

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЯЗКОУПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПО МОДЕЛИ МАКСВЕЛЛА

Докторант Нодирбек Акбаров¹, Стр.пр, Ж.Кумаков²
 Институт механики и сейсмостойкости сооружений им.М.Т.Уразбаева АН РУз¹,
 Ташкентский архитектурно-строительный институт

Аннотация: Ушбу мақолада Максвелл модели орқали ифодаланадиган материалларнинг ёпишқоқ-эластик деформациясининг сонли таҳлили келтирилган.

Калит сўзлар: кучланиш, деформация, сонли таҳлил, ёпишқоқлик.

Annotation: This paper presents a numerical analysis of viscoelastic deformation of materials in the form of a Maxwell model.

Key words: stress, deformation, numerical analysis, viscous, strain.

Аннотация: В этое статье представлен численный анализ вязкоупругого деформирования материалов в виде модели Максвелла.

Ключевые слова: напряжение, деформация, численный анализ, вязкость.

Вязкоупругие материалы, поликристаллические полимеры, биополимеры и даже живые ткани и клетки, могут быть смоделированы, чтобы определить их взаимодействия, напряжения и деформации или силы и смещения, а также их временные зависимости. Эти методы, которые включают модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, стандартного линейного тела, используются для прогнозирования реакции материала при различных условиях нагружения [1-2].

В данной работе представлен численный анализ вязкоупругой деформации материалов в виде модели Максвелла [3]:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\mu}$$

В качестве основных параметров материалов были приняты следующие: плотность материала 2000 кг/м³; модуль упругости 0,2 ГПа; коэффициент Пуассона 0,3. Задавая изменения деформации по времени, определим напряжения и построим диаграмму напряжение-деформация.

На рис.1-3 представлены изменения деформаций и напряжений по времени, а также диаграмма напряжение-деформация по модели деформирования Максвелла. На рис.1 представлено нарастание деформации до максимального значения (изменение деформации по времени), на рис.2 – изменение напряжений по времени, соответствующее деформации, показанной на рис.1, при различных значениях динамической вязкости, а на рис.3 – диаграмма модели Максвелла для этого случая.

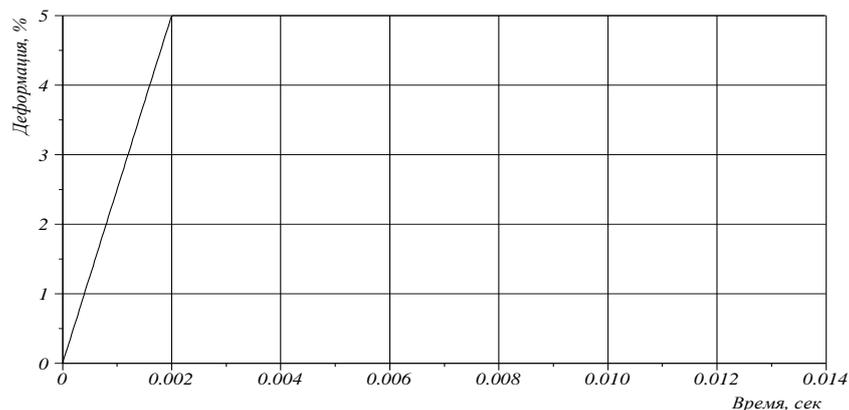


Рис.1. Изменение деформации по времени.

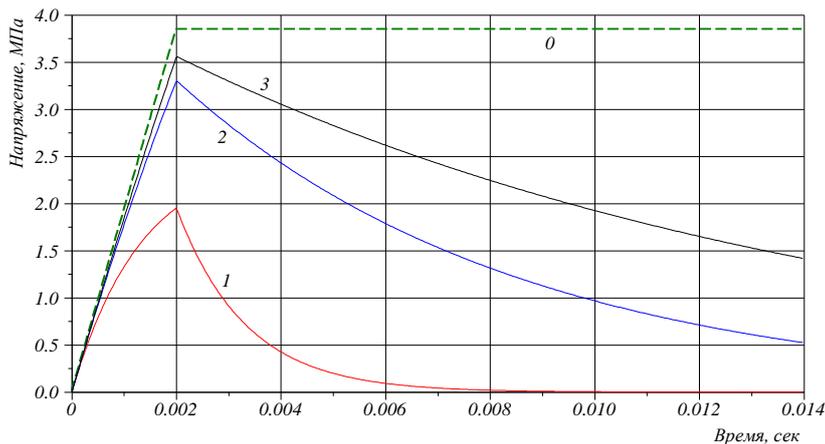


Рис.2. Изменение напряжений по времени.

Кривые на рис.2-3 соответствуют разным значениям динамической вязкости: 0 – упругий закон деформирования (без учета вязкости), 1 – $\mu = 0,1$ МПа·сек; 2 – $\mu = 0,5$ МПа·сек; 3 – $\mu = 1,0$ МПа·сек; 4 – $\mu = 5,0$ МПа·сек; 5 – $\mu = 10,0$ МПа·сек. Как видно из рис. 2, в начальные моменты времени с увеличением коэффициента вязкости увеличивается напряжение, далее при постоянной деформации, т.е. когда скорость деформации равна нулю, напряжение уменьшается со временем.

