

При выполнении указанных рекомендаций по выбору геометрии прокладки и плотности МР расчет дает удовлетворительные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов В. А., Пичугин Д. Ф. Некоторые исследования уплотнительных колец с упругим элементом из материала МР в металлической оболочке. Труды КуАИ, вып. XXX, 1967.
2. Борисов В. А. Деформация уплотнительного кольца с упругим элементом из МР, заключенным в металлическую оболочку. Труды КуАИ, вып. 36, 1969.
3. Борисов В. А. Выбор эмпирической формулы для описания деформации сжатия материала МР. КуАИ, материалы научно-технической конференции, 1972.

Э. А. Маркин

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГУММИРОВАНИЯ МР ЭЛАСТИЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Современная техника предъявляет уплотнительным материалам высокие эксплуатационные требования. Необходимы резиновые уплотнительные детали, способные длительно работать в агрессивных средах при температуре от -60°C до $+300^{\circ}\text{C}$. Однако резины даже на основе лучших современных теплостойких каучуков при температуре около 300°C становятся весьма пластичными, а при -60°C — очень жесткими. Для лучшего сохранения механических свойств резиновых уплотнителей в указанном диапазоне температур было предложено использовать каркасы из материала МР.

В настоящей работе описаны технологические приемы изготовления уплотнений из каркасов МР, гуммированных (обложенных) резиновой смесью при вулканизации. При этом пропитка МР резиной по всему объему не допускалась, так как было установлено, что это ведет к снижению упругости. Резинометаллические детали, состоящие из каркаса МР, гуммированного резиной, в дальнейшем называются комбинированными деталями или просто КД.

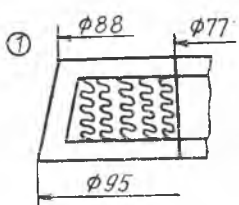
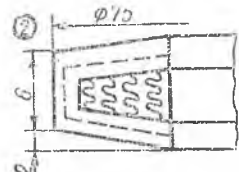
По своим механическим и эксплуатационным свойствам (табл. 1) для изготовления уплотнений с каркасом пригодны серийные марки резины ИРП-1285, ИРП-1287 на основе теплостойких каучуков СКТВ и СКФ-26. К недостаткам остальных марок резины следует отнести их пониженную морозостойкость, большую усадку, склонность к преждевременной подвулканизации, низкую когезионную прочность. Резину ИРП-1287 рекомендовано применять для комбинированных уплотнений, рабо-

Теплостойкость и термостойкость возможных материалов для сочетания с каркасом из МР

Материал	Максимальная рабочая температура °С	Предельная температура °С			Серийные марки материалов
		25000 час.	2000 час.	200 час.	
Войтан А Фтороэластомеры Кельф	320 250	130 ÷ 170	180 ÷ 200	200 ÷ 250	ИРП-1287, ВР-10, ИРП-1144, ИРП-1225, ИРП-1316, ВР-7, ВР-6
Сулоксановые эластомеры	205—315	130 ÷ 180	180 ÷ 200	200 ÷ 280	ИРП-1285, ИРП-1338, ИРП-1266
Полимеры фторированных углеводородов		150 ÷ 220	250	230 ÷ 300	Ф-4
Полиимиды		180 ÷ 240	200 ÷ 250	300 ÷ 350	
Полиамиды			150 ÷ 180		

Таблица 2

Конструкция комбинированных уплотнений и условия испытания

Конструкция	Резина	Условия испытания	Результаты испытаний
	ИРП-1285	Воздух — $-60^{\circ} \div +280^{\circ}\text{C}$ $P = 0,9 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	12 циклов изменения температуры (60 час) С сохранением герметичности при 280°C Резиновое уплотнение позволяет 2 цикла (10 часов)
	ИРП-1287 В резину закладывалась ткань фенилон	Нафтил, $-60^{\circ} \div +250^{\circ}\text{C}$ $P = 10 \div 150 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	

Примечание: В обоих случаях каркас уплотнения изготовлялся из проволоки ЭИ-708 диаметром 0,69 мм, диаметр спирали 1,05 мм.

