

ИССЛЕДОВАНИЕ СКАЛЯРНЫХ СВОЙСТВ НА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ТРАЕКТОРИЯХ

Гараников В.В.

Тверской государственной технической университет, Тверь

Ключевые слова: эксперимент, закономерность, скалярные свойства, траектория, оболочка.

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментального исследования закономерностей изменения скалярных свойств на пространственных криволинейных траекториях нагружения. Траектории отличаются расположением центра проекции траектории в координатной плоскости S_1-S_3 и условиями начала реализации сложного процесса. Представлены полученные траектории деформаций и диаграммы деформирования и дан их анализ свойств.

INVESTIGATION OF SCALAR PROPERTIES STEEL 12X18H10T ON SPATIAL CURVILINEAR TRAJECTORIES

Garanikov V.V.

Tver state technical university, Tver

Keywords: experiment, regularity, properties, scalar trajectory, shell, test complex CH-EVM.

Abstract. In article presented results of an experimental study of the regularities of the variation of vector and scalar properties on spatial curvilinear trajectories of constant curvature and torsion realized in a three-dimensional deviatorial stress space.

Рассмотрены пространственные криволинейные траектории постоянной кривизны K_1 и кручения K_2 , реализуемые в трехмерном девиаторном пространстве напряжений на тонкостенных цилиндрических оболочках при плоском напряженном состоянии. Экспериментальные исследования проведены на комплексе СН-ЭВМ [1]. Так же, как и в случае плоских криволинейных траекторий, в данных экспериментах были реализованы два типа винтовых линий постоянной кривизны и кручения, отличающихся расположением центра проекции траектории в координатной плоскости S_1-S_3 относительно начала координат и условиями начала реализации сложного процесса.

На рисунке 1-2 показаны результаты обработки экспериментальных данных для оболочки $n26$, изготовленной из стали 12X18H10T, и испытанной по траектории нагружения с центром кривизны проекции винтовой линии в плоскости S_1-S_3 , совпадающим с началом координат. Было выполнено четыре витка при увеличивающимся значением S и четыре витка в обратном направлении, т.е. возврат в исходную точку сложного процесса нагружения. Радиус кривизны проекции траектории в $S_1-S_3-R=240$ МПа, шаг винта в направлении S_2 составил 66 МПа. На рисунках 1, а, б представлена траектория деформаций в проекциях на две координатные девиаторные плоскости, соответствующие реализованной траектории с параметрами кривизны и кручения $K_1 = 4,16 \cdot 10^{-3} 1/МПа$ $K_2 = 0,182 \cdot 10^{-3} 1/МПа$.

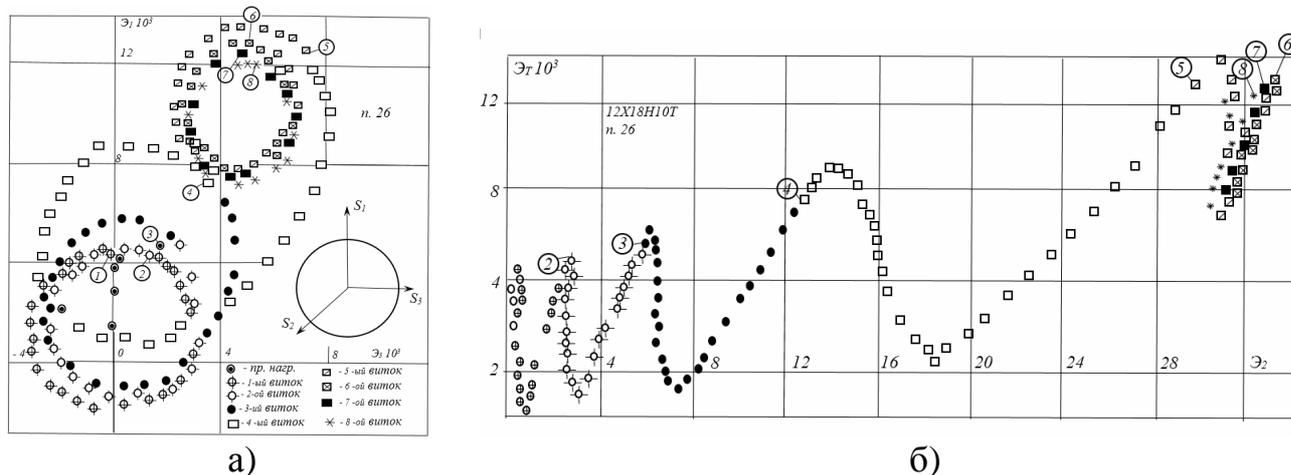


Рис. 1.б. Траектории деформации в проекциях: а) $\mathcal{E}_1; \mathcal{E}_3$, б) $\mathcal{E}_1; \mathcal{E}_2$

Траектория деформаций в плоскости \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 несколько смещена относительно осей $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$. Значительное смещение траектории в этой плоскости наблюдается с третьего витка. Одновременно происходит значительное увеличение компоненты \mathcal{E}_2 . В точке 5 (рис. 1, а, б) процесс нагружения по S_2 изменяется на противоположный. Диаграмма деформирования представлена на рисунке 2.

