

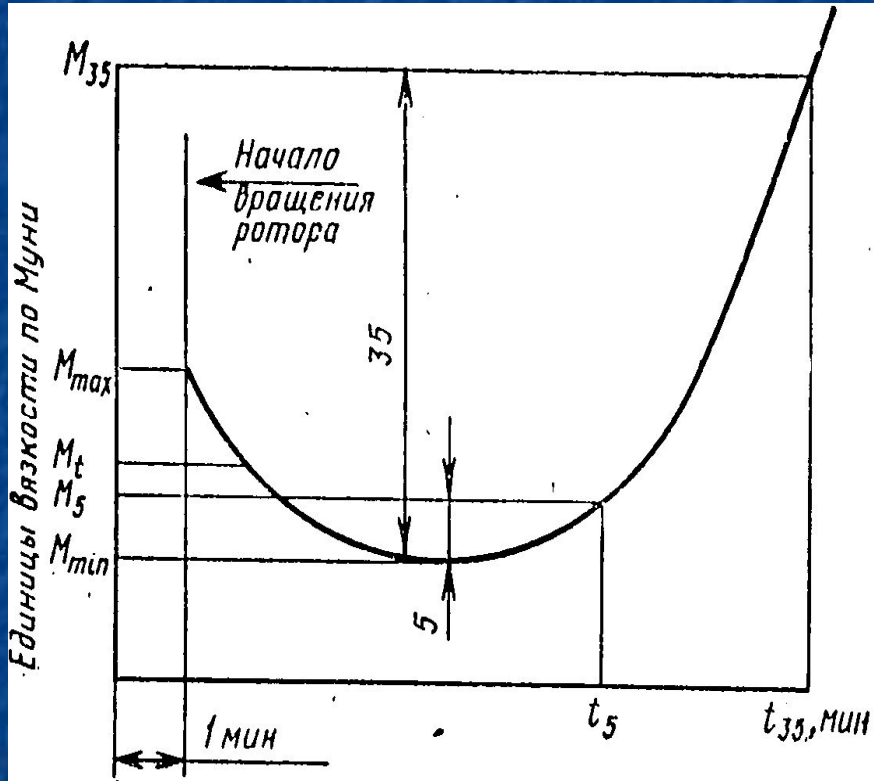
**МЕТОДЫ ФИЗИКО-
МЕХАНИЧЕСКИХ
ИСПЫТАНИЙ КАУЧУКОВ,
РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ,
ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Содержание

- Методы определения вязкости и способности к преждевременной вулканизации.
- Определение пластоэластических свойств резиновых смесей на пластометре.
- Определение вулканизационных характеристик резиновых смесей на виброреометрах.
- Определение жесткости и эластического восстановления резиновых смесей по Дефо.
- Определение упругопрочностных свойств резин при растяжении.
- Определение сопротивления резин раздиру.
- Определение температурного предела хрупкости резин.
- Определение твердости резин по Шору А.
- Определение плотности резин гидростатическим и ускоренным методом.
- Определение сопротивления резин истиранию при качении с проскальзыванием.
- Определение прочности связи между слоями при расслоении резины, прорезиненной ткани.
- Определение эластичности резин по отскоку на приборе типа Шоба.
- Испытание резин на многократный продольный изгиб образцов с прямой канавкой.
- Определение усталостной выносливости связи резины с кордом при многократном растяжении-сжатии.
- Определение усталостной выносливости при многократном растяжении.
- Испытания резин на стойкость в ненапряженном состоянии к воздействию жидких агрессивных сред.

1. Методы определения вязкости и способности к преждевременной вулканизации

Определение показателей испытания



- M_t показатель вязкости при предварительно заданном времени прогрева и продолжительности испытания;
- J перепад вязкости;
- M_{min} минимальная вязкость и время начала вулканизации образца
- T_5, T_{35} (большой ротор); T_3, T_{18} (малый ротор)

Вязкость M_t измеряют значением крутящего момента на оси ротора по истечении времени его вращения, указанного в НТД на испытуемый материал или (1 мин прогрева, 4 мин. вращения).

Перепад вязкости J , характеризующий относительное уменьшение вязкости в течение заданного времени от начала вращения ротора до показателя вязкости по истечении определенного времени.

50МБ1+4 – пример записи результата испытания

Перепад вязкости
$$J = \frac{M_{max} - M_t}{M_t}$$

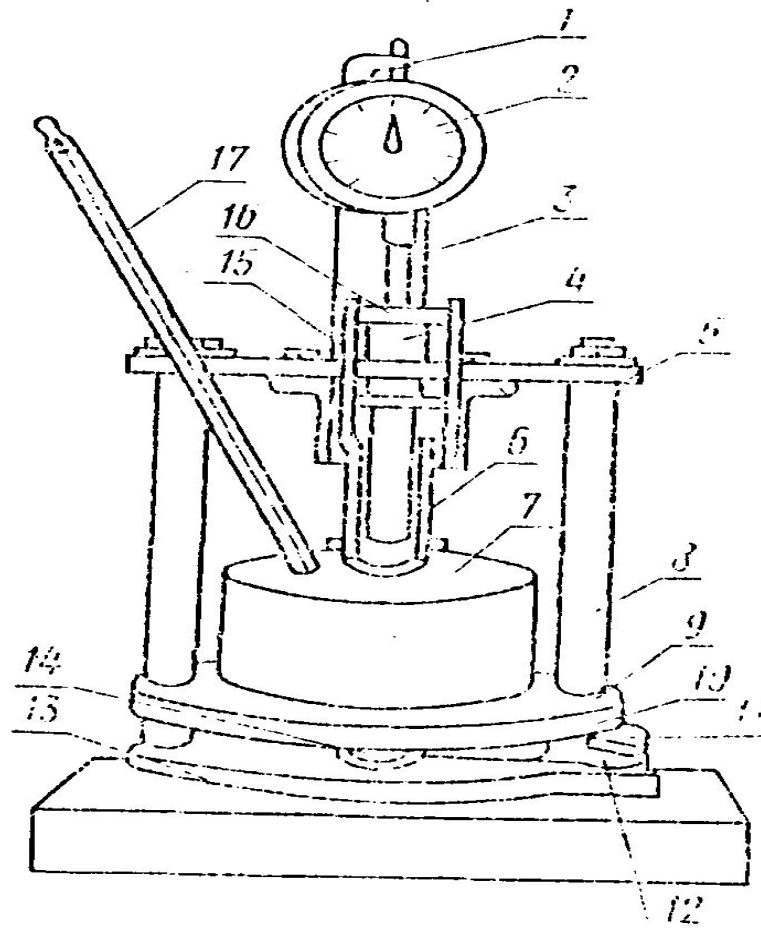
Измерение вязкости M_{max} производят на 5-ой секунде от начала вращения ротора.

Способность резиновых смесей к преждевременной вулканизации характеризуют началом и скоростью подвулканизации (t_5 и t_{35}), характеризующие время в минутах от начала испытания, при котором вязкость образца превышает минимальную M_{min} соответственно на 5 и 35 единиц.

Испытание проводят до тех пор, пока вязкость не превысит минимального значения M_{min} на 40 единиц по Муни.

2. Определение пластоэластических свойств резиновых смесей на пластометре

Схема прибора



1—гайка; 2—индикатор часового типа; 3—кронштейн; 4—шток; 5—перекладина; 6—серьга; 7—груз; 8—планка направляющая; 9—плита; 10—рычаг; 11—ручка; 12—выступ; 13—плита стальная; 14—площадка; 15—рычажок; 16—штифт измерительный; 17—термометр (или термомопа).

Обработка результатов

Пластичность **P**

$$P = S \cdot R = \frac{h_0 - h_2}{h_0 + h_1}$$

Мягкость **S**

$$S = \frac{h_0 - h_1}{h_0 + h_1}$$

Восстанавливаемость **R**

$$R = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1}$$

Эластическое восстановление
R'

$$R' = h_2 - h_1$$

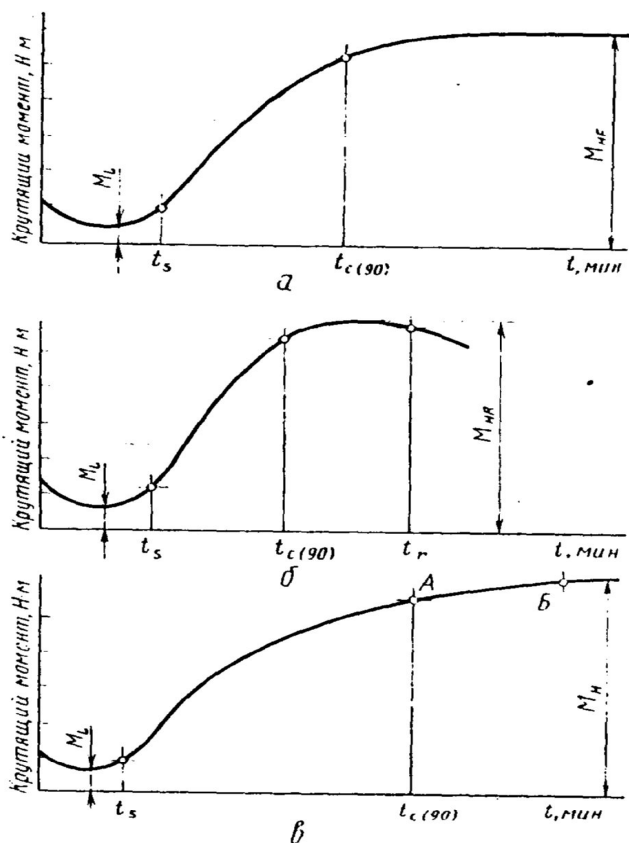
Относительное эластическое
восстановление **R''**

$$R'' = \frac{h_2 - h_1}{h_0 - h_1}$$

3. Определение вулканизационных характеристик резиновых смесей на виброреометрах

Определение вулканизационных характеристик резиновых смесей на виброреометрах

Виды вулканизационных кривых



Максимальный крутящий момент определяют по вулканизационной кривой:

M_{H_F} – по равновесному значению крутящего момента (черт. а)

M_{H_R} – по наибольшему значению крутящего момента (черт. б)

M_H – по значению крутящего момента, соответствующего времени испытания, указанному в НТД

