

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 678.01:53

**ОБ ОЦЕНКЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ РЕЗИН ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ,  
РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И БОЛЬШИХ  
ДЕФОРМАЦИЙ**

**B. E. Гуль, P. L. Вольченко**

Для оценки морозостойкости резин в настоящее время широко применяются различные методы: определение температуры хрупкости при ударном нагружении [1], определение коэффициента морозостойкости, либо коэффициента возрастания жесткости [2], определение температуры стеклования: дилатометрический [3], на весах Каргина [4], на приборе Марея [5].

Однако все перечисленные методы не позволяют достаточно полно характеризовать поведение резин для изделий, работающих в условиях низких температур и больших деформаций, например радиоизондовые оболочки, во-первых, вследствие того, что эти методы предусматривают деформацию испытуемого образца значительно меньшую той, которая развивается в условиях эксплуатации, во-вторых, скорости деформирования при испытаниях также не соответствуют условиям эксплуатации.

В методах определения температуры стеклования [3—5] скорости нагружения очень малы.

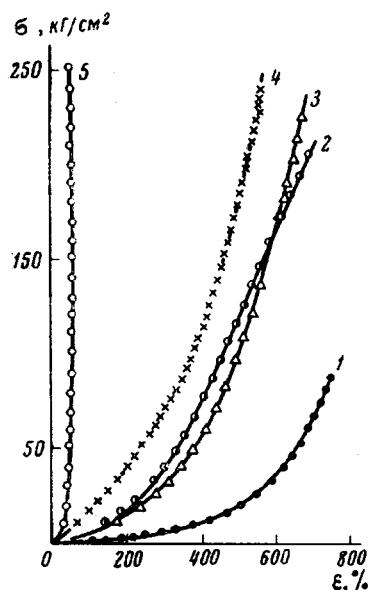


Рис. 1. Зависимость деформации  $\epsilon$  от напряжения  $\sigma$  пленок при температурах ( $^{\circ}\text{C}$ ):

1 — 20, 2 — 0, 3 — —20, 4 — —30,  
5 — —40

В методе определения температуры хрупкости [1] скорость нагружения очень велика. При определении коэффициента морозостойкости [2] скорость деформации не регламентирована.

Более полную информацию о механическом поведении материала при низких температурах и больших деформациях дают изотермы деформаций.

На рис. 1 представлены изотермы деформаций пленок из хлороцренового латекса Л-7\*. Из данных следует, что с понижением температуры сопротивление разрыву

\* Изотермы деформаций определяли с помощью разрывной машины, снабженной криокамерой, при скорости перемещения подвижного зажима 250 мм/мин.

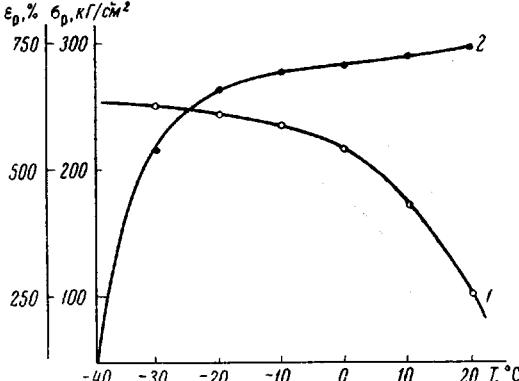


Рис. 2. Зависимость  $\sigma_p$  (1) и  $\epsilon_p$  (2) пленок от температуры

$(\sigma_p)$  растет, а относительное удлинение при разрыве  $\varepsilon_p$  падает. На рис. 2 показаны зависимости этих показателей от температуры. Полученные зависимости интересны в том отношении, что с понижением температуры  $\sigma_p$  растет (а  $\varepsilon_p$  — уменьшается) монотонно: сначала быстро, затем медленнее и, наконец, скорость изменения  $\sigma_p$  и  $\varepsilon_p$  становится равной нулю.

Рациональному выбору метода оценки морозостойкости резин соответствует определение такой характеристики материала, изменение которой с понижением температуры сверх допустимой величины делает этот материал непригодным для эксплуатации. Такой характеристикой может быть, например, модуль эластичности. Тогда можно определить (при данном режиме деформации) температуру, при кото-

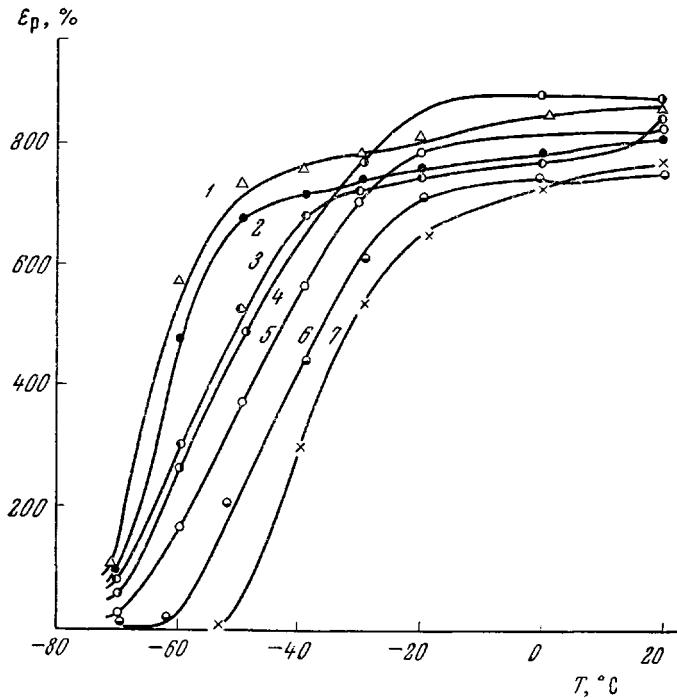


Рис. 3. Зависимость  $\varepsilon_p$  пленок, содержащих различные пластификаторы, от температуры

