

Далее рассмотрен вариант модели, учитывающей наличие сил упругости, сил сопротивления движению и сил сухого трения между полом вагона и упаковкой груза. Исходные данные для этого варианта аналогичны предыдущим вариантам модели. Принятое значение коэффициента трения составляет $f = 0,4$. Анализ результатов этого расчета показал, что ускорение груза при наличии мягкой характеристики связи между упаковкой и грузом возрастает незначительно и, достигнув значения $5,1g$, остается почти постоянным при увеличении жесткости крепления упаковки к полу вагона. В соответствии с результатами расчета зависимости ускорения груза от коэффициента сухого трения между полом вагона и упаковкой груза при наличии связей между ними с мягкими характеристиками определено, что ускорение груза возрастает с увеличением значений коэффициента трения. Однако наличие сухого трения приводит к еще более существенному уменьшению ускорения груза, относительно моделей расчета, где этот параметр не учитывался.

Анализ полученных результатов расчётов по всем трем вариантам расчетной модели показал, что наиболее приемлемыми видами крепления грузов в крытом вагоне являются крепления с мягкими характеристиками при показателях степени n от 0,3 до 1,0. При наличии таких креплений ускорения возрастают не так интенсивно, как при более жестких креплениях. Одним из вариантов крепления, обеспечивающих такой вид характеристики связи, являются пневмооболочки.

УДК 629.4.082:536.581

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТИ УТЕЧКИ ТЕПЛА ИЗ ТЕРМОСТАТА ОТ ВНУТРЕННЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

А. А. ЧИКМАРЕВА, В. И. ПОРТНОВ

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Термос – один из наиболее востребованных в пассажирском транспорте бытовых аксессуаров. Поэтому экспериментальное исследование способности термосов сохранять тепло очень актуально. Особенно при огромном количестве различных моделей.

Целью работы являлось экспериментальное подтверждение теории о том, что зависимость утечки тепла из подобной ёмкости от времени нелинейна. В данной работе в качестве теплоизолированного сосуда для горячей воды был взят термос объёмом 1 л.

Работа проходила в следующие этапы:

1) в изолированном помещении включался кондиционер, который непрерывно на протяжении эксперимента поддерживал температуру в комнате постоянной ($+26\text{ }^{\circ}\text{C}$) при относительной влажности воздуха 23 %;

2) термос предварительно нагревался изнутри;

3) нагретая до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ вода заливалась в термос, который плотно закрывался;

4) по истечении заданного времени Δt термостат открывался, и с помощью спиртового термометра измерялась температура воды;

5) эксперимент (начиная с пункта 2) повторялся для другого промежутка времени Δt .

Всего было проведено 16 измерений, в общей сложности занявших одну неделю.

Мы пришли к выводу, что зависимость потока тепла от разницы температур внутри и вне термостата имеет нелинейный характер, причём при малой разнице температур поток тепла заметно уменьшается.

Причины такого уменьшения могут заключаться в следующем:

– уменьшение температуры влечёт за собой уменьшение внутреннего давления, и пробка термоса сильнее прижимается к корпусу;

– уменьшение температуры влечёт за собой снижение вязкости воды, следовательно, конвекция воды внутри термоса ослабевает;

– изменение температуры может приводить к небольшим изменениям физических параметров корпуса, что также может повлиять на его теплопроводность.

По результатам измерений был построен график зависимости температуры воды T внутри термостата от времени t (практические данные представлены на рисунке кружочками, теоретические – линией).

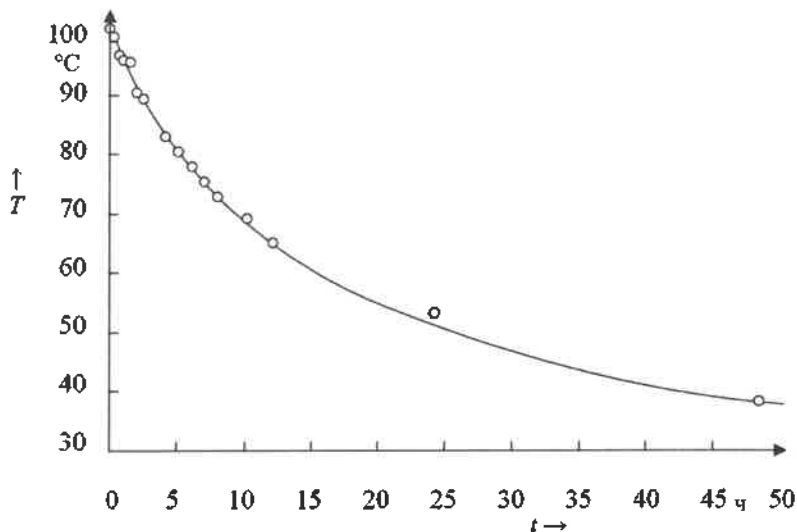


Рисунок 1 – Зависимость температуры воды в термосе от времени

Теоретическое описание эксперимента основывалось на модифицированном законе Фурье для теплопроводности, который в приближении постоянной теплоёмкости имеет вид

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_{\text{комн}}) \left(1 + \frac{(T - T_{\text{комн}})^2}{A^2} \right), \quad (1)$$

где $T_{\text{комн}}$ – температура окружающей среды, k – скорость релаксации температур, имеющая размерность с^{-1} , зависящая от теплопроводности стенок колбы и от теплоёмкости воды; A – параметр нелинейности, равный характерному перепаду температур, при котором надо учитывать нелинейность. Решение уравнения (1) возможно в общем виде:

$$T = T_{\text{комн}} + A \left\{ \exp(2k(t - t_0)) - 1 \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (2)$$

Подбором параметров A , k и t_0 по методу наименьших квадратов удалось получить приемлемое соответствие экспериментальных и теоретических значений. Рассчитанная по этим параметрам (делённая на теплоёмкость термоса) зависимость потока тепла от температуры (т.н. кубическая парабола) приведена на рисунке 2.