Обработка результатов испытания

$$\Delta M = M_H (M_{H_F} - M_L)$$

Время достижения заданной степени вулканизации определяют по шкале времени от начала записи вулканизационной кривой до момента времени, соответствующего значению крутящего момента

$$M_L + \frac{y}{100} \cdot \Delta M \quad y - \text{заданная степень вулканизации}$$

$$M_L + 0.5 \cdot \Delta M - \text{время достижения 50\% вулканизации}$$

$$M_L + 0.9 \cdot \Delta M - \text{время достижения 90\% вулканизации}$$

Время реверсии (t_r) (черт. 1 б)

$$t_r = \frac{x}{100} \cdot (M_{H_2} - M_L)$$

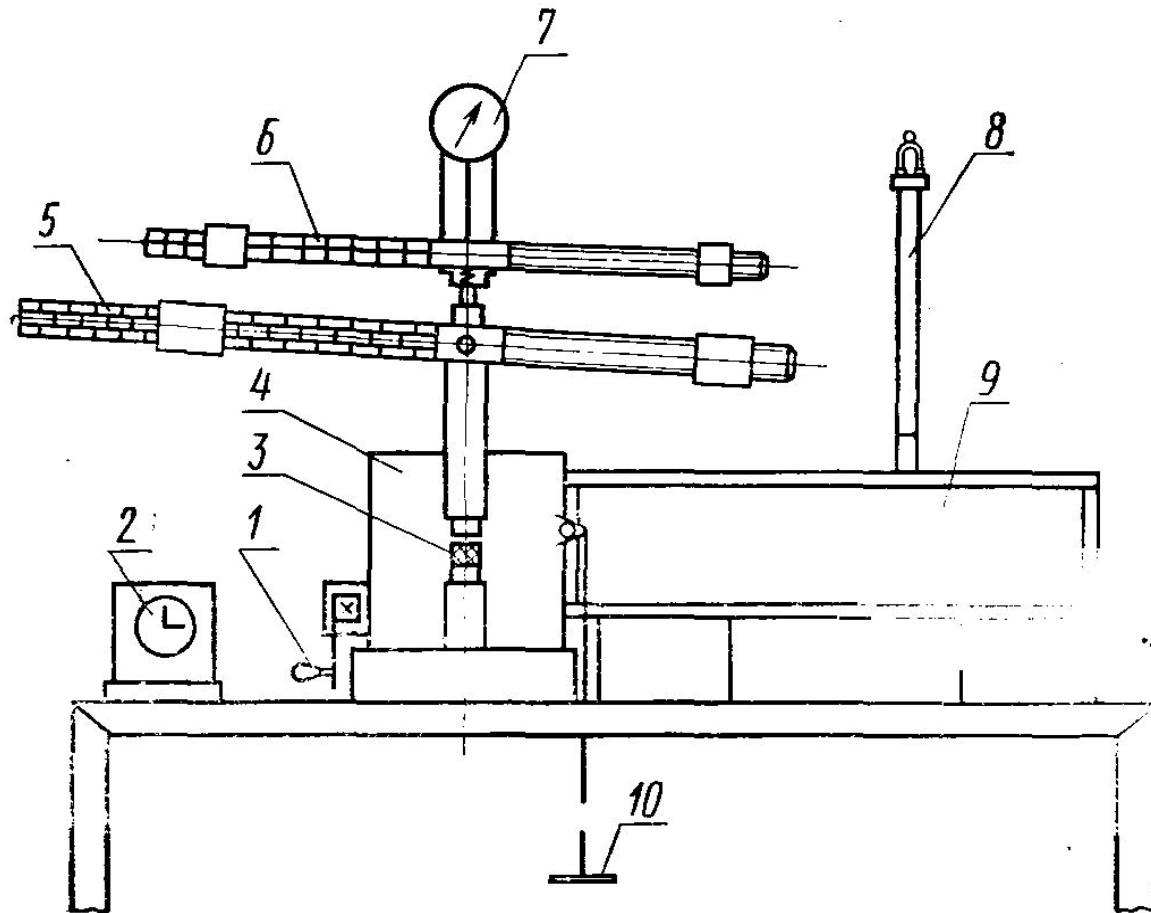
Величина x равна 10%

Показатель скорости вулканизации (R_V), мин^{-1} вычисляют по формуле:

$$R = \frac{100}{t_{c(90)} - t_s}$$

4. Определение
жесткости и
эластического
восстановления
резиновых смесей по
Дефо

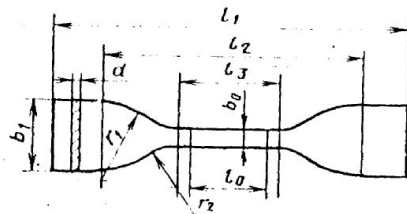
Схема прибора



1—арретир большого рычага (рукоятка); 2—часы сигнальные; 3—образец испытуемый; 4—камера рабочая; 5—рычаг весовой большой; 6—рычаг весовой малый; 7—индикатор; 8—термометр контактный; 9—термостат; 10—педаля ножная.

5. Определение упругопрочностных свойств резин при растяжении

Требования к образцам



мм

Размер	Тип образца						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
L_1 — общая длина, не менее	115	110	75	55	115	110	35
b_1 — ширина широкой части	$25,0 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$	$12,5 \pm 1,0$	$9,0 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$	$6,0 \pm 0,5$
L_2 — длина узкой части	$33,0 \pm 1,0$	$30,0 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$	$12,5 \pm 1,0$	$60,0 \pm 1,0$	$60,0 \pm 1,0$	$12,0 \pm 0,5$
b_0 — ширина узкой части	$6,0^{+0,4}$	$3,0^{+0,2}$	$4,0 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$6,0^{+0,4}$	$3,0^{+0,2}$	$2,0 \pm 0,1$
L_2 — расстояние между линиями, определяющими положение большего радиуса	80 ± 5	80 ± 5	50 ± 3	—	—	—	21 ± 2
r_2 — малый радиус	$14,0 \pm 1,0$	$14,0 \pm 1,0$	$8,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,5$	$14,0 \pm 1,0$	$14,0 \pm 1,0$	$3,0 \pm 0,1$
r_1 — большой радиус	$25,0 \pm 1,0$	$20,0 \pm 1,0$	$12,5 \pm 1,0$	$9,0 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$	$20,3 \pm 1,0$	$3,0 \pm 0,1$
L_0 — расстояние между метками	$25,0 \pm 1,0$	$25,0 \pm 1,0$	$20,0 \pm 1,0$	$10,0 \pm 1,0$	$50,0 \pm 1,0$	$50,0 \pm 1,0$	$10,0 \pm 1,0$
d — толщина	$1,0 \pm 0,2$ или $2,0 \pm 0,2$						

Размеры образцов, кроме толщины, определяются размерами штанцевых ножей и после вырубки не контролируются. Предельные отклонения даны для штанцевых ножей.

Образцы типа VII применяют, если из изделий нельзя вырубить образцы типов I—VI.

Образцы из готовых изделий могут иметь толщину не более 3 мм.

Обработка результатов

Условная прочность (f_p) в МПа (кгс/см²) образцов лопаток рассчитывают по формуле:

$$f_p = P_p / d \cdot b_0$$

где P_p – сила вызывающая разрыв образца, МН (кгс);
 d – среднее значение толщины образца до испытания;
 b_0 – ширина образца до испытания.

Условное напряжение при заданном удлинении образцов лопаток (f_ε), МПа (кгс/см₃):

$$f_\varepsilon = P_\varepsilon / d \cdot b_0$$

где P_ε – сила при заданном удлинении, МН (кгс);
 d – среднее значение толщины образца до испытания, м (см);
 b_0 - ширина образца до испытания, м (см).

Обработка результатов

Относительное удлинение (ε_p) в % при разрыве образца лопаток вычисляют по формуле:

$$\varepsilon_p = \frac{l_p - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

где l_p – расстояние между метками в момент разрыва образца, мм;

l_0 – расстояние между метками образца до испытания, мм.

Относительное остаточное удлинение ($\varepsilon_{\text{ост}}$) в % вычисляют по формуле:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

где l – расстояние между метками образца по двум сложенным вместе частям разорванного образца, мм;

l_0 – расстояние между метками образца до испытания, мм.

Обработка результатов

Истинное напряжение при заданном удлинении образцов лопаток (σ_ε) в МПа (кгс/см²) вычисляют по формуле:

$$\sigma_\varepsilon = f_\varepsilon (\varepsilon_\varepsilon / 100 + 1)$$

где f_ε - условное напряжение при заданном удлинении МПа (кгс/см²)

ε_ε – заданное удлинение, %

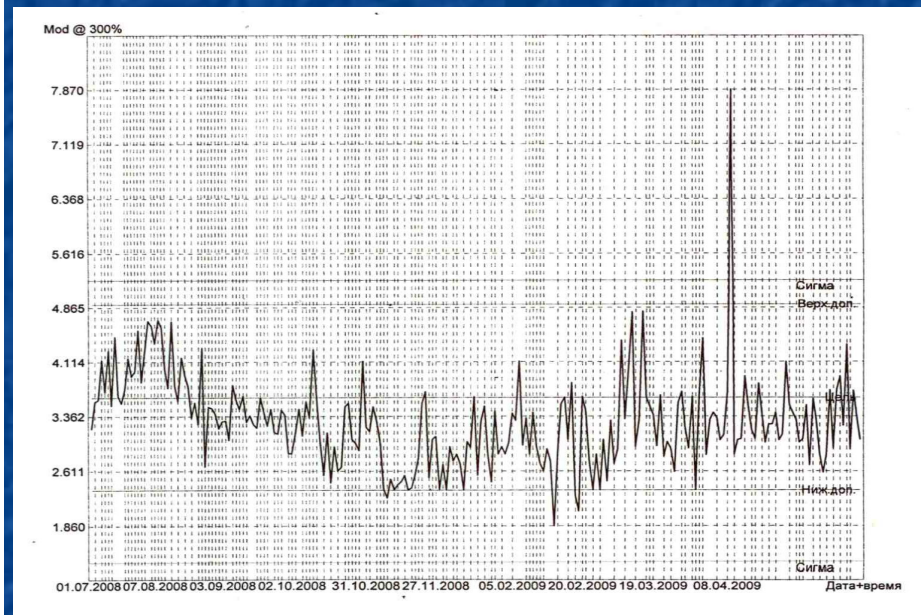
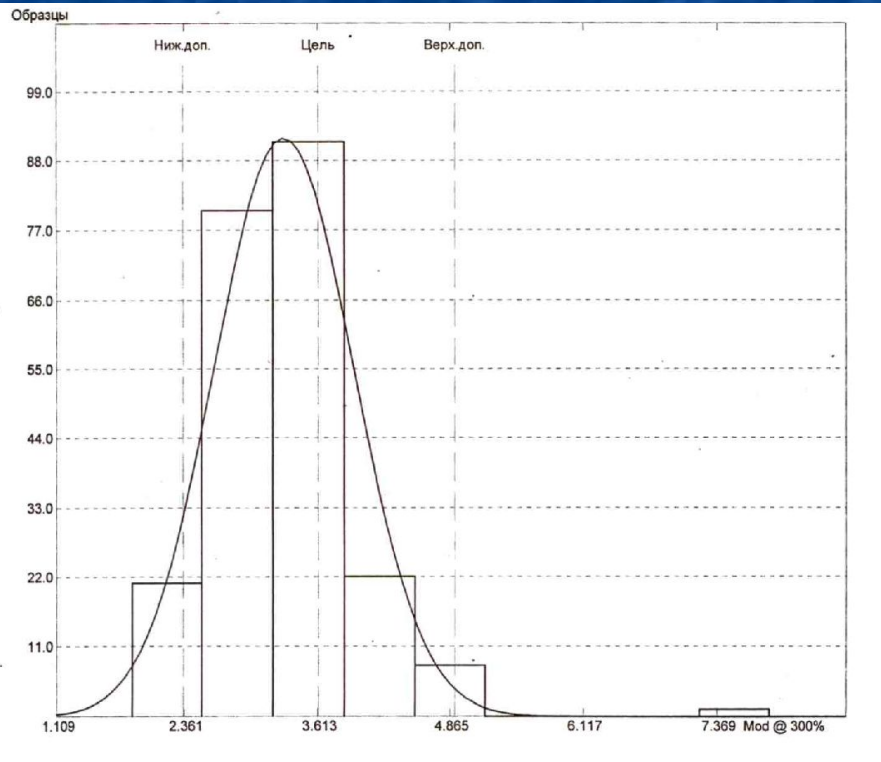
Истинную прочность образцов лопаток (σ_p) в МПа (кгс/см²) вычисляют по формуле:

