



Адизова Азиза Журакуловна

Бухарский инженерно-технологический институт,

Узбекистан

УДК 677.001.5

ДЕФОРМИРОВАНИЯ НИТИ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ НАГРУЗКИ

Аннотация: В статье рассмотрено процесс деформации текстильных нитей с учетом релаксационного свойства. Для описания процессов деформирования нитей с учетом вязкоупругих свойств использована наследственную теорию вязкоупругости Больцмана-Вольтерра.

Ключевые слова: деформация, вязкоупругость, напряжение, ползучесть, релаксация, время, температура

Abstract: The article examines the process of deformation of textile threads taking into account the relaxation property. To describe the processes of deformation of threads taking into account viscoelastic properties, the hereditary Boltzmann-Volterra theory of viscoelasticity was used.

Key words: deformation, viscoelasticity, stress, creep, relaxation, time, temperature

При описании механических свойств различных материалов, в том числе текстильных, получили широкое распространение механические модели. Они позволяют моделировать связи между напряжением и деформацией исследуемых материалов. Для описания процессов деформирования нитей с учетом вязкоупругих свойств используем наследственную теорию вязкоупругости Больцмана-Вольтерра. Математическая запись зависимости напряжений от деформаций имеет вид [1]:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} + \frac{1}{E_0} \int_0^t K(t-s)\sigma(s)ds, \quad \sigma(t) = E\varepsilon(t) - E \int_0^t G(t-s)\varepsilon(s)ds \quad (1)$$

где σ -напряжение; ε -относительная деформация; E -модуль упругости; $K(t-s)$ и $G(t-s)$ -функции влияния; t -время наблюдения; τ -время предшествующее времени наблюдения.

В работе [2] предложены формулы для расчета параметров вязкоупругости.

$$E = \frac{\sigma_1 \alpha (\alpha + 1)}{\varepsilon (\alpha (\alpha + 1) - A t_1^\alpha)}, \quad t_1^\alpha (\sigma_2 - \sigma_3) - t_2^\alpha (\sigma_1 - \sigma_3) + t_3^\alpha (\sigma_1 - \sigma_2),$$

$$A = \frac{((\sigma_1 - \sigma_2) \alpha (\alpha + 1))}{\sigma_1 (\alpha + 1) (t_2^\alpha - t_1^\alpha) + (\sigma_1 - \sigma_2) t_1^{\alpha+1}}, \quad \beta = \frac{(\sigma_4 - \sigma_1) (\alpha + 1) \alpha + E \varepsilon A (t_4^\alpha - t_1^\alpha) (\alpha + 1)}{E \varepsilon A (t_4^{\alpha+1} - t_1^{\alpha+1})}$$



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2023"

Знание характера распределения натяжения и деформации нити позволяет прогнозировать напряженно-деформированного состояния нити.

При $\sigma = const$ из соотношения (11) получаем уравнение ползучести

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} \left[1 + \int_0^t K(s) ds \right] \quad (12)$$

При помощи уравнения (12) может быть построена кривая ползучести при постоянном напряжении, если известна функция влияния. Последнее определяется из известной кривой ползучести. В частности если функция влияния $K(t)$ имеет вид экспоненты, то получим модель Кельвина, Если ядро интегрального уравнения в виде суммы затухающих показательных функций, то интегральное уравнение (11) эквивалентно линейному дифференциальному уравнению n -го порядка (10).

Имеется разные типы ядер. Например ядра Работнова, Слонимского, Ильюшина и других. В расчетной практике большое применение нашли ядра, предложенные Ю.Н.Работновым, А.Р.Ржаницыным, М.А.Колтуновым. Так например ядро релаксации, предложенное Ржаницыным А.Р., имеет вид

$$R(t-s) = \frac{A e^{-\beta(t-s)}}{(t-s)^{1-\alpha}}, \quad (17)$$

где A, α, β - параметры материала. Резольвента этого ядра получена М.А.Колтуновым в виде

$$K(t-s) = \frac{\exp(-\beta(t-s))}{(t-s)} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{[A - \Gamma(\alpha)]^n (t-s)^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \quad (18)$$

Для материалов с конечным длительным модулем упругости применяется четырех параметрическое ядро вида

$$K(t-s) = \frac{A \exp(-\beta(t-s))}{T^q (t-s)^p} \quad (19)$$

$$0 < p < 1; \quad q = 1 - p$$

где A, T, p, q, β - параметры материала, определяемыми графическим методом.

Соответствующее ядро релаксации имеет вид

$$R(t-s) = \frac{\exp(-\beta(t-s))}{(t-s)} \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^{n+1} \frac{[A\Gamma(q)]^j}{\Gamma(jq)} \left(\frac{t-s}{T}\right)^{qj} \quad (20)$$

Для постоянной нагрузки, приложенной в момент времени $t=0$, согласно выражениям (19) и (1) имеем



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2023"

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} \left[1 + \frac{A}{T^q} \int_0^t \frac{e^{-\beta(t-s)}}{(t-s)^p} ds \right] = \frac{\sigma}{E} \left[1 + \frac{A}{(T\beta)^q} \gamma(\beta t, p) \right], \quad \gamma(\beta t, p) = \int_0^{\beta t} e^{-s} / s^p ds$$

где, $\gamma(\beta t, p)$ – неполная Гамма-функция, значения которой протабулированы.