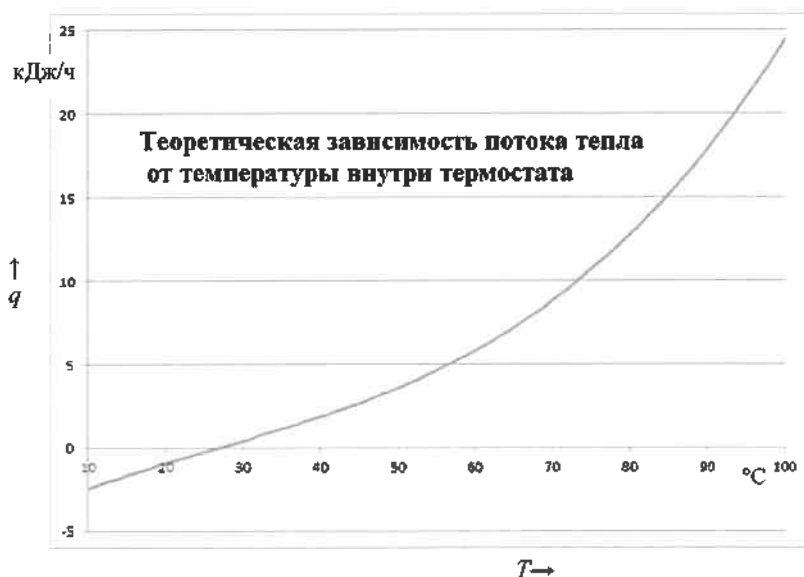


Рисунок 2 – Утечка тепла как функция внутренней температуры

Из вышесказанного следует, что в реальных термосах вода может довольно долго (около 10 часов) оставаться относительно горячей, годной для заварки чая или доширака, однако температура крутого кипятка (~90 °С) держится не больше двух часов, да и то при принятии специальных мер вроде предварительного подогрева термоса. Для преодоления подобных проблем необходимо либо иметь возможность внутреннего электроподогрева, либо пользоваться изоляционными материалами лучшего качества.

Список литературы

1 Калашников, А. С. О характере распространения возмущений в задачах нелинейной теплопроводности с поглощением / А. С. Калашников // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. – 1974. – Т. 14. – № 4. – С. 891–905.

УДК 539.37

МОДЕЛЬ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СЛОИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Е. Н. ШИКУЛА

Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, Украина

При достаточно высоком уровне нагрузок многие композитные материалы, применяемые в судостроении, авиастроении и т.п., проявляют нелинейный характер зависимостей между макронапряжениями и макродеформациями вследствие физически нелинейного деформирования компонентов. Такой вид нелинейности характерен для композитов на основе пластической металлической матрицы, а также на основе полимеров при повышенных температурах.

Однако экспериментальные исследования показывают, что при достаточно высоких температурах нелинейно деформируются также высокомодульные материалы типа стекловолокон. На рисунке 1 приведены графики экспериментальной зависимости напряжения от деформации для органического стекла при различных температурах. Как видим, при температуре 80 °С зависимость между напряжением и деформацией имеет параболический характер. Поэтому представляет интерес исследование физически нелинейного деформирования композитных материалов при нелинейном деформировании как матрицы, так и волокон.

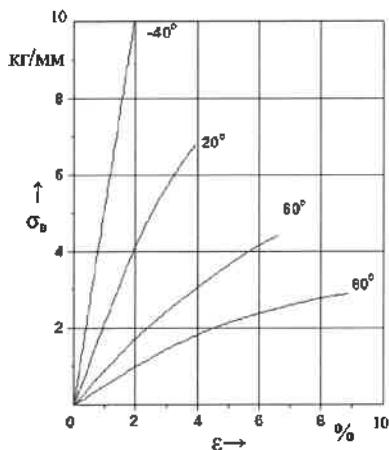


Рисунок 1 – Экспериментальная зависимость напряжения от деформации для органического стекла при различных температурах

Нелинейные волокнистые и слоисто-волокнистые композитные материалы изучались многими авторами. Однако авторы или рассматривали материалы с нелинейной или упругопластической матрицей и упругими волокнами, или применяли упрощенную теорию трансверсально-упругой пластичности. Деформирование волокнистых композитов в случае нелинейного деформирования как связующего, так и волокон было рассмотрено в работах Л. П. Хорошуна, Е. Н. Шикуды. Исследования для слоисто-волокнистого материала с нелинейными компонентами не проводились.

В настоящей работе предложена модель и алгоритм для определения эффективных деформативных свойств и напряженно-деформированного состояния слоисто-волокнистых композитных материалов.

Будем рассматривать слоисто-волокнистые материалы коосуальной намотки, т.е. слоистые материалы, в которых каждый слой представляет собой однонаправленный волокнистый композитный материал, причем возможны два типа слоев с углами ориентации: $\gamma_1 = \gamma$ и $\gamma_2 = \gamma$, при этом объемное содержание слоев с различной ориентацией волокон одинаково, кроме того, одинаковы упругие характеристики и объемные содержания волокон и связующего в слоях с различной ориентацией волокон.