

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 03 Volume: 95

Published: 29.03.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Eleonora Gordeeva
Sevastopol State University
Senior Lecturer, Russian Federation
eleonora.gordeeva@yandex.ru

Leonid Shron
Sevastopol State University
Associate Professor, candidate of technical sciences,
Russian Federation
shronlb@mail.ru

Vladimir Bogutskiy
Sevastopol State University
Associate Professor, candidate of technical sciences,
Russian Federation
bogutskiyb@yandex.ru

INVESTIGATION OF VECTOR AND SCALAR PROPERTIES OF STEEL 45 ON THREE-LINK DEFORMATION TRAJECTORIES

Abstract: The article presents the results of comparing the results of calculations performed according to the structural model of a stable material, the deformation theory extended to disproportionate loading and according to the theory based on the division of stress into active and additional stress, with the results of experimental studies carried out on samples of steel 45.

Key words: *t non-proportional loading, multi-tier loading, the trajectory deformation.*

Language: Russian

Citation: Gordeeva, E., Shron, L., & Bogutskiy, V. (2021). Investigation of vector and scalar properties of steel 45 on three-link deformation trajectories. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 03 (95), 375-379.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-03-95-57> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.03.95.57>

Scopus ASCC: 2211.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕКТОРНЫХ И СКАЛЯРНЫХ СВОЙСТВ СТАЛИ 45 НА ТРЕХЗВЕННЫХ ТРАЕКТОРИЯХ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Аннотация: В статье приведены результаты сравнения результатов расчетов, выполненных по структурной модели стабильного материала, деформационной теории распространенной на непропорциональное нагружение и по теории, основанной на разделении напряжения на активное и дополнительное, с результатами экспериментальных исследований, проведенными на образцах из стали 45.

Ключевые слова: непропорциональное нагружение, многозвенное нагружение, траектория деформирования.

Введение

УДК 539.374

Некоторые детали машин испытывают сложный комплекс механических и тепловых

воздействий, обуславливающих возникновение сложного (плоского или объемного) напряжённого состояния материала. Повторное воздействие нагрузок, часто в условиях повышенных температур, приводит к тому, что

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

материал работает за пределами упругости, испытывая непропорциональное нагружение.

Свойства, проявляемые материалом в этих условиях, в настоящее время изучены недостаточно. Работы, описывающие непропорциональное нагружение, посвящены преимущественно изучению скалярных и векторных свойств материалов при нагружениях типа двухзвенных – с углом поворота траектории от 0 до 90° [1-4]. В таких испытаниях практически на всей траектории наблюдается активное нагружение.

Целью настоящей работы является сравнение результатов исследования скалярных и векторных свойств материала при нагружении его по траекториям, которые в пространстве деформаций имеют вид замкнутых трехзвенных ломаных с углами поворота траекторий большими 90° с результатами расчетов.

Методы и результаты исследования

Испытания проводили при знакопеременной осевой силе и крутящем моменте, по траекториям,

заданным в координатах $\{\varepsilon, \gamma\}$ (осевая деформация, угловая деформация) [5]. Результаты эксперимента интерпретировались в девиаторной плоскости [6]. Координаты девиаторной плоскости напряжений $\{S_1, S_2\}$ – (проекция вектора напряжений S_u) и деформаций $\{e_1, e_2\}$ (проекция вектора деформации e) при растяжении и кручении тонкостенного трубчатого образца определяются выражениями

$$S_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{3}},$$

$$e_1 = 0,5 \cdot \sqrt{3}(\varepsilon - \sigma/9K),$$

$$S_2 = \tau, \quad e_2 = \gamma/2.$$

Рассматриваемые два варианта траектории деформирования ОАВО в плоскости $\{e_1, e_2\}$ и соответствующие им траектории напряжения в плоскости $\{S_1, S_2\}$, полученные экспериментально и расчетом, показаны на рис. 1 (траектории вектора деформации) и рис. 2 (траектории вектора напряжений).

