

3. В. Н. Шут, А. В. Гаврилов. Температурные напряжения в полупроводниковой керамике на основе титаната бария со слоистой структурой. ЖТФ, 2008, Т.78, №11, С. 123-127.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ ГЕОРЕШЕТОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ НАСЛЕДСТВЕННОГО ТИПА

Павлов А.П., Павлова Э.М.

Учреждение Российской академии наук

Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН, Москва, Россия

alpavlov@mail.ru

В настоящее время практически все вопросы, посвященные анализу процессов деформирования и разрушения геосинтетических материалов, рассматриваются с точки зрения подходов, используемых для однородных структур типа полимеров. При этом наиболее важными из анализируемых проблем является ползучесть.

Для анализа экспериментов [1], связанных с исследованием поведения геосинтетического материала в виде полиэфирных решеток использовалась модель наследственного типа, а именно, нелинейное уравнение Работнова [2]:

$$\varphi(\varepsilon) = \sigma + \int_0^t K(t-\tau)\sigma(\tau)d\tau \quad (1)$$

В качестве ядра определяющего уравнения было выбрано ядро Слонимского, обладающее слабой сингулярностью при малых временах и свойствами экспоненты на бесконечности [3]

$$K(t-\tau) = \frac{\gamma\lambda a e^{-\gamma(t-\tau)^\alpha}}{(t-\tau)^{1-\alpha}}, \quad 0 < \alpha < 1, 0 < \gamma, 0 < \lambda \quad (2)$$

На рис.1 приведены кривые ползучести исследуемого материала при уровнях нагрузки, составляющих 21, 31 и 56% от предела прочности при растяжении [1], кривые 1, 2, 3.

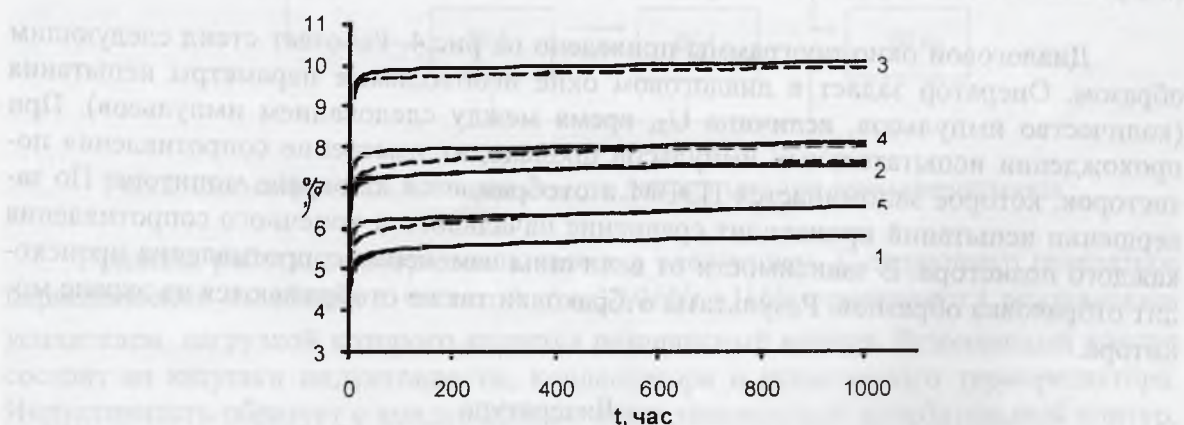


Рис.1. Кривые ползучести при различных температурах и уровнях нагружения. (1 - $\sigma=21\%$, $T=20^\circ\text{C}$; 2 - $\sigma=31\%$, $T=20^\circ\text{C}$; 3 - $\sigma=56\%$, $T=20^\circ\text{C}$; 4 - $\sigma=31\%$, $T=40^\circ\text{C}$; 5 - $\sigma=21\%$, $T=60^\circ\text{C}$; сплошные линии – эксперимент, пунктирные – расчет).

