

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ СВОЙСТВ СТАЛИ 12X18P10T НА МНОГОЗВЕННЫХ ТРАЕКТОРИЯХ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

*Гараников В.В., Корнильев Е.О.*

**Ключевые слова:** векторные, скалярные свойства, эксперимент, исследование, траектория, закономерность, разгрузка, ползучесть.

**Аннотация.** Целью работы являлось экспериментальное исследование закономерностей изменения векторных и скалярных свойств на многозвенных ломанных траекториях. В опытах с разгрузкой изучено влияние ползучести на процесс деформирования. Установлено, что ползучесть проявляется в точках траектории, где осуществлялся активный процесс нагружения.

## RESEARCH OF VISCOPLATIC PROPERTIES STEEL 12H18R10T ON MULTI-LINK DEFORMATION TRAJECTORIES

*Garanikov V.V., Kornilyev E.O.*

**Keywords:** vector, scalar properties, experiment, research, trajectory, regularity, unloading, creep.

**Abstract.** The aim of work was an experimental research regularity of changes of vector and scalar properties on multi-link broken trajectories. In experiments with unloading it was learned influence of creep on deformation process. The creep develops in points of trajectories where is an active process of loading.

Эксперименты по сложному деформированию тонкостенных трубчатых образцов являются продолжением работы [1] и выполнены на автоматизированном расчетно-экспериментальном комплексе СН-ЭВМ [2]. Образцы для данных испытаний были изготовлены из хромоникелевой стали 12X18H10T по специально разработанной и апробированной технологии [3]. Измерение нагрузок, действующих на образец, осуществляется двухкомпонентным силоизмерителем осевой нагрузки и крутящего момента. Конструктивно он решен в виде сочлененной круглой мембраны и перпендикулярных к ней шести перемычек, объединенных двумя жесткими кольцами, в одном из которых закреплена мембрана. Для измерения осевых, окружных и сдвиговых перемещений оболочки применялся экстензометр. Экстензометр состоит из верхней и нижней частей, которые имеют две степени свободы перемещений друг относительно друга. Эти две части соединены между собой посредством трех упругих элементов, обеспечивающих их осевое перемещение и шарикоподшипникового узла, который обеспечивает относительный поворот двух частей. На верхней и нижней части прибора под углом  $120^\circ$  установлены по три подпружиненных упора для фиксации его на образце. В верхней части закреплены два упругих элемента с наклеенными тензорезисторами и жестко заземленные вторым концом на нижней части устройства, которые позволяют измерять продольные деформации. На корпусе нижней части устройства жестко закреплен упругий элемент в виде балочки, на который наклеены

тензорезисторы, а второй конец балочки установлен с возможностью скольжения по спирали архимеда, жестко связанной с верхней частью устройства. Данные конструктивные элементы позволяют измерять угловые деформации.

Эксперименты по сложному нагружению материала по многозвенным ломаным траекториям осуществлены в плоскости  $S_1$ - $S_3$ . Программа испытаний (образец п6) характерна тем, что в точке излома проведена частичная разгрузка (рис. 1). Допускалось, что при испытании по данной программе будет устранено или уменьшено влияние ползучести на последующий активный процесс нагружения (3 звено). Затем произведена сложная разгрузка (4,5 звено). В точках, отмеченными цифрами 21-93, 124-158, 202-299, 307-532, 533-540, нагружение приостанавливалось, и испытательный комплекс работал в режиме поддержания постоянного усилия ( $S = \text{const}$ ).

В этом случае единственным параметром процесса деформирования является время  $t$ . Эксперимент показывает, что после остановки нагружения имеет место локально простой (пропорциональный) процесс деформирования. Ползучесть обнаружена в точках траектории нагружения, где осуществлялся активный процесс (точки 21..93, 202...299, 307..532). Обнаружено влияние разгрузки, которая уменьшает ползучесть, причем наиболее существенна частичная разгрузка по сравнению с полной.

На рис. 2 отражены скалярные свойства материала.