$$\sigma_p = f_p (\varepsilon_p / 100 + 1)$$

где f_p - условная прочность МПа (кгс/см²);

ε_p – относительное удлинение, % (в момент разрыва)

Обработка статистических данных



Переменная	Цель	СрКвд.откл.	Ниж.доп.	Верх.доп.	Ср	СрК	Ср	Са
Mod @ 100%		0.11						
Mod @ 200%		0.16						
Mod @ 300%	3.62	0.58	2.35	4.91	0.739	0.602	135.26	17.8
Break Stress	13.73	1.70	11.77	15.70	0.385	0.239	259.93	38.2
Break Strain	600.00	32.35	500.00	700.00	1.030	0.805	97.06	21.9

		Mod @ 100%	Mod @ 200%	Mod @ 300%	Break Stress	Break Strain
	MPa	MPa	MPa	MPa	%	
Кол-во измерений		65	65	122	122	122
Минимум		0.78	1.62	2.24	11.42	549.30
Максимум		1.55	2.81	4.69	17.65	723.00
Среднее значение		1.08	2.15	3.31	13.99	623.95
Макс-мин		0.77	1.19	2.45	6.23	173.70
Среднеквадр.отклон.		0.160	0.300	0.602	1.460	33.542
Ср				0.708	0.449	0.994
СрК				0.532	0.391	0.756
Са				24.078	13.048	23.953

Расчет Cp и Cpk

Величина параметра Cpk указывает на то, находится ли технологический процесс под контролем (с технической точки зрения). Большее значение этого параметра указывает на лучший контроль процесса. Если значение Cpk равно 1, то это означает, что в среднем 99,7% продукции находится в пределах допусков по спецификации.

$$C_{pu} = \frac{USL - \text{Среднее}}{3 \text{ Sigma}}$$

USL = Верхний предел допусков

$$C_{pl} = \frac{\text{Среднее} - LSL}{3 \text{ Sigma}}$$

LSL = Нижний предел допусков

Cpk является наименьшим значением из Cpu и Cpl

Расчет Cp и CpK

Значение Cp указывает, управляем ли технологический процесс со статистической точки зрения (чем больше значение, тем лучше). Оно не показывает, соответствуют ли результаты по контролируемым параметрам значениям, которые должны быть достигнуты.

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6 \text{ Sigma}}$$

Значение параметра Ca является дополнительным при анализе. Рассчитывается как:

$$Ca = 100 * \text{ABS}(Cp - \text{Цель}) / ((USL - LSL) / 2)$$

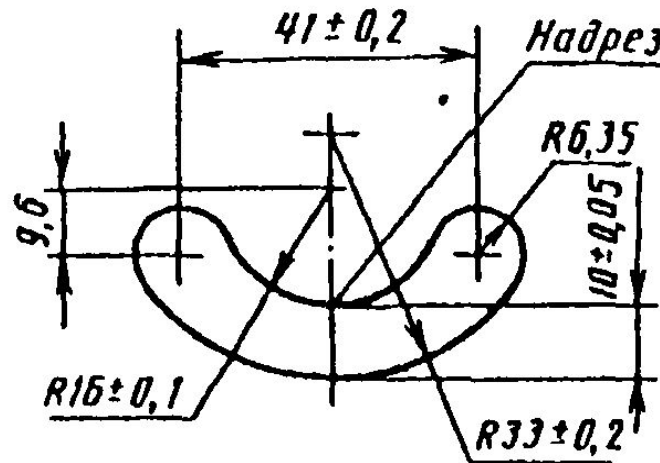
Если USL не существует, то тогда: $Ca = 100 * \text{ABS}(Cp - \text{Цель}) / (\text{Цель} - LSL)$

Если LSL не существует, то тогда: $Ca = 100 * \text{ABS}(Cp - \text{Цель}) / (USL - \text{Цель})$

6. Определение сопротивления резин раздиру

Образец для испытания (формула расчета)

Штанцевый нож для дугообразных образцов



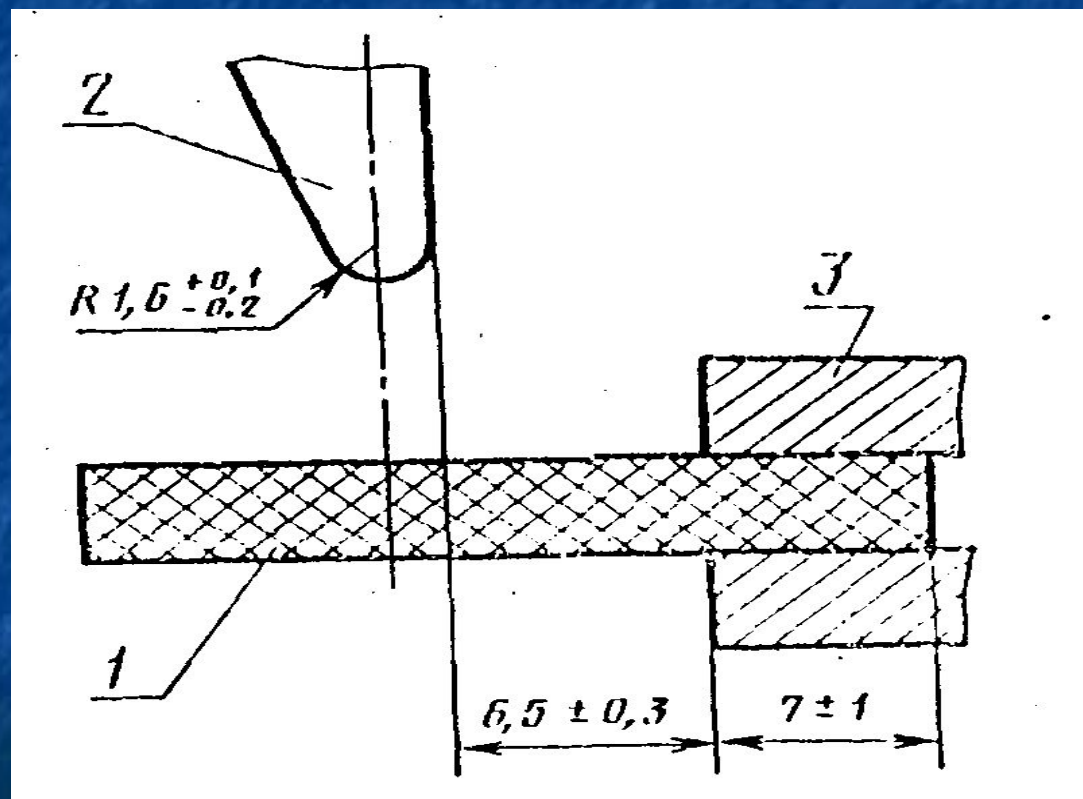
Сущность испытания заключается в растяжении образца с надрезом с постоянной скоростью и измерением максимальной силы, при которой происходит его раздир.

Сопротивление раздиру рассчитывают по формуле:

$$B = P/h_0$$

7. Определение температурного предела хрупкости резин

Схема ударника



8. Определение твёрдости резин по Шору А.

Требования к прибору

Прибор для определения твердости

Прибор должен иметь следующие основные части:

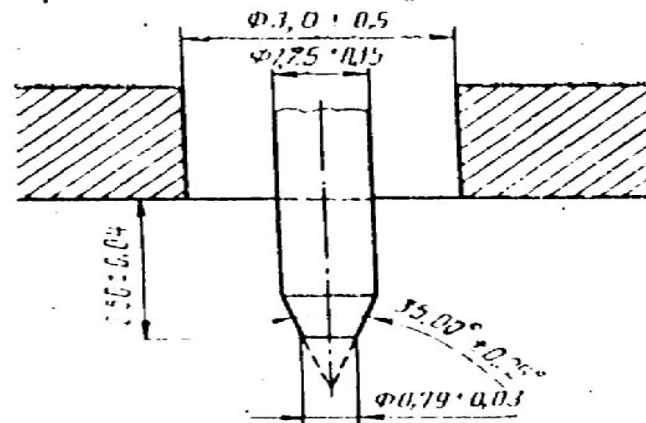
индентор из закаленной стали (чертеж);

пружину для приложения нагрузки к индентору;

шкалу единиц твердости от 0 до 100, при этом 0 должен соответствовать максимальному проникновению индентора (2,54 мм), а 100 — нулевому проникновению; расстояние между делениями шкалы должно быть не менее 1 мм, цена деления должна соответствовать одной единице.

