

на нем (большая микро- и макроадсорбция). В этом случае пыль менее заметна, но труднее удаляется.

В связи с этим представляется интересным подход к вопросу выбора критерия оценки степени загрязняемости тафтинговых ковров. Возникает вопрос – что лучше: когда ковры быстро загрязняются и на них заметна пыль, которая легко удаляется, или когда ковры медленно загрязняются, пыль незаметна на них, но она более трудно удаляется?

Следует заметить, что ковры первой группы значительно пылят при подметании. Ковры же второй группы пылят меньше и, естественно, меньше загрязняют окружающую среду. Таким образом, с гигиенической точки зрения, ковры второй группы, казалось бы, лучше. Если же оценивать ковры с точки зрения возможности их очистки, то, по-видимому, лучшими являются ковры первой группы. На наш взгляд, тут возможен двоякий подход к рассмотрению этой проблемы. Однако ввиду очевидной спорности этого вопроса и отсутствия конкретных медико-биологических исследований в качестве наиболее верного подхода к выбору критерия степени загрязнения ковров следует считать все же легкость очистки. Такая постановка вопроса нам кажется более правильной. Поэтому мы и предлагаем степень загрязнения тафтинговых ковров оценивать по фактической удельной загрязняемости.

Резюме. Исследована многофакторная зависимость загрязняемости тафтинговых ковров. Установлено, что определяющими факторами загрязняемости ковров являются природа волокон и структура ворса.

Л и т е р а т у р а

1. Меркулова А.И. Электризуемость некоторых материалов, применяемых для одежды, и пути ее снижения. – Автореф. канд. дис. М., 1970.
2. Пиллер Б., Травничек З. Синтетические волокна. Пер. с чеш. М., 1960.

УДК 620.2+536.11

И.А. Конопелько, канд. техн. наук

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ И УСАДКИ МАТЕРИАЛОВ

Расширение и усадка (сжатие) материалов относятся к числу важнейших показателей, от которых зависит качество многих промышленных товаров. Такие материалы, как древесина, неко-

торые виды тканей и кожи способны к набуханию во влажной среде и усадке при сушке. С расширением и усадкой стекла, керамики и металлов связано отклонение изделий от заданных размеров, искажение формы и коробление, появление усадочных раковин, образование трещин. Эти два показателя учитывают при соединении различных деталей в производстве изделий и приборов сложных конструкций. От их величины зависят качество двухслойных материалов, эмалей и глазурей, стеклоизделий с нацветом, прочность клеевых, спаиваемых и свариваемых соединений.

Расширение и усадку материалов обычно выражают величиной относительного изменения линейных размеров или объема образца и вычисляют по формулам:

$$P_l = \frac{l_k - l_n}{l_n}; P_v = \frac{V_k - V_n}{V_n}; y_l = \frac{l_n - l_k}{l_n};$$

$$y_v = \frac{V_n - V_k}{V_n},$$

где P_l , P_v - относительное расширение (линейное и объемное); y_l , y_v - относительная усадка (линейная и объемная); l_n , l_k - линейный размер образца (начальный и конечный); V_n , V_k - объем образца (начальный и конечный).

Следует отметить, что приведенные выше соотношения расширения и усадки материалов носят статический характер, так как они учитывают конкретные постоянные значения конечной величины длины (l_k) и объема (V_k) образца. Для того чтобы придать выражениям расширения и усадки динамичный характер, т.е., говоря языком математики, установить функциональную зависимость, которая отражала бы именно сам процесс усадки, необходимо значения l_k и V_k заменить переменными величинами l и V .

В практике научных исследований часто возникает необходимость выражать расширение или усадку через величину удельной массы, или плотности материала. Для этой цели можно применить следующие формулы:

$$P_l = \sqrt[3]{\frac{\gamma_n}{\gamma}} - 1; P_v = \frac{\gamma_n}{\gamma} - 1; y_l = 1 - \sqrt[3]{\frac{\gamma_n}{\gamma}}; y_v = 1 - \frac{\gamma_n}{\gamma},$$

где γ_n - начальная удельная масса (плотность) материала; γ - переменная величина, выражающая удельную массу материала в любой момент его расширения или усадки.

Приведем различные математические соотношения между линейным и объемным расширением, усадкой материала, длиной, объемом и удельной массой (плотностью) образца:

$$P_1 = \frac{1}{l_n} - 1 = \sqrt[3]{\frac{V}{V_n}} - 1 = \sqrt[3]{\frac{\gamma_n}{\gamma}} - 1 = \sqrt[3]{1 + P_V} - 1;$$

$$P_V = \left(\frac{1}{l_n}\right)^3 - 1 = \frac{V}{V_n} - 1 = \frac{\gamma_n}{\gamma} - 1 = (1 + P_1)^3 - 1;$$

$$y_1 = 1 - \frac{1}{l_n} = 1 - \sqrt[3]{\frac{V}{V_n}} = 1 - \sqrt[3]{\frac{\gamma_n}{\gamma}} = 1 - \sqrt[3]{1 - y_V};$$

$$y_V = 1 - \left(\frac{1}{l_n}\right)^3 = 1 - \frac{V}{V_n} = 1 - \frac{\gamma_n}{\gamma} = 1 - (1 - y_1)^3.$$