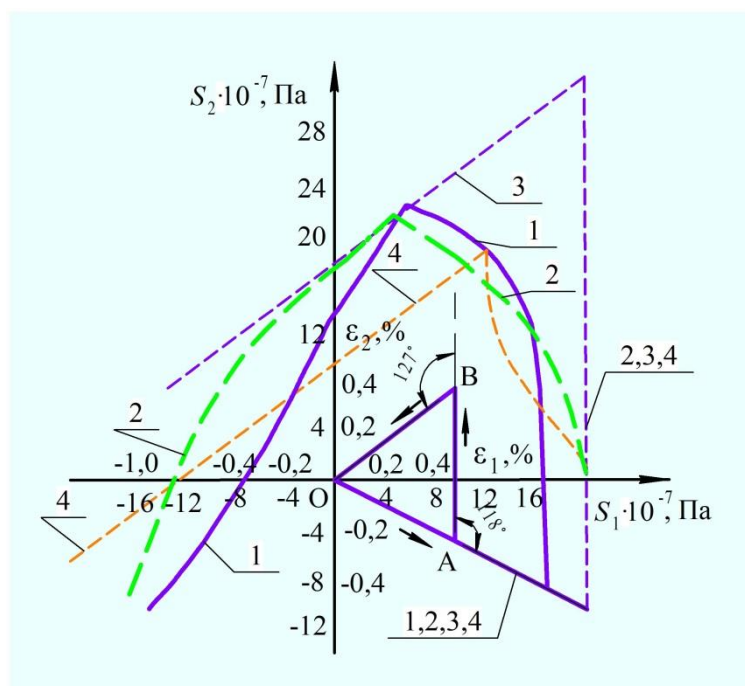


Рисунок 1 – Траектории вектора деформации): 1 – эксперимент; 2 – расчет по структурной модели стабильного материала [7]; 3 – расчет по деформационной теории [8]; 4 – расчет по теории течения [9, 10].

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

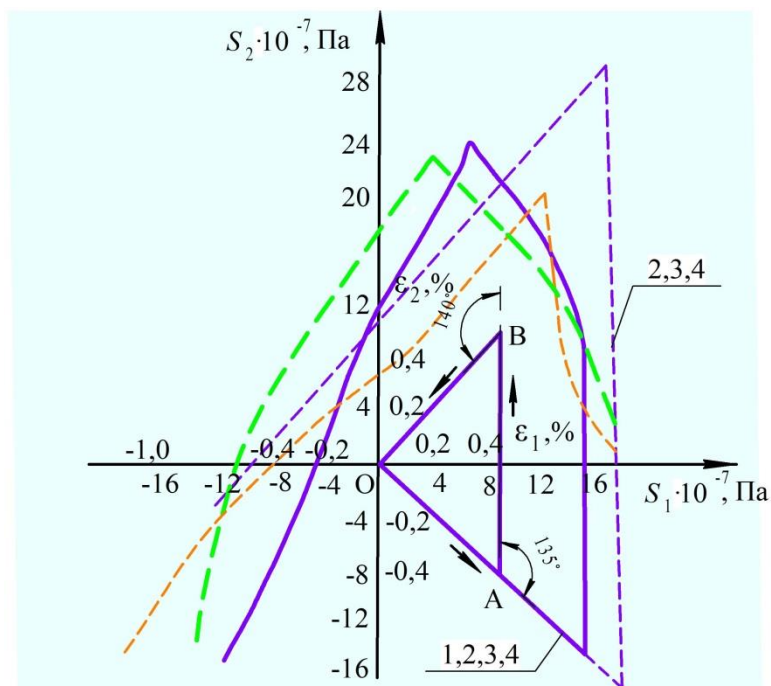


Рисунок 2 – Траектории вектора напряжений (σ): 1 – эксперимент; 2 – расчет по структурной модели стабильного материала [7]; 3 – расчет по деформационной теории [8]; 4 – расчет по теории течения [9, 10]..

Как видно из рис.1, лучшее совпадение с экспериментом дает расчет по структурной модели максимальное отклонение модуля вектора напряжения в точках излома в этом случае не превышает 20%. Расхождение такого порядка можно объяснить тем, что материал в первых циклах нагружения имеет упрочнение, которое данным вариантом модели не учитывалось.

При многозвенном непропорциональном нагружении определенным интерес представляет сравнение кривых деформирования на отдельных участках траектории. Это сравнение удобно производить в координатах: приращение вектора напряжений $\sigma^* = \sigma_i - \sigma_{iR}$, приращение вектора деформаций $\varepsilon^* = \varepsilon_i - \varepsilon_{iR}$, где σ_i , ε_i – текущее

напряжение и деформация на i -м участке траектории; σ_{iR} , ε_{iR} – напряжение и деформация в начале i -го участка траектории (в конце $(i-1)$ -го участка). Кривые деформирования, полученные при такой обработке результатов эксперимента, показаны на рис. 2.