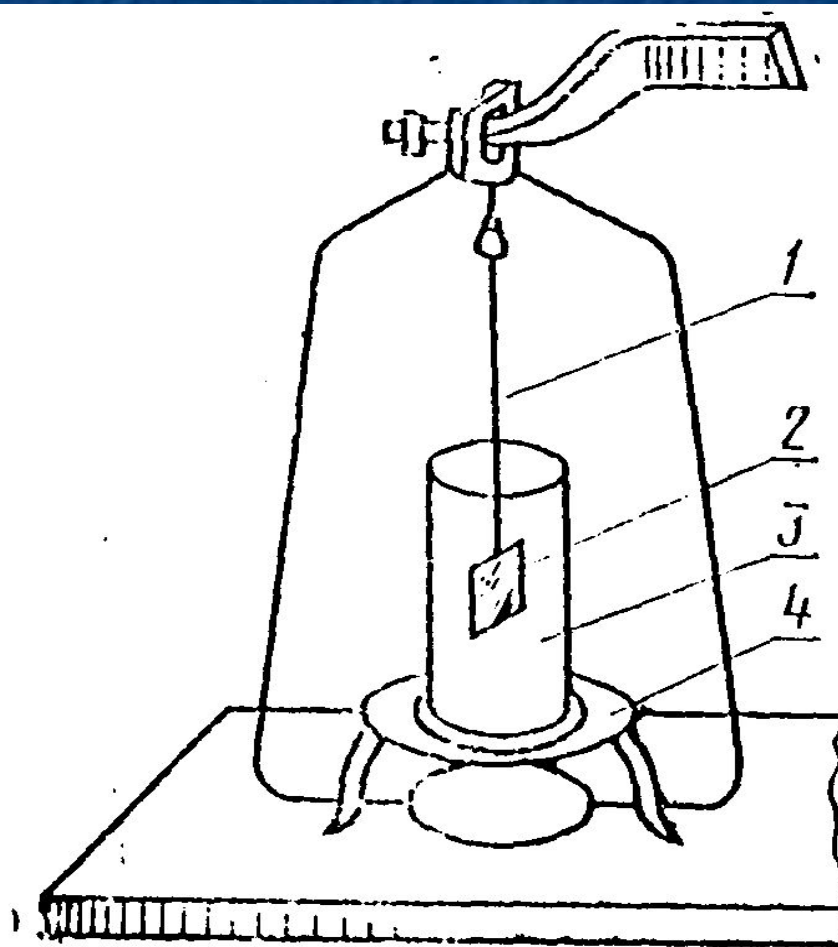
Прибор должен иметь зависимость между твердостью по Шору А и нагрузкой в соответствии с таблицей.

Твердость по Шору А	Нагрузка, Н (гс) (пред. откл. $\pm 0,08$ ($\pm 1,8$))	Твердость по Шору А	Нагрузка, Н (гс) (пред. откл. $\pm 0,08$ ($\pm 1,8$))
0	0,55 (56,0)	60	5,06 (515,5)
10	1,30 (132,5)	70	5,81 (592,0)
20	2,05 (209,0)	80	6,56 (669,0)
30	2,80 (286,0)	90	7,31 (745,5)
40	3,56 (362,5)	100	8,06 (822,0)
50	4,31 (439,0)		



9. Определение плотности резин гидростатическим и ускоренным методом

Весы с подставкой и стаканом



1—проволока; 2—образец; 3—стакан; 4—подставка.

Обработка результатов

Плотность образца вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{m - (m_1 - m_2)} \cdot \rho_1$$

Где m - масса образца в воздухе, г;

m_1 - масса образца с проволокой в жидкости, г;

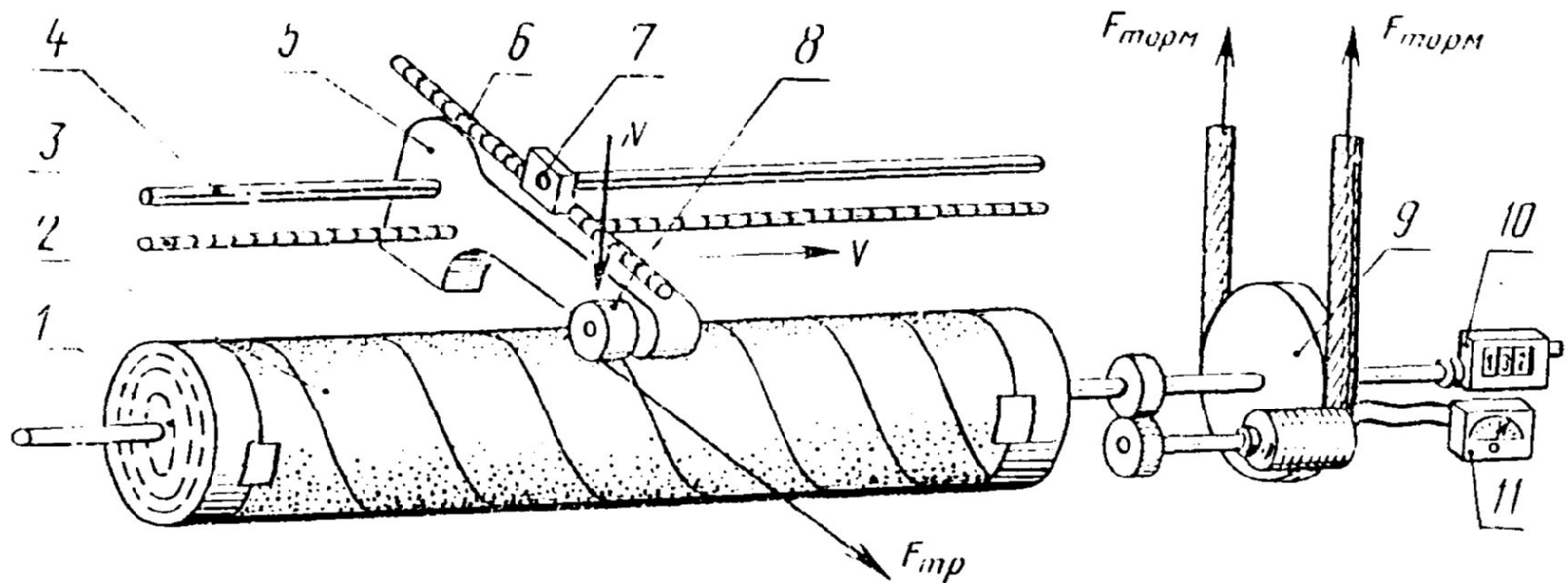
m_2 - масса проволоки в жидкости, г.

ρ_1 - плотность испытательной жидкости, г/см³

10. Определение сопротивления резин истиранию при качении с проскальзыванием

Метод определения сопротивления резин при качении с проскальзыванием

1. Схема прибора для определения сопротивления истиранию при качении с проскальзыванием (тип МИР-1) приведена на чертеже.



1—барабан; 2—лента шлифовальной шкурки; 3—ходовой винт; 4—шлифовый валик; 5—шпиндель каретки; 6—направляющая; 7—груз; 8—образец; 9—тормоз-силонизмеритель; 10—счетчик оборотов; 11—электрогахометр

Метод определения сопротивления резин при качении с проскальзыванием

Обработка результатов:

Сопротивление истиранию (β) в Дж/мм² вычисляют по формуле:

$$\beta = \frac{A}{\Delta V} \cdot K$$

Где A – работа трения, Дж, которую вычисляют по формуле

$$A = F \cdot l$$

Где F – значение силы трения за время испытания, Н;

l – путь трения, м, вычисляют по формуле

$$l = \frac{\pi \cdot d \cdot (n_0 - n_1) \cdot t}{60}$$

или

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot n_0 \cdot S \cdot t}{6000}$$

Где D – диаметр барабана, м;

n_0 – частота вращения барабана на «холостом ходу», об/мин;

n_1 – частота вращения барабана при работе с торможением, об/мин;

t – время испытания, сек;

S – относительное проскальзывание, %, которое вычисляют по формуле (округляют до первого десятичного знака)

$$S = \frac{(n_0 - n_1) \cdot 100}{n}$$

Метод определения сопротивления резин при качении с проскальзыванием

Убыль объема резины:

$$\Delta V = \frac{10^9(m_1 - m_2)}{\rho}$$

Где m_1 – масса образца до испытания, кг
 m_2 - масса образца после испытания, кг
 ρ - плотность резины, кг/м³

Коэффициент (K), учитывающий истирающую способность шлифовальной шкурки, вычисляют по формуле

$$K = \frac{\alpha_g}{\alpha_s}$$

Где - $\alpha_g = \frac{\Delta V}{A}$ - истирающая способность шлифовальной шкурки,
м³/ТДж,

см³/ТДж (см³/кВт ч);

ΔV - убыль объема контрольной резины, м³ (см³)
A - работа трения, ТДж (кВт ч)

α_s - средняя истирающая способность, которую принимают равной
70 м³/ТДж (250 см³/кВт ч)

Метод определения сопротивления резин при качении с проскальзыванием

Сопротивление истиранию (β) рассчитывают до первого десятичного знака.

Истираемость (α) м³/ТДж (см³/кВт ч) вычисляют по формуле

- за результат испытания принимают среднее арифметическое не менее 3-х значений показателей $\frac{\Delta V}{A \cdot K}$ отличающихся от среднего не более чем на 10%

Метод определения сопротивления резин при качении с проскальзыванием

Работа трения (МИР-1)

$$A = 0,628 \cdot (n_0 - n_1) \cdot F \cdot t (\text{Дж})$$

$$A = 1,71 \cdot 10^{-6} (n_0 - n_1) \cdot F \cdot t (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

n_0 – частота вращения барабана на «холостом ходу», об/мин;

n_1 – частота вращения барабана при работе с торможением, об/мин;

F – сила трения, Н (кгс)

t – время испытания, мин;

Расчет показателей по результатам испытаний на машине МИР-1

Сопротивление истиранию (β) в Дж/мм³

$$\beta = \frac{0,628 \cdot (n_0 - n_1) \cdot F \cdot t}{\Delta V} \cdot K$$

Где ΔV убыль объема резины за время испытания, мм³

Метод определения сопротивления резин при качении с проскальзыванием

Истираемость в (α) м³/ТДж вычисляют по формуле:

$$\alpha = \frac{10^{12} \cdot \Delta V}{0,628 \cdot (n_0 - n_1) \cdot F \cdot t} \cdot \frac{1}{K}$$

Где - ΔV убыль объема резины за время испытания, м³
F – сила трения, Н

Истираемость в (α_c) см³/кВт ч вычисляют по формуле:

$$\alpha_c = \frac{10^6 \cdot \Delta V}{1,71(n_0 - n_1) \cdot F \cdot t} \cdot \frac{1}{K}$$