тающих в диапазоне температур от -20° до $+250^{\circ}\text{C}$ в жидкой среде, а резину ИРП-1285 — от -55° до $+300^{\circ}\text{C}$ на воздухе.

Одной из ответственных характеристик уплотнительных материалов является накопление относительной остаточной деформации при сжатии на 20%. Для выбора параметров каркаса из МР, обеспечивающего минимальную остаточную деформацию, было проведено специальное исследование. При этом использовались образцы из МР в виде цилиндров 10×10 мм и кубиков $10 \times 10 \times 10$ мм из проволоки 1Х18Н9Т и ЭИ-708. Для получения заготовки спираль наматывалась на иглу способом, предложенным КуАИ. Прессование заготовок производилось до получения плотности МР, равной 1,28, 1,92 и 2,56 г/см³. На кубических образцах изучалась зависимость остаточной деформации от направления деформации при сжатии. Оказалось, что наименьшая остаточная деформация наблюдается при сжатии в направлении прессования образцов.

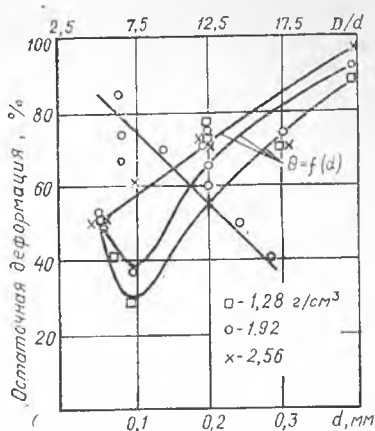


Рис. 1

Зависимость остаточной деформации образцов МР при сжатии на 20% и длительной выдержке при высокой температуре от диаметра проволоки d и отношения диаметра спирали D к диаметру проволоки показана на рис. 1. Из рисунка видно, что минимальное накопление остаточной деформации при сжатии наблюдается при $d \approx 0,1$ мм, и оно уменьшается с увеличением D/d .

Некоторые данные о конструкции комбинированных уплотнений и условиях их испытания приведены в табл. 2.

Нанесение резинового слоя на каркас может быть осуществлено методом горячего крепления, когда смесь прикрепляется к металлу в процессе ее вулканизации, и методом холодного крепления, не связанного с вулканизацией обкладки. В этом случае вулканизированная резина прикрепляется к металлу при помощи соответствующих адгезинов. Метод горячего крепления наиболее целесообразен, поскольку он обеспечивает наибольшую прочность между обкладкой и каркасом МР при высоких температурах, уже критических для адгезива. При гуммировании каркаса МР адгезивы вообще можно не применять, так как имеется механическое сцепление — механическая адгезия [1], связанная с проникновением резины в промежутки между проволочками и затвердеванием ее там. Производственный опыт показал, что глубина проникновения резины в межпроволочное

пространство МР зависит от его структуры, диаметра проволоки, пластичности разогретой и жесткости холодной смеси и, главным образом, от плотности и жесткости спрессованного каркаса. Так, например, резина ИРП-1285 к каркасу МР крепится только с помощью механической адгезии. Адгезия резины ИРП-1287 может быть механической и химической природы.

Для жестких условий эксплуатации комбинированных уплотнений применялась многослойная обкладка из резиновой смеси и теплостойких тканей (стеклоткань, фениловые волокна и др.). Приклейка последних достигалась применением специальных адгезивов.

Изготовление комбинированных уплотнений проводилось в несколько стадий. Основные из них: намотка спирали и формирование (прессование) каркаса из МР, сборка заготовки из каркаса и листов эластомера, вулканизация заготовки в пресс-форме специальной конструкции.