Как видно из рис. 2, кривые деформирования, отвечающие большим углам поворота траектории, проходят выше. Аналогичные результаты дает расчет с помощью структурной модели среды (пунктирные линии на рис. 2). Однако влияние угла поворота на кривые деформирования в расчете проявляется несколько слабее, чем в эксперименте.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

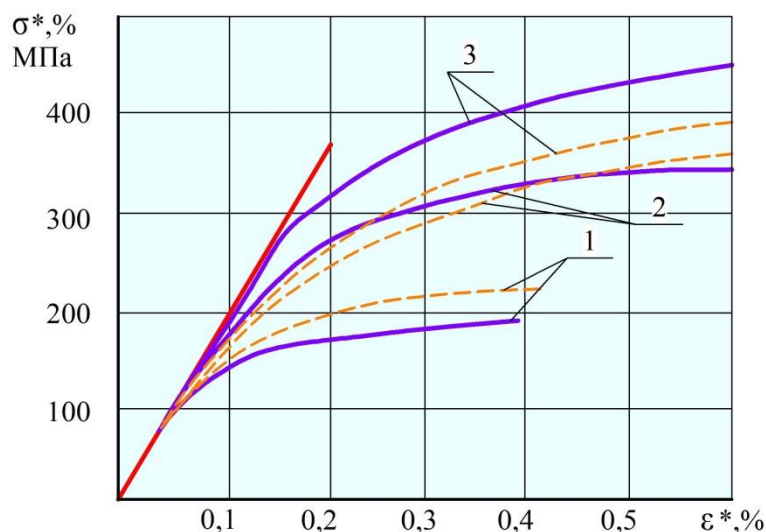


Рисунок 3 – Влияние угла поворота траектории на кривые деформирования – эксперимент 1 (1,2 – 118°; 3 – 127°).

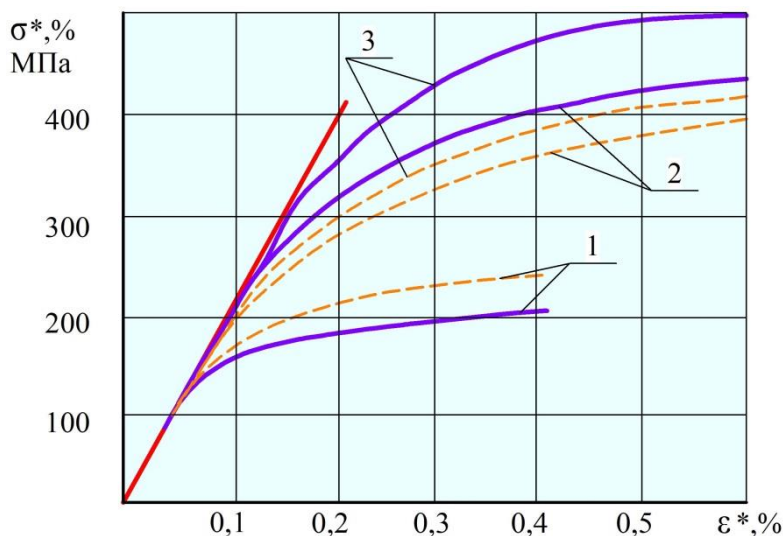


Рисунок 4 – Влияние угла поворота траектории на кривые деформирования – эксперимент 2 (1,2 – 135°, 3 – 140°).

Выводы.

Результаты исследований могут быть использованы при построении уточненных моделей среды для получения более

обоснованных результатов расчёта кинетики деформирования конструкций, работающих в условиях циклического непропорционального нагружения.

References:

1. Gohfel'd, D.A., & Sadakov, O.S. (1984). *Plastichnost' i polzuchest' elementov konstrukcij pri povtornyh nagruzheniyah.* (p.256). Moscow: Mashinostroenie.
2. Volkov, I.A., & Korotkih, YU.G. (2008). *Uravneniya sostoyaniya vyazkoprugoplasticheskikh sred s povrezhdeniyami.* (p.424). Moscow: Fizmatlit.

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

3. (1978). *Foundations of theoretical mechanics I: The inverse problem in Newtonian mechanics.* (p.285). Springer Publ..
4. Kolarov, D., Baltov, A., & Boncheva, N. (1979). *Mekhanika plasticheskikh sred.* (p.302). Moscow: Nauka.
5. Bertram, A. (2005). *Elasticity and plasticity of large deformations.* (p.326). Springer-Verlag Berlin Heidelberg Publ..
6. Ivlev, D.D., & Ishlinskij, A.YU. (2003). *Matematicheskaya teoriya plastichnosti.* (p.701). Moscow: Fizmatlit.
7. Zubchaninov, V.G. (2010). *Mekhanika processov plasticheskikh sred.* (p.352). Moscow: Fizmatlit.
8. Moskvitin, V.V. (1981). *Ciklicheskie nagruzheniya elementov konstrukcij.* (p.344). Moscow: Nauka.
9. Matvienko, YU.G. (2006). *Modeli i kriterii mekhaniki razrusheniya.* (p.328). Moscow: Fizmatlit.
10. Christensen, R.M. (2015). *The Theory of Materials Failure.* (p.404). Oxford University Press Publ..