где - ΔV убыль объема резины за время испытания, см³
F - в кгс

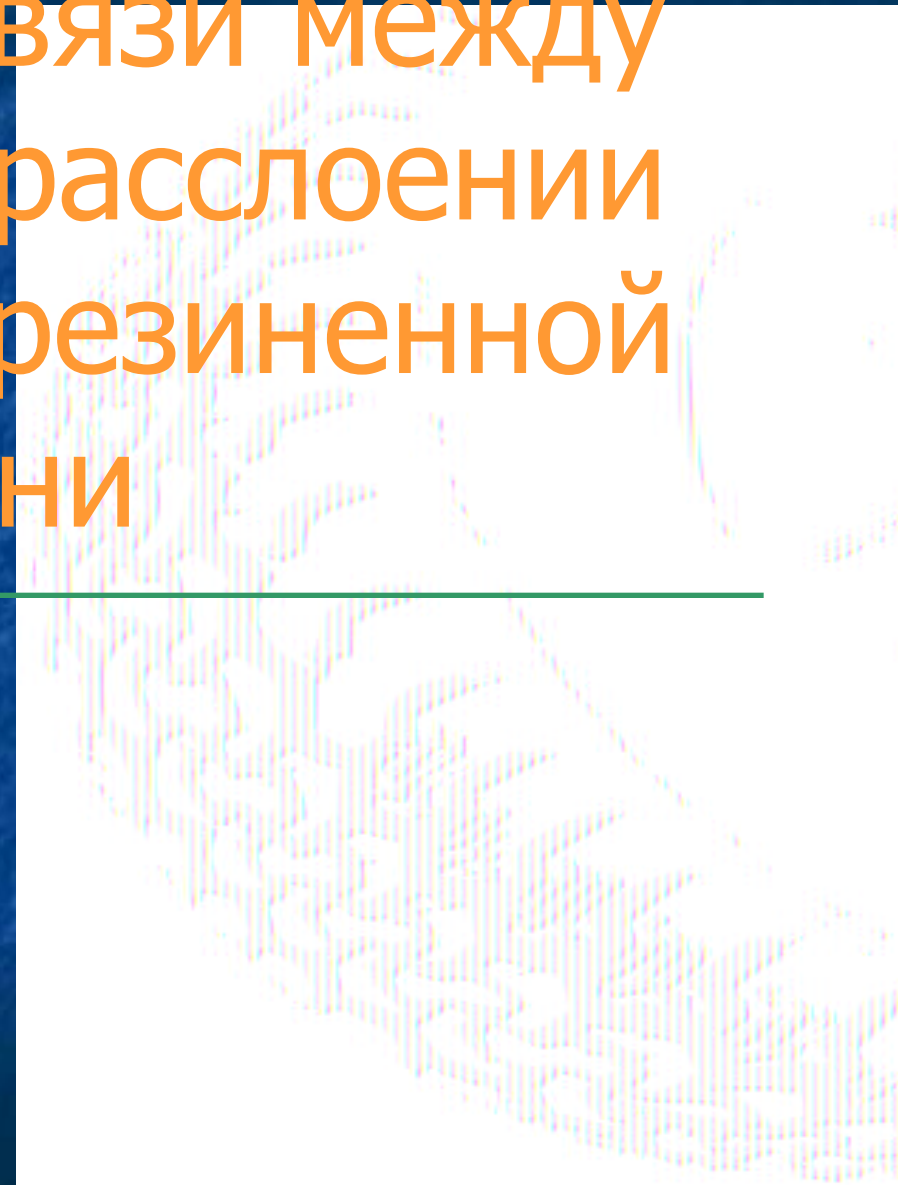
Соотношения между различными показателями:

$$\beta = \frac{1000}{\alpha};$$

$$\alpha = \frac{\alpha_c}{3,6};$$

$$\beta = \frac{3600}{\alpha_c}$$

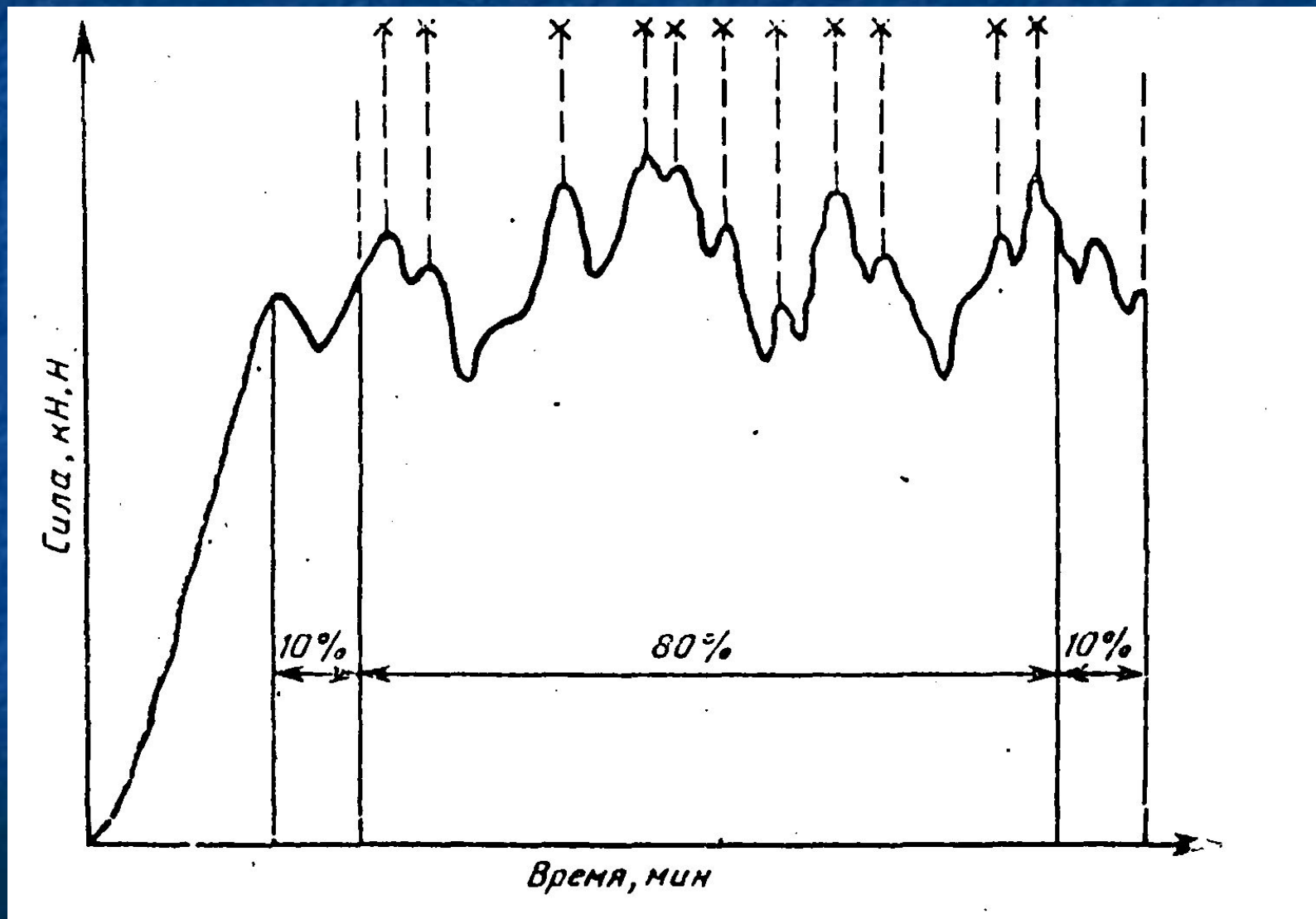
11. Определение прочности связи между слоями при расслоении резины, прорезиненной ткани



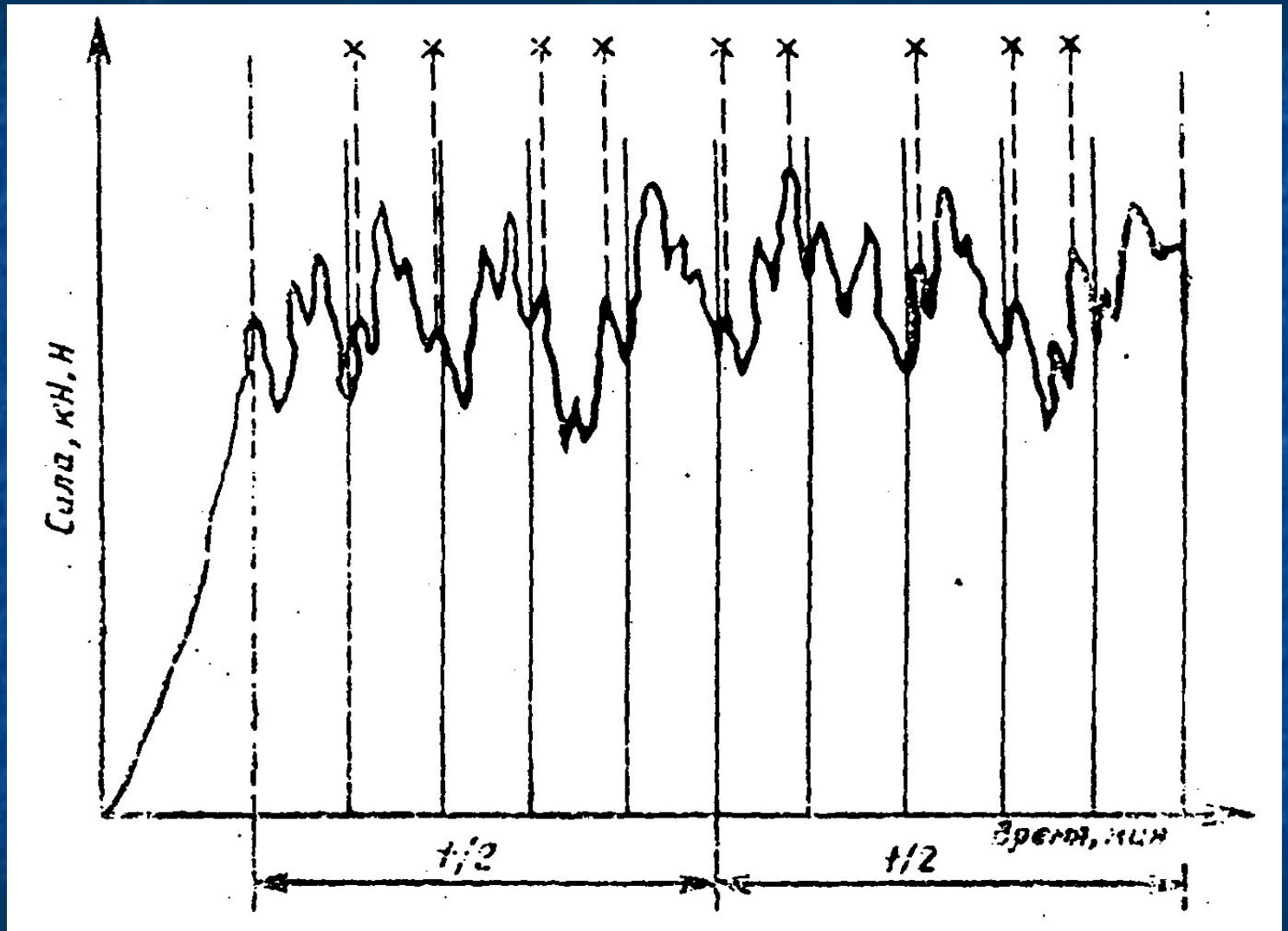
Сущность метода

- Сущность метода заключается в расслоении образца и определении силы, необходимой для отделения двух испытуемых слоев друг от друга.
- По этому методу определяется прочность связи между слоями резина-резина, резина-ткань, резина-прорезиненная ткань, прорезиненная ткань-прорезиненная ткань при расслоении.