При $t \rightarrow 0$

$$\varepsilon(\infty) = \frac{\sigma}{E} \left[1 + \frac{A}{(T\beta)^q} \Gamma(q) \right]$$

Перед испытанием на ползучесть определяют мгновенный модуль упругости E , разрывную нагрузку и разрывной деформации. Испытания проводят при постоянных температурах и относительной влажности материала. При этом используют машины, установки и стенды, предназначенные для длительных статических испытаний. Так, например один конец нити или ткани закрепляет неподвижно, а к другому концу подвешивают груз. При этом в нити или ткани происходит релаксация деформации растяжения при постоянном напряжении. В таком положении образец выдерживают в ненагруженном состоянии при заданной температуре испытаний в течение 30-60 мин. После этого образец подвергают нагружению при нагрузках до 5% предела кратковременной прочности. При этом следует исключить возможность скольжения образца в зажимах в процессе испытаний.

Скорость нагружения принимают постоянной для всей серии испытаний. Время нагружения не должно превышать 5 с. Момент полной нагрузки испытываемого образца принимают за начало отсчета ползучести. Причем деформации регистрируют через 0.5; 1; 2; 3; 5; 10; 30; 60 мин после нагружения с последующим примерным удваиванием периода между отсчетами.

На рис 1. приведены кривые деформирования при разных уровнях нагрузки

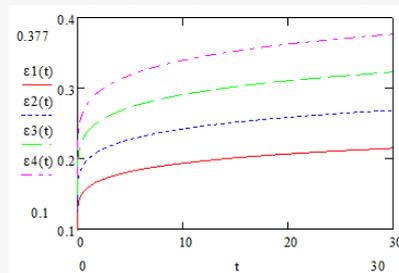


Рис.1. Кривые деформирования хлопчатобумажной нити 28 текс при разных уровнях нагрузки

Приведенные кривые показывает, что деформация является линейной относительно напряжения. Определение модуля упругости и параметров ядра производится путем совмещения экспериментальных кривых податливости и теоретических кривых.



ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мавланов Т. Динамика вязкоупругих осесимметричных и призматических конструкций. Расчеты на прочность М.: Машиностроение, 1987. Вып. 28, с. 186-199.
2. D.A.Zokirova, A.J.Adizova. "Torch Vibrations of a Viscoelastic Shell with a Viscous Liquid". World wide journal of multidisciplinary research and development, June 2019, page 5-9. https://discoveryjournals.org/engineering/current_issue/2019/A16.pdf
3. G.Abdieva, A. Adizova, T.Mavlanov, D.Rakhimova Modeling the process of deformation of viscoelastic textile materials. ACADEMICIA. An International Multidisciplinary Research Journal, Vol. 11, Issue 4, April 2021, pages 322-327//Impact Factor: SJIF 2021 = 7.492//ISSN:2249-7137//India. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:aca&volume=11&issue=4&article=054>
4. A Adizova, G Abdieva, T Mavlanov. Modeling the process of deformation of viscoelastic threads. SCOPUS "AIP Conference Proceedings", Volume 2402, Issue 1Published Online: 15 November 2021,USA. <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/5.0071968>
5. А.Ж.Адизова. Композицион материаларнинг статик ва динамик юкланишдаги таранглик характеристикаларини аниқлаш. "Ученый XXI века", международный научный журнал № 5-1 (86), апрель 2022 г. стр. 4-5. https://uch21vek.com/5-1_2022.html
6. Sh M Salimov, G U Yusupov, G B Abdiyeva, Computer modeling of strain process of flexible rods with nonlinear and viscoelastic characteristics, International Scientific Conference, Construction Mechanics, Hudraulics and Water Resources Engineering CONMECHYDRO, 2020
7. А.Ж.Адизова. Решение задач линейной теории термовязкоупругости. "Ученый XXI века", международный научный журнал № 5-1 (86), апрель 2022 г. стр. 4-5. https://uch21vek.com/5-1_2022.html
8. Mavlanov T and Khudainazarov Sh, Calculation of structural-inhomogeneous multiply connected shell structures with viscoelastic elements, E3S Web of Conferences 97, 04054 (2019), pages 9
9. А.Ж.Адизова. Динамические давления на опоры при вращения дискретизирующего барабанчика вокруг неподвижной оси. "Ученый XXI



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2023"

века", международный научный журнал № 6 (87), июнь 2022 г. стр. 10-14.
<https://scipubplatform.online/index.php/uch21vek/issue/view/24>

10. Abdieva G B 2021, Deformation of viscoelastic thread with nonlinear characteristics, International scientific-educational electronic journal, Education and science in the XXI century

11. A Adizova, G Abdieva, T Mavlanov. Computer modelling of dynamics of the thread in technological process. Journal of Physics: Conference Series, Volume 2373, Applied Physics, Materials Analysis and Characterization, Number 2, December 2022, USA. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2373/2/022060>

12. А.Ж.Адизова. Уравнение баланса сил для вытягиваемого волокна . "Ученый XXI века", международный научный журнал № 6 (87), июнь 2022 г. стр. 18-21. <https://scipubplatform.online/index.php/uch21vek/issue/view/24>

13. Н.Н.Набиева, А.Ж.Адизова. "Упругие характеристики композиционных материалов при статических нагрузениях". INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATIONS IN THE FIELD OF EDUCATION, TASHKENT, UZBEKISTAN 2022/ OCTOBER 25, Page No.: 36-39

14. А.Ж.Адизова. Механические свойства текстильных материалов с различными проявлениями деформации с течением времени. "Ученый XXI века", международный научный журнал № 9 (80), сентябрь 2021 г. стр. 8-10. https://uch21vek.com/9_2021.html