Используя приведенные кривые ползучести, были построены изохронные кривые, рис.2, при $T=20^\circ\text{C}$, по которым определялись параметры уравнения. При использовании уравнения (1) в качестве определяющего, а в качестве ядра ползучести выражения (2), для случаев нагружения постоянной нагрузкой $\sigma=\text{const}$ (ползучесть) получим:

$$\varphi(\varepsilon) = \sigma \left[1 + \lambda \left(1 - e^{-\gamma \varepsilon^{1-\alpha}} \right) \right]$$

(3)

Процедура определения параметров для уравнения подробно описана в [4]. Получены следующие параметры уравнения (1): $\alpha=0,86$, $\gamma=0,11 \text{ сек}^{-(1-\alpha)}$, $\lambda=1,06$ [5]. Зная все параметры уравнения при 20°C , можно построить кривую мгновенного деформирования $\varphi(\varepsilon)$, не зависящую от температуры [4], пользуясь уравнением (3) и любой из изохронных кривых ползучести. График функции $\varphi(\varepsilon)$ приведен на рис. 3.

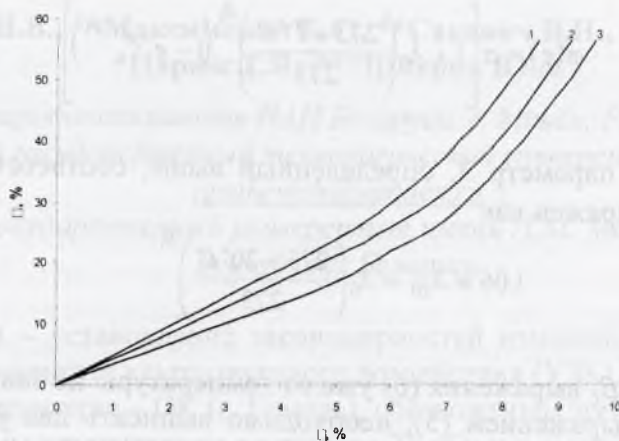


Рис.2. Изохронные кривые ползучести (1 - $t=10^2$ сек, 2 - $t=10^4$ сек, 3 - $t=10^6$ сек)

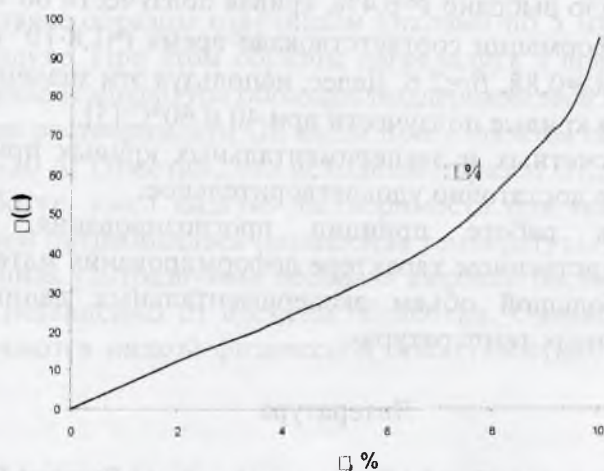


Рис.3. Кривая мгновенного деформирования $\varphi(\varepsilon)$

Геосинтетические слои, армирующие дорожное покрытие, подвергаются температурным воздействиям, что также необходимо учитывать при расчетах. В работе [1] представлены экспериментальные кривые ползучести при 20 , 40 и 60°C , рис.1. Для учета в определяющем уравнении (1) температуры воспользуемся принципом, предлагаемым в [4]. В соответствии с этим принципом вводится функция темпера-

турного влияния под знак интеграла, а кривая мгновенного деформирования считается не зависящей от температуры. Уравнение имеет вид

$$\varphi(\varepsilon) = \sigma + \int_0^t K(t-\tau) f[T(t), T(\tau)] \sigma(\tau) d\tau \quad (4)$$

Эксперименты работы [3] являются изотермическими, поэтому функция температурного влияния в (4) упрощается и принимается $f[T(t)] = T^{\beta_1}$, где T представляет собой отношение температуры в градусах Кельвина к 273. Можно записать $f[T(t)] = \left(\frac{273 + T^{\circ}C}{273} \right)^{\beta_1}$. Такой подход позволяет утверждать, что в выражении