Обработка результатов

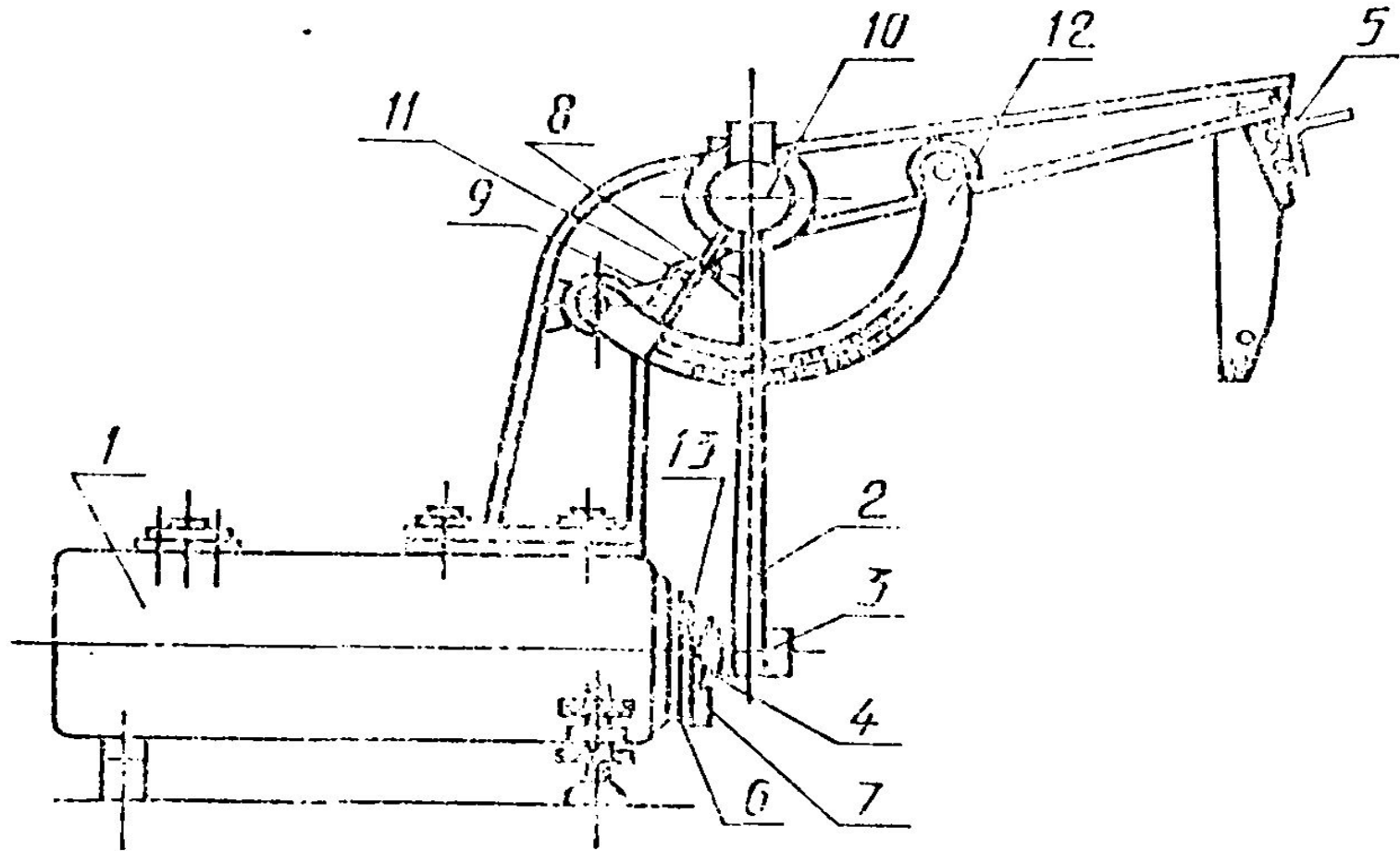


Обработка результатов



12. Определение эластичности резин по отскоку на приборе типа Шоба

Схема прибора



1 — металлическая станина; 2 — маятник; 3 — груз; 4 — боек;
5 — защелка; 6 — площадка; 7 — пружина; 8 — пружинный
захват; 9 — стрелка; 10 — пружинный механизм с ручкой;
11 — ограничитель; 12 — дуговая шкала; 13 — образец

Характеристика прибора

- Запас энергии маятника в поднятом состоянии (при угле 90°) должен составлять $(0,500 \pm 0,001)$ Дж. Масса маятника должна быть $(0,250 \pm 0,003)$ кг.
- Скорость удара маятника (V) должна быть $(2,00 \pm 0,04)$ м · с⁻¹. Ее вычисляют по формуле:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot L_{ред.}}$$

Где g – ускорение свободного падения, равное $9,807$ м · с⁻²;

$L_{ред.}$ – редуцированная длина маятника в метрах, которую вычисляют по формуле:

$$L_{ред.} = \frac{g \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}$$

Где T – среднее время колебания маятника в секундах, вычисленное по времени 50 колебаний.

Для определения среднего времени колебания маятника прибор ставят на подставку, находящуюся под углом 45° , и маятнику сообщают колебательное движение.

- Разность между длиной маятника и его редуцированной длиной должна быть (0 ± 4) мм

Характеристика прибора

- Плотность энергии деформации (W) вычисляют по формуле

$$W = \frac{m \cdot v^2}{D \cdot d^2}$$

Где m – масса маятника, кг;

v – скорость удара маятника, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$;

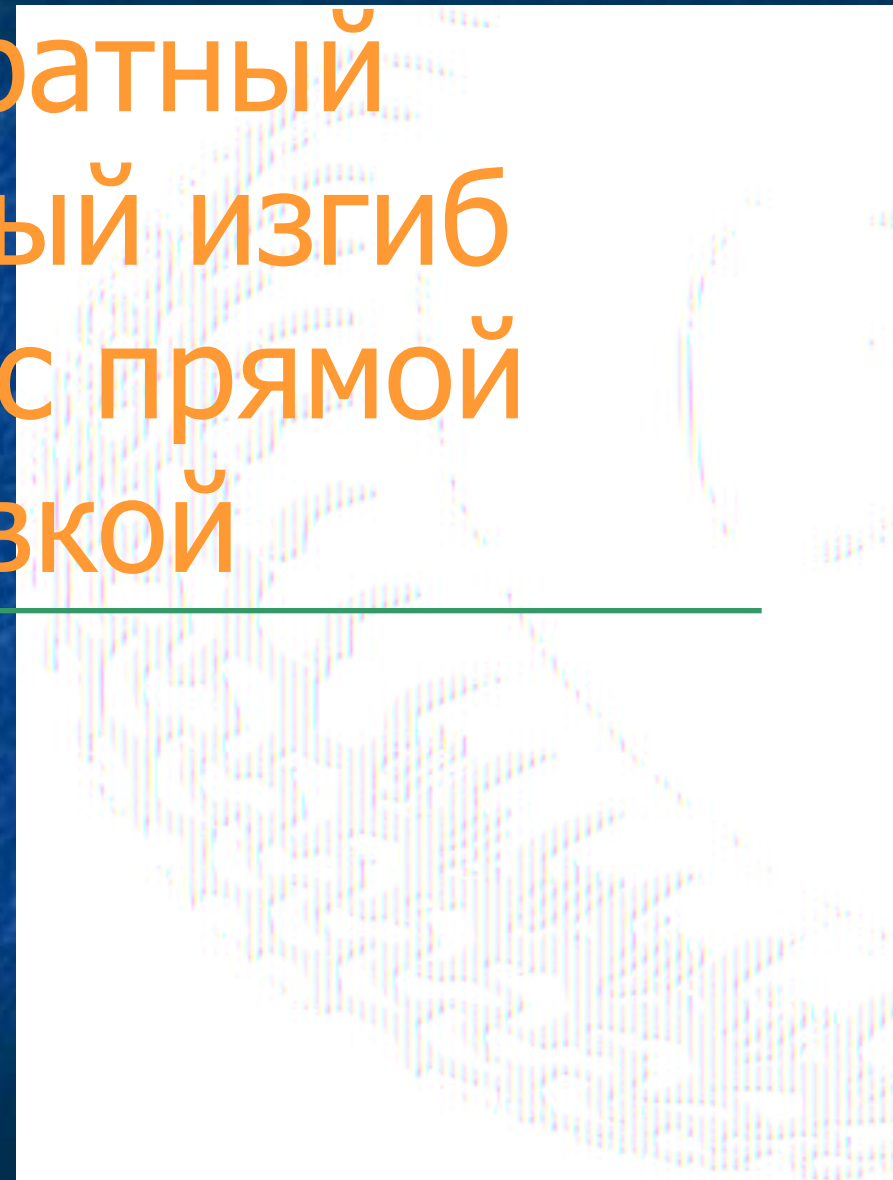
D – диаметр бойка, м;

d – толщина образца, м.

Для образца толщиной 12,5 мм W составляет 427 кДж/м³

- Потеря энергии за счет трения в подшипниках, трения стрелки и воздушного сопротивления не должна превышать 2%
- Общая масса станины и площадки должна превышать массу маятника не менее, чем в 100 раз.