Для увеличения податливости каркаса при осевом сжатии намотку спирали выполняли на специальной оправке со спицами. Спицы вставлялись в сквозные отверстия, просверленные по окружности на торцевой поверхности оправки. При намотке растянутые спирали цеплялись за спицы и располагались под углом 45° . Под таким углом наносилось до 80% спиралей от общего веса заготовки, остальное количество наматывалось под углом 180° без использования спиц.

Прессование каркаса из МР необходимой плотности производили в пресс-формах плунжерного типа. Затем каркас обкладывался листами эластомера, и полученная заготовка вулканизировалась в специальной пресс-форме.

При вулканизации, в частности при термостатировании, использовались температуры близкие или равные температурам эксплуатации КД. Режимы вулканизации выбирали так, чтобы обеспечить наиболее равномерную степень вулканизации и оптимальные свойства (особенно эластичность) на всех участках комбинированного уплотнения, КД с резиной ИРП-1287 вулканизировались 20 мин при 150° , термостатировались на воздухе 24 часа при 200° и 24 часа при 250° . КД с резиной ИРП-1285 вулканизировались 20 мин при 150° и термостатировались 6 часов при 300°C . При этом до начала вулканизации в индукционный период обеспечивали давление прессования, при котором изделие принимало форму гнезда пресс-формы. Для получения плотных резиновых обкладок без прорезания их проволокой перед окончательным смыканием плунжеров пресс-формы производилась предварительная подвулканизация резины.

В начальный период между слоями резиновой обкладки, а также в самом каркасе находился воздух, который при вулканизации вытеснялся по мере заполнения гнезда пресс-формы резиной. Обычно воздух препятствует прохождению тепла, однако

свободный объем МР, заполненный воздухом, не влиял на продолжительность вулканизации, поэтому вулканизацию КД можно осуществлять согласно ТУ на резину.

Для изготовления КД необходимы специальные пресс-формы, было опробовано несколько видов их. Наиболее удобными оказались пресс-формы плунжерного типа, подобные пресс-формам для прессования кольцевых каркасов из МР, но отличающиеся сборным сердечником. Сердечник состоит из диска и двух тарелок для прижатия краев заготовок к торцовым поверхностям диска. Диск и тарелки стягиваются в центре болтом с гайкой.

Сборка заготовки проводилась в следующей последовательности: на диск надевался каркас из МР, поверх его наматывались полоски резиновой смеси, концы их заделывали впахлест или встык. Края заготовки подбирались под тарелки, вставлялся центральный болт, и затягивалась гайка. Сердечник с заготовкой помещался в пресс-форму между двумя плунжерами. Начинаясь вулканизация.

Давление при вулканизации КД составляло 20—40 $\frac{\text{дан}}{\text{см}^2}$. Сближение плунжеров под действием усилия пресса происходило до тех пор, пока они не упирались в специальные рубящие кромки диска. В дальнейшем большое значение имело термическое расширение резиновой смеси, под влиянием которого формировалась окончательная поверхность уплотнения. После вулканизации изделие извлекалось из пресс-формы. Затем следовали «отдых» при нормальных условиях и термостатирование на оправке.

После вулканизации наблюдалась усадка комбинированного уплотнения на 3—12% по диаметру. Величина усадки в основном зависела от способа намотки спирали и плотности каркаса МР. Кроме этого она зависела от состава резиновой смеси и конфигурации детали. При конструировании пресс-формы усадку необходимо учитывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Латор Дымтер. Клеевые вещества для пластиков. «Легкая индустрия», 1970.

Б. А. Герасименко, Н. А. Гордеев

УПРУГИЕ И ДЕМПФИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПРИБОРНЫХ АМОРТИЗАТОРАХ (обзор по патентам США)

Задача эффективной защиты приборов и устройств от воздействия динамических нагрузок, возникающих в условиях эксплуатации различных транспортных средств, является сложной проблемой современной техники.