Необходимо указать, что в приведенных формулах выражения расширения и усадки через величину удельной массы справедливы лишь в том случае, когда в процессе изменения размерных характеристик образца сохраняется постоянство его массы. Если расширение или усадка сопровождается изменением массы образца, то в соответствующие формулы следует внести поправ-

ки, т.е. вместо $\frac{\gamma_n}{\gamma}$ необходимо проставить величину

$\frac{\gamma_n}{\gamma} (1 - \delta)$, когда имеет место потеря массы, или величину

$\frac{\gamma_n}{\gamma} (1 + \delta)$ в случае увеличения массы. Здесь δ - относи-

тельное значение изменения массы. Действительно, в первом случае при потере массы ($m_n - m$) будем иметь

$$\delta = \frac{m_n - m}{m_n} = 1 - \frac{m}{m_n} = 1 - \frac{V \cdot \gamma}{V_n \cdot \gamma_n}.$$

Таблица 1.

Без изменения массы	При уменьшении массы	При увеличении массы
$P_1 = \sqrt[3]{\frac{\gamma_H}{\gamma}} - 1$	$P_1 = \sqrt[3]{\frac{\gamma_H}{\gamma} (1 - \delta)} - 1$	$P_1 = \sqrt[3]{\frac{\gamma_H}{\gamma} (1 + \delta)} - 1$
$P_v = \frac{\gamma_H}{\gamma} - 1$	$P_v = \frac{\gamma_H}{\gamma} (1 - \delta) - 1$	$P_v = \frac{\gamma_H}{\gamma} (1 + \delta) - 1$
$y_1 = 1 - \sqrt[3]{\frac{\gamma_H}{\gamma}}$	$y_1 = 1 - \sqrt[3]{\frac{\gamma_H}{\gamma} (1 - \delta)}$	$y_1 = 1 - \sqrt[3]{\frac{\gamma_H}{\gamma} (1 + \delta)}$
$y_v = 1 - \frac{\gamma_H}{\gamma}$	$y_v = 1 - \frac{\gamma_H}{\gamma} (1 - \delta)$	$y_v = 1 - \frac{\gamma_H}{\gamma} (1 + \delta)$

Из этого выражения получим

$$\frac{V}{V_H} = \frac{\gamma_H}{\gamma} (1 - \delta).$$

Во втором случае при увеличении массы на $m - m_H$ имеем

$$\delta = \frac{m - m_H}{m_H} = \frac{m}{m_H} - 1 = \frac{V \cdot \gamma}{V_H \cdot \gamma_H} - 1.$$

Откуда
$$\frac{V}{V_H} = \frac{\gamma_H}{\gamma} (1 + \delta).$$

Формулы для вычисления расширения или усадки по значениям плотности (γ) и относительного изменения массы (δ) образца приведены в табл. 1.

Проведем анализ математических выражений расширения и усадки материалов. Рассматривая все разновидности соотношений, нетрудно заметить, что формулы содержат переменные величины, значения которых могут изменяться в различном интервале. Так, можно записать:

а) для случая расширения

$$0 \leq P \leq \infty; 1 \leq l \leq \infty; V_H \leq V \leq \infty; \gamma_H \geq \gamma \geq 0;$$

б) при усадке

$$0 \leq y \leq 1; 1 \geq l \geq 0; V_H \geq V \geq 0; \gamma_H \leq \gamma \leq \infty.$$

Однако указанные условия по граничным значениям переменных величин (P , y , l , V и γ) не отвечают действительности, так как процессы расширения и усадки материалов протекают лишь до определенного момента, при котором величины длины, объема и удельной массы образца принимают предельно воз-

возможные значения. Например, конечной точкой расширения неорганических твердых тел при нагревании можно считать температуру их разложения или плавления; усадка керамики при ее обжиге может принимать конечное значение, соответствующее в идеальном случае абсолютно плотному состоянию.

Предельно возможные конечные значения величин расширения (P_k), усадки (Y_k), длины (l_k), объема (V_k) и удельной массы (γ_k) образца можно учесть, если процесс расширения или усадки выразить в виде уравнений пропорциональных отрезков. Вывод уравнений пропорциональных отрезков рассмотрим на примере линейной усадки, реально отвечающей условию: $0 \leq Y \leq Y_k$; $l_n \geq l \geq l_k$. Для этого изобразим область изменения переменных величин усадки (Y) и длины образца (l) на числовых осях:



Выражая каждую величину в виде отношения отрезков, на которые разделяется область изменения переменных Y и l , получим

$$\frac{Y}{Y_k - Y} = \frac{l_n - l}{l_n - l_k} \quad \text{или} \quad \frac{Y}{Y_k} = \frac{l_n - l}{l_n - l_k}.$$

Это уравнение и подобное ему уравнение расширения являются справедливыми для анализа процессов усадки или расширения материалов, так как они согласуются с реальными условиями по граничным значениям переменных величин.

Резюме. Систематизированы формулы, устанавливающие взаимосвязь между линейным и объемным расширением или усадкой материалов по показателям размерных характеристик и плотности испытуемого образца с учетом возможного изменения его массы.

УДК 666.75

Л.В. Крюк, канд. техн. наук

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПЕСКА И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В создании материально-технической базы и в успешном выполнении намеченных планов большая роль отводится строительной индустрии. В жилищном, промышленном и административном