

Министерство образования Российской Федерации  
Волгоградский государственный технический университет  
Межкафедральная лаборатория информационных технологий  
ХТФ  
Кафедра химии и технологии переработки эластомеров

## **РАСЧЕТ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСАДКИ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ**

Методические указания

Волгоград 2001

УДК 678.4

Расчет термической усадки полимерной композиции: Методические указания к лабораторной работе/ Сост. А.Н. Гайдадин, И.П. Петрюк; Волгоград. гос. техн. ун-т.– Волгоград, 2001.– 8 с.

В лабораторной работе описана методика расчета термической усадки полимерной композиции по ее составу с учетом температурного режима переработки и материала оснастки. Методические указания предназначены для студентов по направлению 5508 – «Химическая технология и биотехнология», специальности 2506 – «Химическая технология переработки пластмасс и эластомеров» по курсу "Моделирование процессов переработки полимеров», а также для студентов по магистерской программе 5508-15 – «Технология переработки эластомеров».

Библиограф.: 5 назв.

Рецензент            Г.П. Духанин

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Волгоградского государственного технического университета.

© Волгоградский государственный  
технический университет, 2001

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

Целью настоящей работы является ознакомление с методикой теоретического определения послевулканизационной усадки резиновой смеси, исследование влияния состава полимерной композиции, температурных режимов ее отверждения на термическую усадку материала.

Задачей студента является овладение теоретическими подходами и основными математическими закономерностями, на которых базируется расчет термической усадки полимерного материала; приобретение навыков использования теоретических основ для решения реальных технологических задач с использованием специализированного программного обеспечения.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

После вулканизации эластомерных материалов при охлаждении до комнатной температуры происходит их усадка, то есть размеры готового изделия не совпадают с размерами пресс-формы. Поэтому при проектировании оснастки необходимо учитывать послевулканизационную усадку резины.

Термическая усадка материала связана с разницей коэффициентов теплового расширения между полимером и материалом пресс-формы [1-2]. Это учитывают на практике, используя в расчетах только коэффициенты линейного расширения полимерной композиции и материала пресс-формы.

Для моделирования термической усадки полимерной композиции можно воспользоваться следующей формулой

$$s = (\alpha_p - \alpha_{\text{ф}}) \cdot \Delta T \cdot 100, \quad (1)$$

где  $S$  – степень усадки композиции после вулканизации, в процентах;

$\alpha_p$ ,  $\alpha_{\text{ф}}$  – коэффициенты линейного расширения полимерной композиции и материала пресс-формы соответственно,  $1/\text{K}$ ;

при этом разница температур  $\Delta T$  равна

$$\Delta T = (T_{\text{в}} - T_{\text{о}}) \quad (2)$$

где  $T_{\text{в}}$  – температура вулканизации;

$T_{\text{о}}$  – комнатная температура.

Расчет коэффициента линейного расширения полимерной композиции осуществляется с помощью математической зависимости:

$$\alpha_p = \sum_{i=1}^n \varphi_i \cdot \alpha_i, \quad (3)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент линейного расширения  $i$ -го ингредиента;

$\varphi_i$  – объемное содержание  $i$ -го ингредиента.

Таким образом, используя справочные данные о коэффициентах линейного расширения металлов, из которых изготавливается оснастка, и задавая значение температуры вулканизации (или отверждения) полимерной композиции, по формулам (1)-(2) можно определить степень термической усадки полимерного материала.

В технологической практике усадка может быть рассчитана по формуле [2]

$$s = \Delta T \cdot (\Delta A \cdot K + \Delta F + \Delta H) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $\Delta T$  – разница между температурой вулканизации и комнатной температурой;  $\Delta A$  – разность между коэффициентами расширения каучука и материала пресс-формы;  $K$  – объемная доля каучука и растворимых в ацетоне веществ (ацетонового экстракта);  $\Delta F$  – разность между коэффициентами расширения наполнителей и материала пресс-формы;  $\Delta H$  – разность между коэффициентами расширения растворимых в ацетоне вспомогательных веществ (в основном мягчителей) и каучука.

Сведения о теплофизических характеристиках ингредиентов резиновых смесей, коэффициентах линейного расширения различных металлов, применяемых для изготовления оснастки, содержатся в базе данных компьютерной системы "УСАДКА".

### 3. ХОД РАБОТЫ

1. Получить у преподавателя задание и подготовить исходные данные для расчета.

2. Найти и запустить компьютерную систему «УСАДКА».

3. В режиме расчета ввести состав исследуемой полимерной композиции.

4. Задаться температурой вулканизации и исследовать влияние материала пресс-формы на термическую усадку полимерной композиции. Результаты расчета занести в протокол в таблицу 1.

5. Исследовать влияние температуры переработки (отверждения) на термическую усадку полимерной композиции. Результаты расчета занести в протокол в таблицу 2.

Таблица 1

Влияние температуры на послевулканизационную усадку композиции

Температура вулканизации, °С	Степень усадки, в процентах
130	
140	
150	
160	
170	
180	

Таблица 2

Влияние материала пресс-формы на термическую усадку композиции

Материал пресс-формы	Степень усадки, в процентах
Сталь	
Бронза	
Латунь	
Полиамид	
Фторопласт	

Таблица 3

Влияние содержания наполнителя на термическую усадку композиции

Содержание наполнителя, масс. ч.	Степень усадки, в процентах
0	
50	
100	
150	
200	
250	

6. Задаться температурой вулканизации и материалом пресс-формы, оценить влияние характерных добавок на послевулканизационную усадку композиции. Результаты расчета занести в протокол в таблицы 3 и 4.

Таблица 4

Влияние содержания пластификатора на усадку композиции

Содержание пластификатора, масс.ч.	Степень усадки, в процентах
0	
50	
100	
150	
200	
250	

7. Занести результаты работы в протокол, построить необходимые графические зависимости.

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие моделирования процесса вулканизации, как одного из этапов проектирования изделия.
2. Особенности изменения свойств полимерного материала в результате структурирования.
3. Основные факторы, влияющие на степень послевулканизационной усадки полимерных композитов.
4. Экспериментальные методы определения коэффициента теплового расширения материала.
5. Экспериментальные методы определения степени послевулканизационной усадки полимерной композиции.
6. Преимущества и недостатки экспериментальных и теоретических методов определения термической усадки полимеров.
7. Проектирование оснастки, анализ размеров изделия и пресс-формы в технологической практике (по ГОСТ, справочным материалам).

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гофман В. Вулканизация и вулканизирующие агенты.– Л.: Химия, 1968.– 464 с.
2. Шеин В.С., Шутилин Ю.Ф. Гриб А.П. Основные процессы резинового производства.– Л.: Химия, 1988.– 160 с.
3. Бухина М.Ф. Техническая физика эластомеров.– М.: Химия, 1984.– 224 с.
4. Уплотнения и уплотнительная техника/ Л.А Кондаков, А.И. Голубев, В.В. Гордеев и др.– М.: Машиностроение, 1994.– 448 с.
5. Махлис Ф.А., Федюкин Д.Л. Терминологический справочник по резине.– М.: Химия, 1989.– 398 с.