1 — дибутилсебацинат; 2 — ди-2-этилгексиладипинат; 3 — масло № 2; 4 — ди-2-этилгексилсебацинат; 5 — дистилленгликольбензоат; 6 — веретенное масло;  
7 — пленка без пластификатора

рой деформируемость материала достигает предельно низкого допустимого значения. С этой целью по данным, представленным на рис. 1, можно построить зависимость модуля ( $E_{100}$  или  $E_{200}$  или  $E_n$ ) от температуры. Из полученного графика нетрудно будет оценить, при какой температуре значение модуля достигает предельно высокого допустимого по условиям деформации значения.

Аналогичные рассуждения остаются в силе, когда лимитирующей оказывается не просто потеря деформируемости эластомера, а предельное значение деформации, развивающейся перед разрывом. Такие условия характерны для эксплуатации радиозондовых оболочек.

При их полете в свободной атмосфере в условиях низких температур происходит деформация материала, причем эта деформация должна быть значительной, чтобы обеспечить заданную высоту полета оболочек. Вследствие низкой морозостойкости хлоропренового латекса полимер пластифицируют различными химическими соединениями. Обычно в качестве пластификаторов применяют два класса химических соединений: сложные эфиры жирных кислот и нефтепродукты.

На рис. 3 представлены зависимости величин относительного удлинения при разрыве от температуры, полученные из изотерм деформаций для пленок из исходного латекса и пластифицированных пленок из того же латекса\*. Рассмотрим примене-

\* Пластификаторы вводили в серийный латекс Л-7 в виде эмульсии в количестве 30 вес. ч. на 100 вес. ч. каучука. Состав эмульсии (вес. ч.): пластификатор — 100, олеиновая кислота — 4, триэтаноламин — 2, вода — 30. Пленки получали методом ионного отложения (фиксатор — 20%-ный водный раствор хлористого кальция, загущенный каолином). Вулканизацию проводили при 130°/60 мин.

ние метода изотерм деформаций на примере радиозондовых оболочек. Предположим, что достижение определенной высоты подъема радиозондовой оболочки возможно в том случае, если материал оболочки деформируется на 700 %.

При пересечении этой линии с кривыми зависимости относительного удлинения при разрыве от температуры можно получить допустимую минимальную температуру, при которой еще обеспечиваются эксплуатационные качества оболочек ( $T_{\min}$ ), т. е. морозостойкость.

В таблице даны значения  $T_{\min}$  исследованных пленок.

**Морозостойкость ( $T_{\min}$ ) исходной и пластифицированных пленок из хлоропренового латекса**

Наименование пластификатора	$T_{\min}$ , °С	Наименование пластификатора	$T_{\min}$ , °С
Дибутилсебацинат	-51	Диэтиленгликольбензоат	-30
Ди-2-этилгексиладипинат	-47	Веретенное масло	-21
Эфир на основе пентаэритрита (масло № 2)	-36	Л-7 без пластификатора	-10
Ди-2-этилгексилсебацинат	-35		

Из представленных на рис. 3 и в таблице данных следует, что наиболее эффективными из исследованных пластификаторов являются дибутилсебацинат и ди-2-этилгексиладипинат. Следовательно, пользуясь разработанной методикой, можно для каждого конкретного изделия, например для оболочек разных размеров и различных высот подъема, подобрать оптимальный пластификатор, обеспечивающий в заданных температурных условиях необходимую величину деформации.

Таким образом, оценку морозостойкости резин для изделий, работающих в условиях низких температур и больших деформаций, необходимо производить по изотермам деформаций с определением минимальной температуры, при которой сохраняются еще эксплуатационные качества ( $T_{\min}$ ).

#### Выводы

1. Разработан метод оценки морозостойкости резиновых изделий, работающих в условиях низких температур и больших деформаций.
2. В качестве показателя, характеризующего морозостойкость, предложена температура, обеспечивающая требуемые разрывные удлинения.
3. Метод проверен на пленках из хлоропренового латекса найрита Л-7, пластифицированных различными пластификаторами.

Научно-исследовательский институт  
резиновых и латексных изделий  
Московский технологический институт  
мясной и молочной промышленности

Поступила в редакцию  
31 VIII 1966

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Резина. Методы испытаний, 1964, ГОСТ 7912-56.
2. Там же, ГОСТ 408-58.
3. Г. М. Бартенев, В. Н. Гарцман, Авт. свид. 126 651, 1959; Бюлл. изобретений, 1960, № 5.
4. В. А. Кагин, Г. Л. Слонимский, Ж. физ. химии, 22, 568, 1948.
5. А. И. Марей, VII конференция по высокомолекулярным соединениям, Изд-во АН СССР, 1952, стр. 275.

#### ABOUT ESTIMATION OF FREEZE-RESISTANCE OF RUBBERS FOR ARTICLES WORKING AT LOW TEMPERATURES AND HIGH DEFORMATIONS

*V. E. Gul', R. L. Vol'chenko*

#### Summary

Different methods of estimations of freeze-resistance of polymer materials are compared. Material destined for rubber radio-probe is tested by method of deformation isotherms. Dependences of relative ultimate elongations on temperature are plotted. Assuming value of limit elongation achieved at certain height of lifting minimum working temperatures have been graphically found. Inference about application of method of deformation isotherms for estimation of freeze-resistance of rubber used at low temperatures and high deformations is discussed.