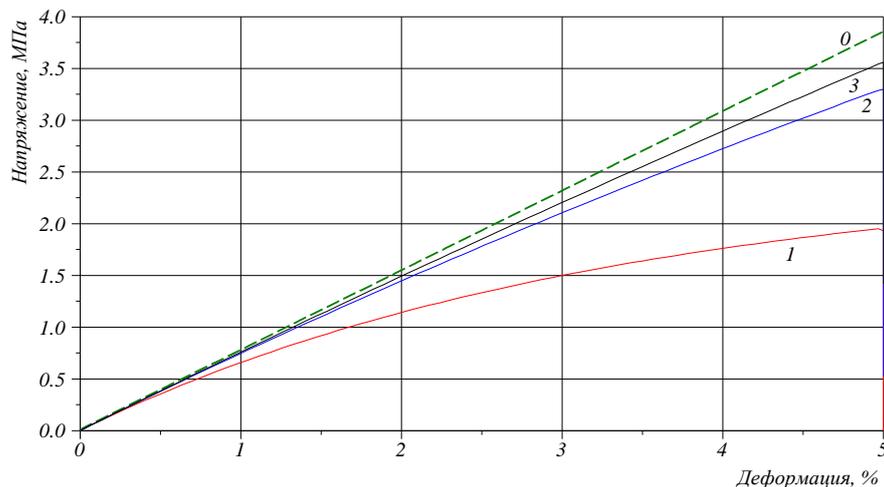


Рис.3. Диаграмма напряжение-деформация модели Максвелла

На рис.5-7 представлены изменения напряжения по времени и диаграмма напряжение-деформация, соответствующее для деформации, приведенной на рис.4.

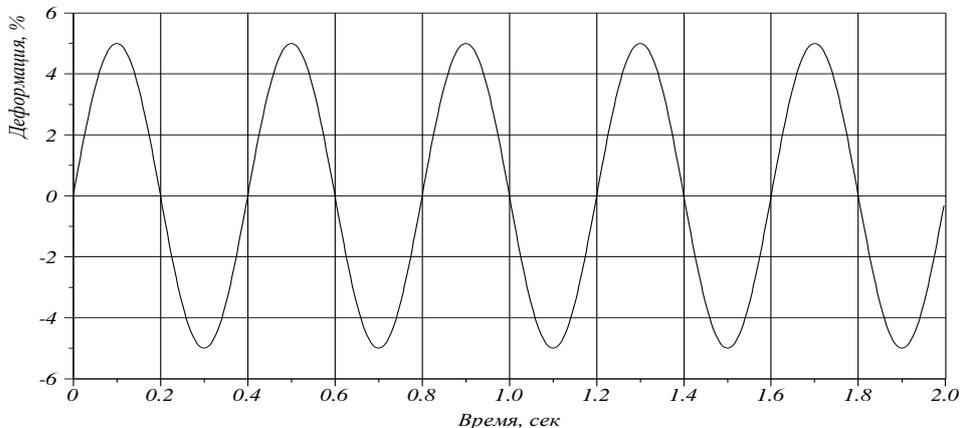


Рис.4. Изменение деформации по времени.

Диаграмма напряжение-деформация модели Максвелла на рис.7. соответствует случаю, когда деформация меняется по времени гармоническому закону с высокой

частотой, в 100 раз увеличенной по сравнению с деформацией, показанной на рис.4. Анализ вязкоупругой деформации материалов в виде модели Максвелла используются для прогнозирования реакции материала при различных условиях нагружения, которые в той или иной мере показывают природу процесса, происходящего в нем.

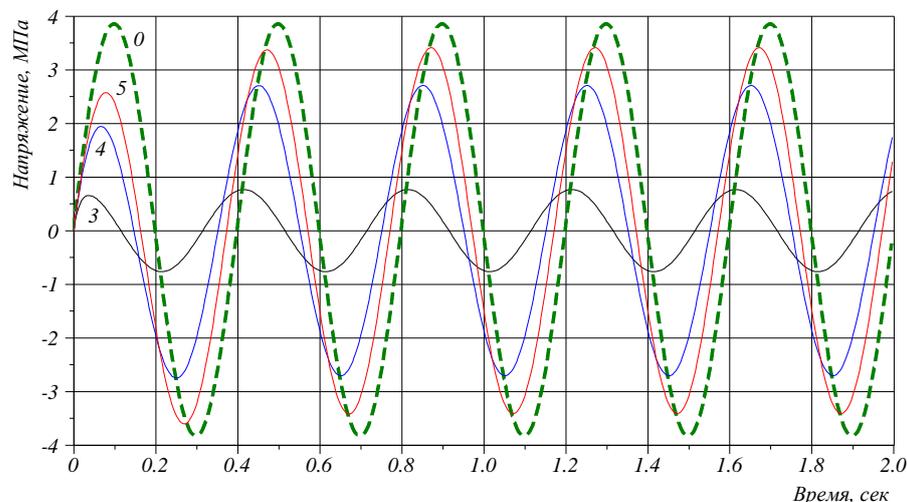


Рис.5. Изменение напряжений по времени.