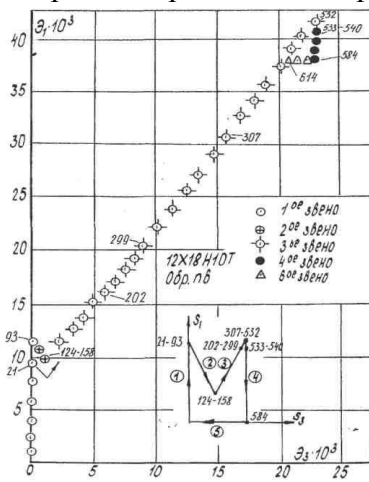


Рис. 1. Программа испытаний и реализованная траектория деформаций

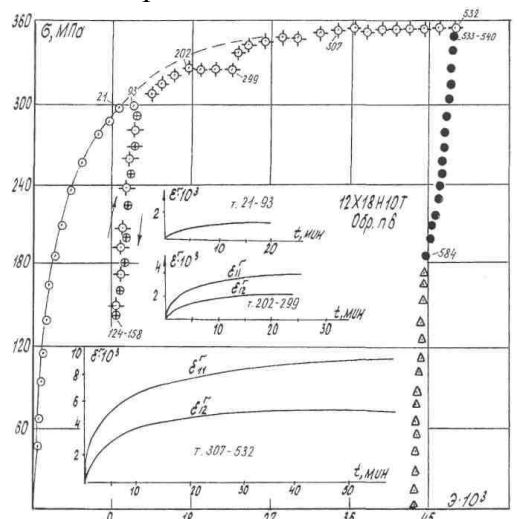


Рис. 2. Диаграмма деформирования материала

Видно, что после частичной разгрузки и дальнейшей догрузки намечается образование не большой петли гистерезиса. При дальнейшем нагружении зависимость  $\sigma \sim \epsilon$  стремится к аналогичной при простом нагружении, причем экспериментальные точки лежат ближе к универсальной зависимости, по сравнению с первой программой испытаний. На наш взгляд,

в данном случае уменьшилось влияние ползучести. Здесь же представлены кривые ползучести в точках траектории нагружения, где она обнаружена. Таким образом, и при испытании по данной программе получено, что активные процессы нагружения близки к квазипростым. Анализ векторных свойств показал, что при частичной и сложной разгрузке процессы далеки от квазипростых, в отличие от активных.

### Список литературы

1. Гараников В.В. Экспериментальное исследование процессов сложного нагружения на замкнутых четырехзвенных ломаных траекториях деформирования // Современные проблемы теории машин. – 2016. – №4(2). – С.79-81.
2. Зубчанинов В.Г. Автоматизированный комплекс для исследования упруговязкопластичных свойств материалов при сложном нагружении. Решение о выдаче свидетельства на полезную модель. // В.Г. Зубчанинов, А.В. Акимов, Н.Л. Охлопков. – М.: ВНИИГПЭ, 1997. – №97108023/20(008702).
3. Гараников В.В., Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л. Экспериментальная пластичность: Монография. Книга 1: Процессы сложного деформирования. – Тверь: ТГТУ, 2003. – 172 с.

### References

1. Garanikov V.V. Experimental research of processes of complex loading on close four-link trajectories of deformation // Modern problems of theory of machines. – 2016. – №4. – P.79-81.
2. Zubchaninov V.G Automated system for the study of elastic- viscous-plastic properties of materials under complex loading. The decision on granting the certificate on useful model / V.G Zubchaninov, A.V. Akimov, N.L. Ohlopkov. – М.: VNIIGPE, 1997. – No. 97108023/(0088702).
3. Garanikov V.V., Zubchaninov V.G., Ohlopkov N.L. Jeksperimentalnaya plastichnost: Monograph. Book 1: The process of complex deformation. – Tver: TSTU, 2003. – 172 p.

<b>Гараников Валерий Владимирович</b> – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Техническая механика», mexanika06@mail.ru	<b>Garanikov Valeriy Vladimirovich</b> – doctor of technical sciences, professor, head of Department «Technical mechanics», mexanika06@mail.ru
<b>Корнильев Егор Олегович</b> – ассистент кафедры «Техническая механика»	<b>Kornilyev Egor Olegovich</b> – assistant of department «Technical mechanics»
Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия	Tver state technical University, Tver, Russia

*Received 28.01.2020*