13. Испытание резин на многократный продольный изгиб образцов с прямой канавкой



Приспособление для прокола

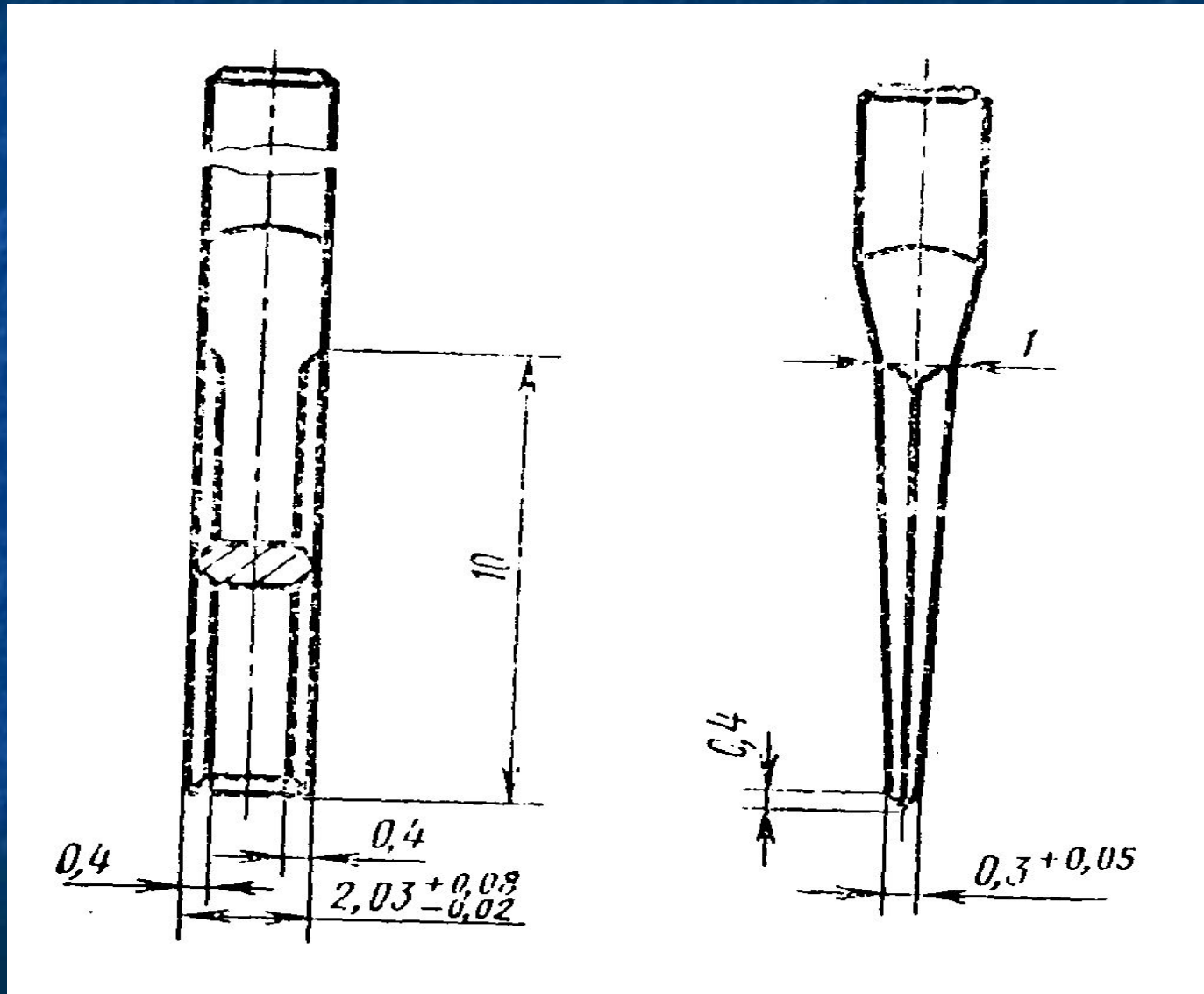
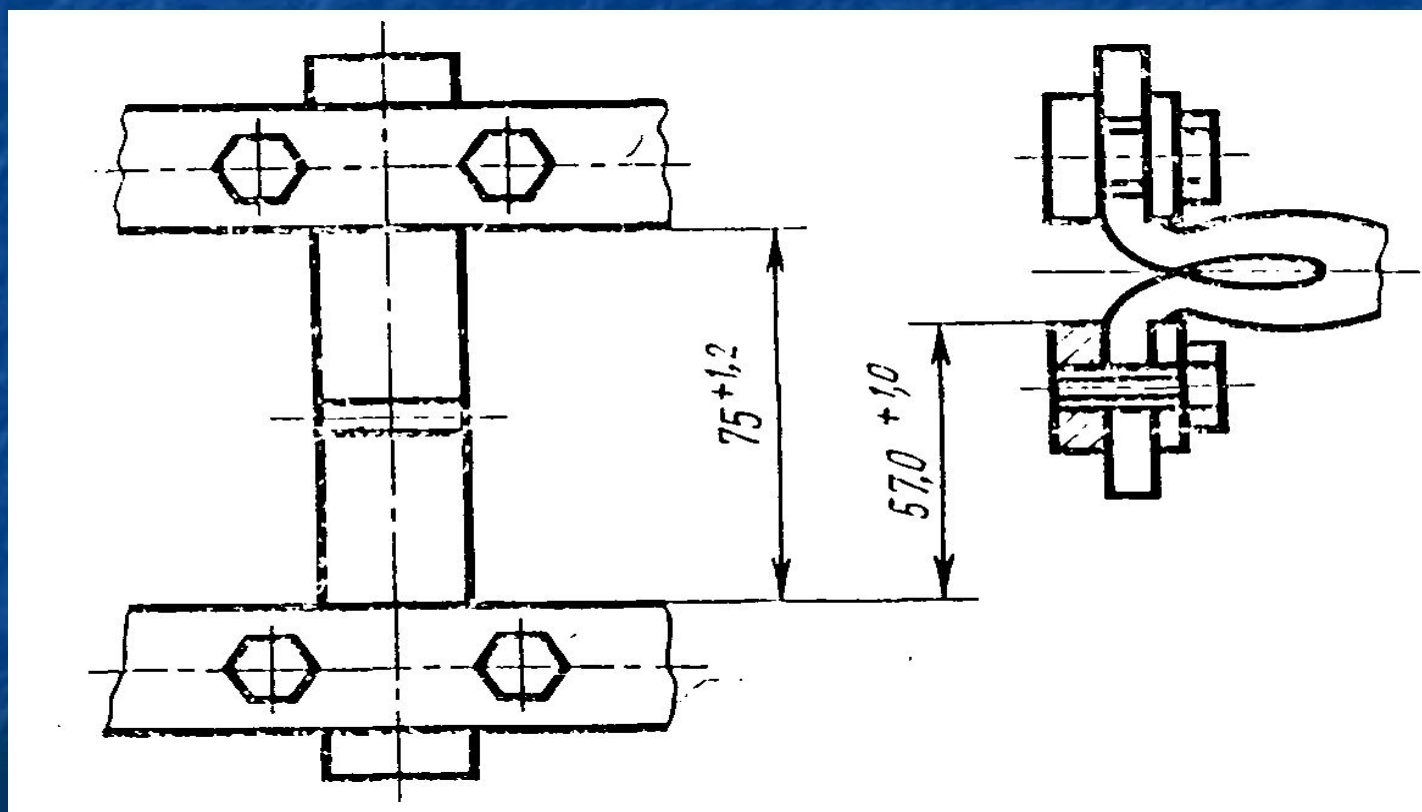


Схема установки образца



Обработка результатов

Метод А

Степень образования трещин	Характеристика ступени
1	Трещины визуально выглядят как булавочные проколы, количество трещин меньше или равно 10.
2	Количество трещин типа булавочных проколов превышает 10. Количество трещин менее 10, но они превышают размер булавочных проколов и имеют длину не более 0,5 мм и незначительную глубину.
3	Трещины типа булавочных проколов становятся явными трещинами длиной от 0,5 мм до 1 мм и имеют незначительную глубину
4	Длина наибольшей трещины от 1,0 до 1,5 мм
5	Длина наибольшей трещины от 1,5 до 3,0 мм
6	Длина наибольшей трещины превышает 3,0 мм

Обработка результатов

Метод Б

Разрастание трещин определяют:

от L_0 до (L_0+2) мм;

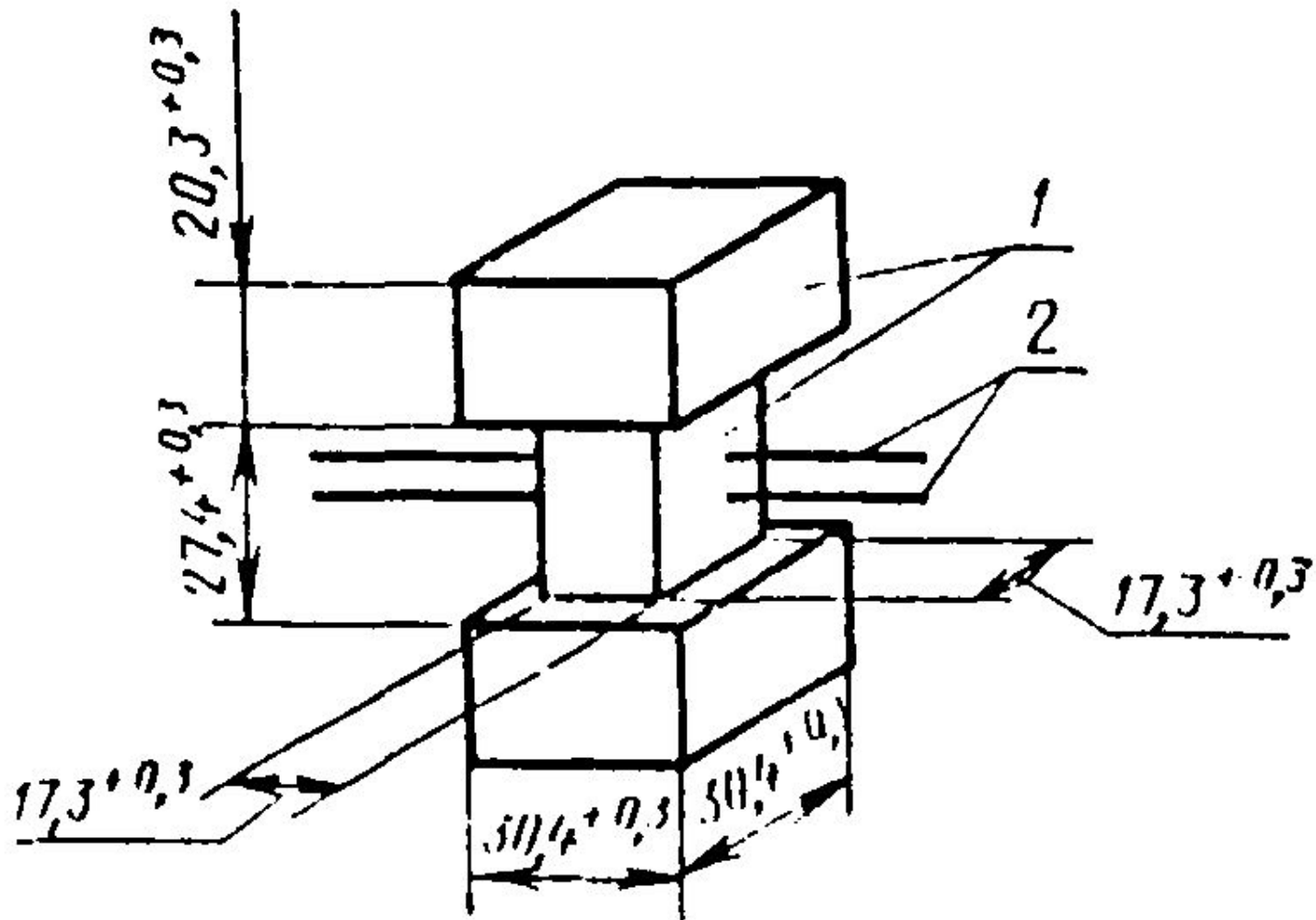
от (L_0+2) до (L_0+6) мм;

от (L_0+6) до (L_0+10) мм

14. Определение
усталостной
выносливости связи
резины с кордом при

многократном
растяжении-сжатии

Требования к образцам



Расчет амплитуды деформации

При симметричном знакопеременном цикле растяжения-сжатия деформацию образца вычисляют по формуле:

$$\Delta l = \frac{2\varepsilon_0 l_0}{100}$$

Где ε_0 – амплитуда деформации, %

l_0 – длина рабочего участка образца, принимаемая равной 27мм.

