06Г2ФБ. Скорее всего, при повышенном содержании углерода и протекании превращения аустенит-феррит по мартенситному механизму для атомов углерода появляются условия их размещения в тетрагональных порах, имеющих сферическую форму искажений, что исключает варианты формирования пика Снука.

С целью компенсации факта невозможности использования измерений ТЗВТ при рассмотрении явления деформационного старения материала образца предложен независимый от типа структур алгоритм его оценки на основе последовательно стандартизированных измерений амплитудно-зависимого внутреннего трения (АЗВТ) материала образца применительно к используемой установке.

Приведен пример использования этого алгоритма на примере состояний образца после различных вариантов изохронных отжигов. Показано, что наиболее ярко деформационное старение стали 06Г2ФБ реализуется в температурном интервале ниже 200 °С.

При этом выявлено, что стандартный тест на деформационное старение по оценке упрочнения стали после отпуска на 250 °Сотягощен дополнительными процессами закрепления подвижных дефектов кристаллической решетки металла. Скорее всего, этот тест не может быть эффективно использован для характеристики склонности к деформационному старению в чистом виде в форме предварительной деформации около 5 % с последующим отпуском на 250 °С.

Показано, что пик Снука в стали с феррито-бейниной структурой появляется после отпуска на 700 °С, способствующего снижению содержания атомов углерода в твердом растворе феррита. При этом в обязательном порядке образец после отпуска должен быть подвергнут деформационному (в нашем случае — циклическому) воздействию.