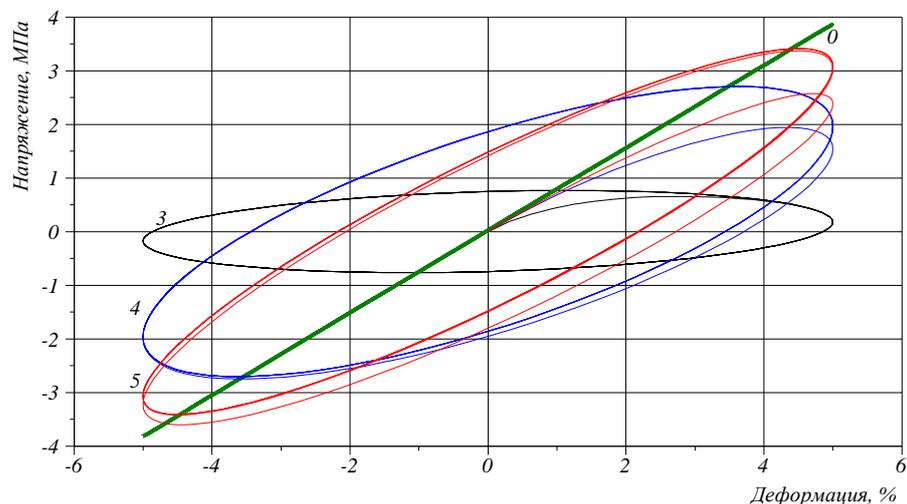


Рис.6 Диаграмма напряжение-деформация модели Максвелла.

На основе приведенных результатов, при заданной плотности, модуле упругости и коэффициенте Пуассона, на рис. 1-7, можно сделать вывод, что при анализе влияния динамической вязкости, с увеличением коэффициента вязкости увеличивается напряжение, а также при постоянной деформации, значение напряжение не остается постоянным.

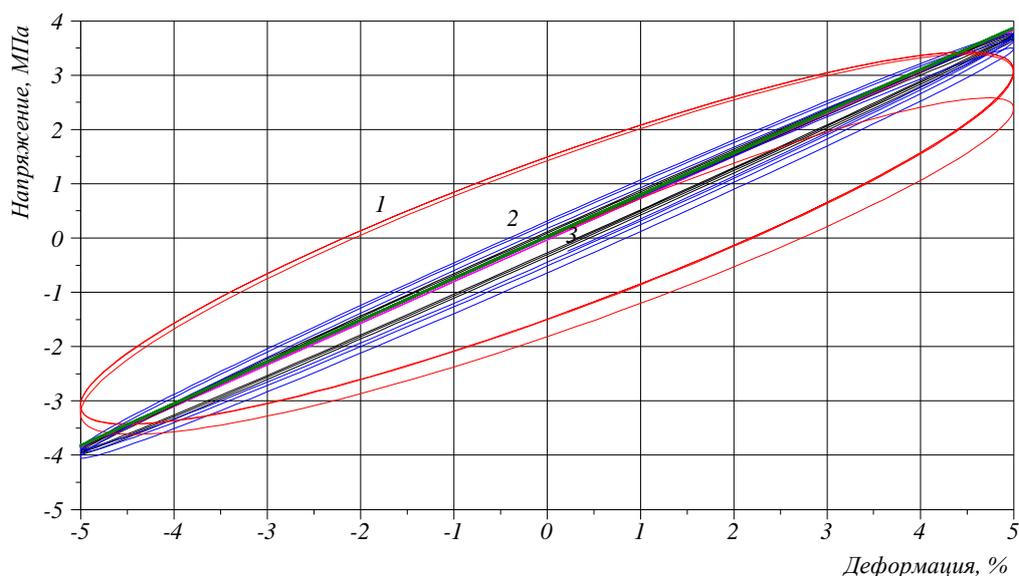


Рис.7 Диаграмма напряжение-деформация модели Максвелла.

Прогнозирование НДС композитных материалов нельзя делать без учета вязкостных свойств материала. Для этого необходимо разрабатывать и развивать новые модели, по определению происходящих в материалах, которые в силу своей сложности, будут включать множество различных параметров. Важное место среди них продолжит занимать вязкость, что было проиллюстрировано в настоящей работе на примере модели Максвелла для вязкоупругого деформирования материалов. При этом более простые, менее полные модели не теряют практического смысла. Область применимости каждой модели необходимо оценивать на основании практического опыта и особенно экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

4Седов Л.И. Механика сплошной среды. – Том I. – М.: Наука, 1983. – 528 с.; Том. II. – М.: Наука, 1984. – 560 с.

5Замышляев Б.В., Евтерев Л.С. Модели динамического деформирования и разрушения грунтовых сред.- Москва: Наука, 1990.- 216 с.

6Бляхов Г.М. Волны в грунтах и пористых многокомпонентных средах.- М.: Наука, 1982. - 238 с.