(3) только лишь параметр λ чувствителен к температуре. Это выражение может быть переписано в виде

$$\varphi(\varepsilon) = \sigma \left[1 + \lambda_0 \left(\frac{273 + T^{\circ}C}{273} \right)^{\beta_1} (1 - e^{-\lambda(t-a)}) \right] \quad (5)$$

Таким образом, параметр λ , определенный выше, соответствует температуре 20°C и может быть выражен как

$$1,06 = \lambda_{20} = \lambda_0 \left(\frac{273 + 20^{\circ}C}{273} \right)^{\beta_1} \quad (6)$$

Параметры λ_0 и β_1 выражения (6) уже от температуры не зависят. Для их определения, пользуясь выражением (5), необходимо выписать два уравнения с двумя неизвестными, λ_0 и β_1 . Очевидно, что это легко сделать, выбрав некоторое определенное значение ε для кривой ползучести 20°C и при какой-либо другой температуре. (В данной работе было выбрано $\varepsilon=6,4\%$, кривая ползучести 60°C, на которой выбранному значению деформации соответствовало время $t=1,8 \cdot 10^6$ сек). Вычисления позволили установить: $\lambda_0=0,88$, $\beta_1=2,6$. Далее, используя эти значения, по уравнению (5) были рассчитаны все кривые ползучести при 40 и 60°C [5].

Сопоставление расчетных и экспериментальных кривых приведено на рис.1. Видно, что соответствие достаточно удовлетворительное.

Предложенный в работе принцип прогнозирования, основанный на представлениях о наследственном характере деформирования материалов, позволил описать достаточно большой объем экспериментальных данных, связанных с ползучестью при различных температурах.

Литература

1. Thornton J.S., Paulson J.N., Sandri D. Conventional and Stepped Isothermal Methods for Characterizing Long Term Creep Strength of Polyester Geogrids. Sixth Int. Conf. on Geosynthetics. 1998. P.691-698.
2. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. М., Наука. 1977. 383 С.
3. Колтунов М.А. Сингулярные функции влияния в анализе релаксационных процессов. В сб.: Прочность и пластичность. М. Наука. 1971. С.277-285.

4. Суворова Ю.В. Нелинейно-наследственные модели деформирования и разрушения конструкционных материалов. Дисс. на соискание уч. степени д.т.н. М. Институт машиноведения. 1979.399С.
5. Суворова Ю.В., Павлов А.П. Прогнозирование ползучести и длительной прочности геосинтетических материалов с помощью модели наследственного типа. Проблемы машиностроения и автоматизации. 2003. №2. С.52-57.

ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

*Дребенкова И.В., **Максимович Е.С., **Сакевич В.Н., *Фалюшина И.П.,
*Царюк Т.Я., ***Шиенок Ю.А.

**Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

***Витебский государственный технологический университет, г. Витебск,*

igsakevich@yandex.ru

****Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, г. Витебск,
Республика Беларусь*

Цель работы – установление закономерностей изменения свойств олеиновой кислоты (ОК) в результате ультразвукового воздействия (УЗК).

Объект исследования – ОК (г. Гомель), обезвоженная путем выпаривания и обработанная мощным ультразвуком на частоте 22 кГц и с амплитудой колебаний торца волновода 45 мкм без термостатирования и с термостатированием в течение 5, 10, 15, 20, 25 и 30 мин.

В первом случае образцы озвучивали циклами по 5 мин. с последующим охлаждением на воздухе. При этом образцы нагревались в процессе обработки до 140 °С. Во втором случае температура образцов поддерживалась на уровне 45 °С.

Для изучения растворимости ОК были приготовлены её 10 % растворы в минеральном масле И-20 А. Отметим, что исходный образец ОК, не подвергнутый ультразвуковой обработке, имел низкую растворимость при температуре окружающей среды, в связи с чем потребовалось повышение температуры до 45–50 °С. В то время как ОК, обработанная ультразвуком, обладала высокой растворимостью при комнатной температуре независимо от времени обработки. Однако следует заметить, что все составы отличаются низкой физической стабильностью, характеризующейся наличием осадка.