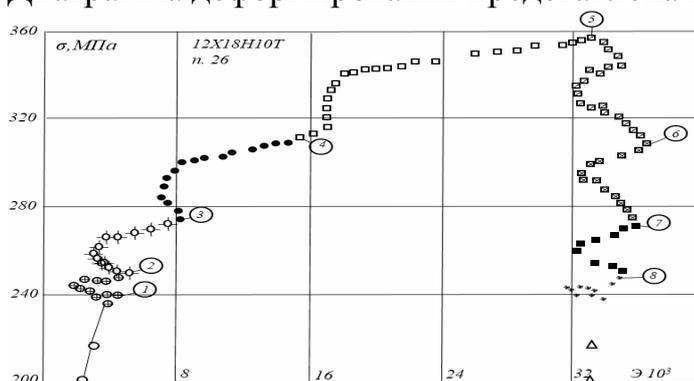


Рис. 2. Диаграмма деформирования

Реализованный процесс характеризуется монотонным ростом модуля вектора напряжений σ на первых четырех витках и монотонным убыванием модуля вектора напряжений на последующих, при обратном ходе винта.

Программа эксперимента, соответствующая второму типу испытаний в данной серии со смещенной осью винта выполнена на оболочке $n241$. Здесь след траектории в координатной плоскости S_1 - S_3 смещен относительно начала координат (рис. 3). Она включала: предварительное растяжение до величины $S_1^0 = 346$ МПа и затем реализация пространственной траектории с осью винта смещенной относительно начала координат на величину $S_1^0/2$. При этом шаг винта в направлении S_2 составлял 90 МПа, а радиус кривизны проекции траектории в плоскости S_1 - S_3 $R = 173$ МПа. Таким образом, параметры траектории равны $K_1 = 5,74 \cdot 10^{-3}$ 1/МПа; $K_2 = 0,476 \cdot 10^{-3}$ 1/МПа. Из-за технического ограничения возможности измерения тензOMETром $\mathcal{E}_1 (\mathcal{E}_1 > 2,5\%)$, было выполнено полтора витка.

Здесь же представлена пространственная траектория деформаций в проекциях на координатные плоскости \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 и \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 полученная для данной винтовой траектории нагружения. Цифры в кружке соответствуют началу витков, а стрелка указывает направление процесса. Как видно из рисунка 3 вторая

половина первого витка характеризуется интенсивным ростом компоненты \mathcal{E}_1 , связанную с переходом от разгрузки к активному процессу нагружения. Также во второй половине витка наблюдается интенсивный рост компоненты модуля вектора деформаций (в первой половине витка наблюдается уменьшение \mathcal{E}_2).

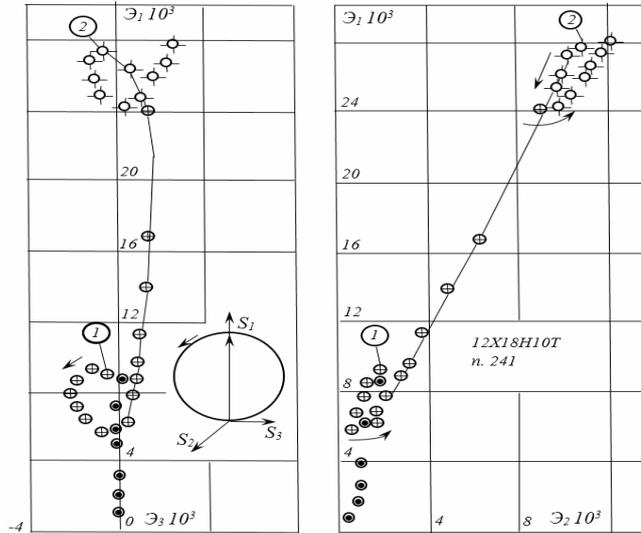


Рис. 3. Пространственная траектория деформаций в проекциях на \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 и \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2

На диаграмме деформирования $\sigma \sim \mathcal{E}$ (рис. 4) видно, что при разгрузке на первом витке происходит уменьшение модуля вектора напряжений до величины $\mathcal{E}=40$ МПа. Пологий характер огибающих кривых данных диаграмм, по сравнению с аналогичными кривыми при испытаниях по первому типу, являются отражением реализуемых программ с разгрузкой.

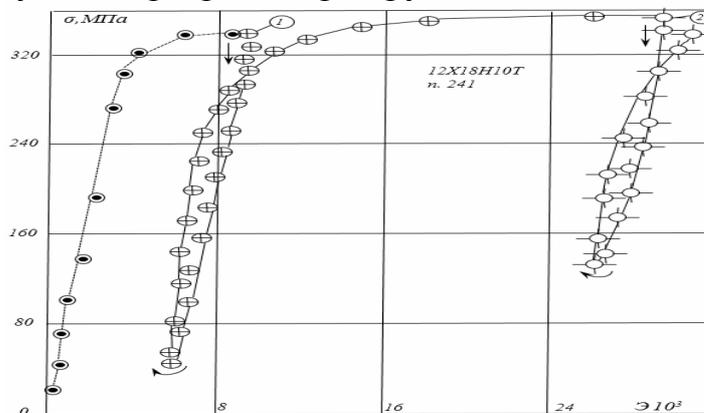


Рис. 4. Диаграмма деформирования $\sigma \sim \mathcal{E}$

Список литературы

1. Зубчанинов В.Г., Акимов А.В., Охлопков Н.Л. Автоматизированный комплекс для исследования упруговязкопластичных свойств материалов при сложном нагружении. Решение о выдаче свидетельства на полезную модель. М.: ВНИИГПЭ, 1997. №97108023/20(008702).
2. Зубчанинов В.Г. Механика процессов пластических сред. – М.: Физматлит, 2010. – 352 с.
3. Гараников В.В., Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л. Экспериментальная пластичность: Монография. Книга 2: Процессы сложного нагружения. – Тверь: ТГТУ, 2004. – 184 с.

Сведения об авторе:

Гараников Валерий Владимирович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Техническая механика».