

Аналогичные результаты были получены при исследовании указанной системы на специальном стенде. Вместо волновода к штоку поршня крепилась масса  $m=9$  кг, которая периодически нагружалась с помощью кулачкового механизма. В пределах изменения скорости нагружения от 0,0015 м/сек до 0,013 м/сек коэффициент рассеяния, определяемый по динамической петле гистерезиса как

$$\Psi = \frac{4\Delta W}{W}, \quad (4)$$

где  $\Delta W$  — энергия, рассеиваемая за четверть цикла,

$W$  — максимально запасенная энергия, уменьшился (кривая «в», рис. 2), при этом огибающая амплитуд затухающих колебаний приближается к экспоненциальному виду.

В результате можно прийти к выводу, что сыпучий металлический наполнитель лучше всего использовать как демпфирующий элемент, который воспринимает только часть постоянно действующей нагрузки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов В. Ф., Резников И. Г., Чирьев В. И. Применение тросовых амортизаторов для гашения импульсов отдачи в бурильных машинах. «Горный журнал», 1972, № 2.
2. Вялышев А. И., Тартановский Б. Д. О колебаниях систем с большими потерями. В кн.: Колебания, излучение и демпфирование упругих структур. М., «Наука», 1973.
3. Халфман Р. Л. Динамика, М., «Наука», 1972.

Д. Ф. Пичугин, В. А. Борисов, Н. Д. Войтех

#### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА МР

При проектировании машиностроительных деталей часто приходится учитывать следующие физические свойства материалов: теплопроводность, теплоемкость и температурное расширение.

Результаты исследования теплопроводности материала МР были опубликованы в работе [1], где отмечалось, что теплопроводность материала МР существенно меньше теплопроводности материала проволоки (примерно в 50—100 раз), однако в несколько раз больше теплопроводности пластмасс. Поэтому

му армируя пластики материалом МР, можно получить композицию с увеличенным коэффициентом теплопроводности.

Теплоемкость материала МР экспериментально не исследовалась. Можно предположить, что она складывается из теплоемкости проволоки и теплоемкости среды, заполняющей поры. Пренебрегая массой этой среды, получим, что коэффициент теплоемкости МР равен

$$c = \frac{c_m(1 - \Pi) \rho_m + c_{cp} \Pi \rho_{cp}}{\rho_m(1 - \Pi)}$$

где  $c_m$ ,  $c_{cp}$  — коэффициенты теплоемкости металла проволоки и среды, а  $\rho_m$ ,  $\rho_{cp}$  — их плотности, соответственно;

$\Pi$  — пористость материала МР.

Поскольку обычно  $c_{cp} > c_m$ , теплоемкость МР в большой степени зависит от его пористости.

При нагреве деталей из МР происходит температурное увеличение диаметра и длины проволоки, из которой образован материал. Однако влияние этого расширения на размеры деталей аналитически определить трудно. Необходимо учитывать, что часть витков проволоки не касается друг друга и может в некоторых пределах беспрепятственно расширяться. Кроме того, можно ожидать, что величина коэффициента температурного расширения для МР будет зависеть от направления прессования, которое определяет преимущественную ориентацию витков. В связи с этим было проведено экспериментальное исследование коэффициента температурного расширения материала МР.

Для исследования были взяты цилиндрические образцы, прессованные в осевом направлении, с отношением высоты к диаметру, равным единице. Они были изготовлены из проволоки 1Х18Н9Т диаметром 0,2 мм. Плотность образцов составляла 2,2 г/см<sup>3</sup>.

Необходимо отметить, что при намотке спирали и прессовании образцов в проволоке появляются неравномерные по сечению остаточные напряжения. Вследствие этого при нагреве происходит коробле-

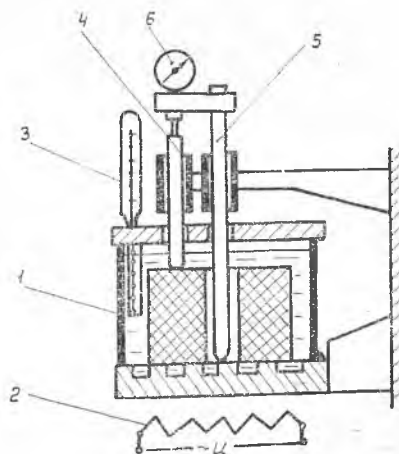


Рис. 1. Установка для исследования температурного расширения образцов из МР:

1 — сосуд с жидкостью, 2 — электронная нагревательная спираль; 3 — термометр, 4 — измерительный стержень, 5 — компенсирующий стержень, 6 — индикатор перемещения

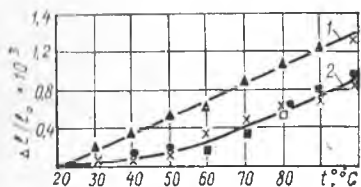


Рис. 2. Зависимость относительного удлинения образцов от температуры:

1 — сплошной образец из стали 1X18H9T, 2 — образец из МР, проволока 1X18H9T диаметром 0,2 мм

ние проволоки, и образец деформируется, особенно в направлении прессования. Поэтому до эксперимента образцы термостабилизировались при температуре 400°C в течение 8 часов.

Экспериментальная установка (рис. 1) состояла из сосуда с жидкостью, в которой производился нагрев образцов, электронагревателя, системы измерения тепловых расширений и образцового ртутного термометра со шкалой 0—150°C.

Нагрев в жидкости обеспечивал одинаковую температуру витков проволоки по всему образцу.

Измерение теплового расширения образца выполнялось методом сравнения. Система измерения состояла из двух стержней (измерительного и компенсирующего) и микронного индикатора. Измерительный стержень опирался на верхнюю часть образца, а компенсирующий — на дно сосуда. При увеличении температуры образец удлинялся и перемещал измерительный стержень вверх. Компенсирующий стержень также удлинялся, а индикатор показывал разность тепловых удлинений компенсирующего стержня и системы «образец — измерительный стержень».

Оба стержня были изготовлены из фарфора, имеющего коэффициент температурного расширения  $\alpha = 3 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ , и находились в одинаковых условиях. Поэтому при известной длине образца показания индикатора позволяют вычислить температурное удлинение.

Для контроля установки были измерены температурные коэффициенты расширения у контрольных образцов из меди М1 и стали 1X18H9T. Результаты, полученные при этом, отличались от табличных не более чем на 4%.

Исследование температурного расширения образцов из МР проводилось как в направлении прессования, так и в перпендикулярном ему направлении. Удлинение образцов измерялось в пределах от 20°C до 100°C через каждые 10°C. Результаты испытаний представлялись в виде зависимости относительного удлинения от температуры (рис. 2). Как видно из рисунка, коэффициент температурного расширения МР зависит от температуры. Однако начиная с  $t = 60^\circ\text{C}$  тепловое расширение образцов приближалось к линейному, а величина температурного коэффициента расширения — к его значению для материала проволоки. Можно предположить, что малое расширение материала в начале нагрева связано с выбором зазоров между витками проволоки.

Средние значения коэффициентов температурного расширения для трех интервалов температуры были равны

температурный интервал определяемый коэфф.	20—60°C	60—100°C	20—100°C
$\alpha_x^* 10^6 1/^\circ\text{C}$	6,0	12,0	9,0
$\alpha_r^* 10^6 1/^\circ\text{C}$	4,8	12,6	8,8

Здесь  $\alpha_x$  и  $\alpha_r$  — коэффициенты температурного расширения образцов в осевом и радиальном направлениях.

Из приведенных результатов видно, что для исследованных образцов значения коэффициентов температурного расширения в направлении прессования и в перпендикулярном ему направлении близки по значению.

#### ЛИТЕРАТУРА

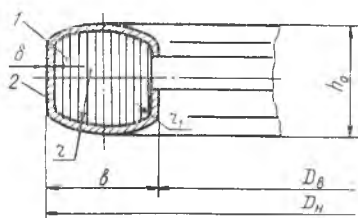
1. Пичугин Д. Ф., Надеждин Г. Н., Борисов В. А. О возможности применения композиции МР+Ф—4 в подвижных уплотнениях. Труды КуАИ, вып. 30, 1967.

В. А. Борисов, Д. Ф. Пичугин

#### РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ПРОКЛАДОК С НАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ МР

Прокладки с наполнителем из МР (рис. 1) применяются в уплотнениях неподвижных соединений гидравлических агрегатов и трубопроводов. Они позволяют обеспечить герметичность соединений при меньших нагрузках по сравнению со сплошными металлическими прокладками. Кроме того они могут работать в более широком интервале температур, чем прокладки из полимерных материалов [1].

При расчете соединений с прокладками необходимо знать коэффициент жесткости прокладок. В связи с нелинейной зависимостью деформации прокладки от нагрузки в настоящей работе приводится приближенный способ расчета ко-



$$\alpha = (1-1,5)\delta$$

Рис. 1