При асимметричном знакопеременном цикле растяжения-сжатия деформацию образца вычисляют по формуле:

$$\Delta l = \frac{(\varepsilon_P + \varepsilon_C) l_0}{100}$$

Где ε_P – амплитуда деформации, %

ε_C – максимальная деформация сжатия, %

l_0 – длина рабочего участка образца, принимаемая равной 27мм.

Вычисленное значение Δl округляют до ближайшего целого числа.

15. Определение усталостной выносливости при многократном растяжении

СУЩНОСТЬ МЕТОДОВ

Сущность методов заключается в многократном растяжении образцов до разрушения при знакопеременном цикле нагружения, измерении при испытании фактических значений статических и циклических деформаций и определении числа циклов до разрушения образцов.

Проведение испытания:

- устанавливают заданную частоту возвратно-поступательного движения активного захвата.
- устанавливают размах активного захвата в соответствии с заданной начальной динамической деформацией образцов. Для этого расстояние между метками на узкой части образца в растянутом состоянии l_1 в мм вычисляют по формуле:

$$l_1 = \frac{\varepsilon_0 \cdot l}{100} + l$$

Где ε_0 - начальная деформация образца, %

l – расстояние между метками на узкой части не растянутого образца, мм

Значение l_1 округляют до целого числа

Обработка результатов

Максимальную фактическую циклическую деформацию в момент каждого измерения

($\varepsilon_{\phi i}$) вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{\phi i} = \frac{l_H - l_B}{l_B}$$

Где l_H – расстояние между метками на узкой части образцов в крайнем нижнем положении подвижного захвата, мм

l_B - расстояние между метками на узкой части образцов в крайнем верхнем положении подвижного захвата, мм (новая длина образца после изнашивания)

Обработка результатов

Среднее значение фактической деформации

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{N} \left[\varepsilon_1 \cdot \Delta N_1 + \varepsilon_2 \cdot \Delta N_2 + \dots + \varepsilon_n \cdot (\Delta N_n + \Delta N_p) \right]$$

Где N-количество циклов до разрушения образца ;

$\Delta N_1, \Delta N_2, \dots, \Delta N_n$ -количество циклов утомления при деформации

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$;

ΔN_p -количество циклов утомления от момента последнего измерения деформации до разрушения образца.

Обработка результатов

Испытания при наличии статической деформации

Установка образцов.

Активный захват устанавливают в крайнее верхнее положение (образец не деформирован) и перемещают пассивный захват до тех пор, пока не будет достигнуто расстояние между метками на узкой части образца l_{CT} в мм, которое вычисляют по формуле:

$$l_{cm} = \frac{\varepsilon_{cm} \cdot l}{100} + l$$

Где l_{CT} – статическая деформация, %;

l – расстояние между метками на узкой части не растянутого образца, мм

Значение l_{CT} – округляют до целого числа

Обработка результатов

Максимальные фактические циклические деформации в момент каждого измерения $\varepsilon_{\phi 1}$ вычисляют по формуле:

$$\varepsilon_{\phi 1} = \frac{l'_H - l'_B}{l'_B}$$

Где l'_B - расстояние между метками в узкой части образца в крайнем верхнем положении активного захвата и в положении пассивного захвата перед появлением петли на образце, мм;

l'_H - расстояние между метками в узкой части образца в крайнем нижнем положении активного захвата и в положении пассивного захвата перед появлением петли на образце, мм;

Значения максимальных фактических статических деформаций в момент каждого измерения вычисляют по формуле:

$$\varepsilon_{\phi 1(ст)} = \frac{l_{ст} - l'_B}{l'_B}$$

где $l_{ст}$ - расстояние между метками в узкой части образца при заданной статической деформацией

l'_B - расстояние между метками в узкой части образца в крайнем верхнем положении активного захвата и в положении пассивного захвата перед появлением петли на образце, мм

Пример вычислений

Пример вычисления фактических деформаций при заданной начальной деформации 100 %

При испытании фиксируют количество циклов от начала до разрушения образца

Контрольный образец №1

Первое измерение через 4 мин. $\varepsilon_1 = 0,93$

Второе измерение через 30 мин. $\varepsilon_2 = 0,90$

Третье измерение через 30 мин. $\varepsilon_3 = 0,89$

Образец разрушился через 7 ч. (420 мин.)

$$\varepsilon_{\phi 1} = 1:420 (0,93 \times 4 + 0,90 \times 26 + 0,89 \times (270 + 120)) = 0,89$$

Контрольный образец №2

Первое измерение через 4 мин. $\varepsilon_1 = 0,91$

Второе измерение через 30 мин. $\varepsilon_2 = 0,89$

Третье измерение через 30 мин. $\varepsilon_3 = 0,88$

Образец разрушился через 6 ч. (420 мин.)

$$\varepsilon_{\phi 2} = 1:360 (0,92 \times 4 + 0,89 \times 26 + 0,88 \times (270 + 60)) = 0,88$$

Пример вычислений

Контрольный образец №3

Первое измерение через 4 мин. $\varepsilon_1=0,91$

Второе измерение через 30 мин. $\varepsilon_2=0,83$

Третье измерение через 30 мин. $\varepsilon_3=0,87$

Образец разрушился через 9 ч. (540 мин.)

$$\varepsilon_{\text{ф3}} = 1:540 (0,91 \times 4 + 0,88 \times 26 + 0,87 \times (270+240)) = 0,87$$

Среднее значение деформации $=1/3 (0,89+0,88+0,87)=0,88$

Контрольный образец №4 (взят после обрыва образца №2)

Первое измерение через 6 ч. $\varepsilon_1 =0,88$

Второе измерение через 12 ч. $\varepsilon_2 =0,87$

Образец разрушился через 13 ч. (540 мин.)

$$\varepsilon_{\text{ф4}} = 1:780 (0,88 \times 360 + 0,87 \times 420) = 0,87$$

Среднее значение деформации $=1/4 (0,89+0,88+0,87+0,87)=0,88$

15. Испытания резин на
стойкость в
ненапряженном
состоянии
к воздействию жидких
агрессивных сред

Методы

Стойкость резин в ненапряженном состоянии к воздействию жидких агрессивных сред могут быть определены по одному или нескольким показателям:

- изменению массы, объема и размера образца (метод А);
- массе веществ, экстрагированных средой из образца (метод Б);
- изменению физико-механических свойств образца (метод В).

Метод А (изменение массы и объема образца) и метод В (изменение физико-механических свойств без высушивания образца после воздействия среды) применяют для контрольных испытаний.

Метод А (изменение размеров), метод Б и метод В (изменение физико-механических свойств после воздействия среды и высушивания образца) применяют для проведения исследовательских испытаний.

Показатель устанавливают в НД на резину или изделие.

Метод А

Сущность метода заключается в том, что образцы в ненапряженном состоянии подвергают воздействию сред при заданных температуре и продолжительности и определяют их стойкость к указанному воздействию по изменению массы, объема или размеров.

Требования к образцам:

Образцы для определения изменения массы и объема изготавливают из вулканизированных пластин толщиной $(2 \pm 0,2)$ мм.

Длина образца должна быть не более 50 мм.

Образцы должны иметь объем в пределах от 0,8 до 3,0 см³.

При определении изменения массы или объема изделий объемом менее 1 см³ количество изделий может быть увеличено до получения суммарного объема не менее 1 и не более 3 см³.

Образцы для определения изменения размеров (длины, ширины, толщины) должны быть прямоугольной формы размером $(50 \times 25 \times 2 \pm 0,2)$ мм.

Образцы изготавливают из вулканизированных пластин так, чтобы направление каландрования совпадало с направлением продольной оси образца.

Число образцов для определения каждого показателя при испытаниях должно быть не менее 3-х.

Аппаратура, материалы, среды:

- стаканчики для взвешивания для проведения испытаний при температуре $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ и давлением (98 ± 10) кПа, допускается применять стеклянную емкость с притертой крышкой;
- стеклянный сосуд с обратным холодильником для проведения испытаний в легколетучих средах или при повышенной температуре (выше $23\pm 2)^{\circ}\text{C}$, выше точки кипения среды и давлением (98 ± 10) кПа;
- контейнер представляющий собой металлический толстостенный цилиндр (емкостью не более $0,25 \text{ м}^3$) с крышкой, которая снабжена прокладкой, обеспечивающей герметичность контейнера, для испытания при температуре ниже температуры самовоспламенения среды и возникающем при испытании давлением (выше (98 ± 10) кПа). Конструкция контейнера должна быть рассчитана на давление, возникающее при испытании с учетом не менее 3-х кратного запаса прочности. Контейнер и прокладка должны быть изготовлены из материалов, стойких по отношению к среде;
- устройства для размещения образцов в емкости;
- толщиномер с ценой деления $0,01$ мм и измерительным усилием $1,5$ Н и измерительной поверхностью 16 мм;
- измерительный инструмент для контроля линейных размеров с учетом погрешности измерения по 14-му качеству;
- весы лабораторные общего назначения, 2-го класса точности, с наибольшим пределом измерения 200 г;
- бумага фильтровальная;
- марля бытовая;
- спирт этиловый технический;
- бензин-растворитель;
- вода дистиллированная.

Подготовка к испытаниям

Поверхность образцов очищают этиловым спиртом и протирают тканью.

Образцы маркируют любым способом, не оказывающем влияния на результат испытания.

Готовят среду необходимой концентрации согласно приложения 1 к стандарту. Тип и концентрацию среды устанавливают в зависимости от условий эксплуатации резин и резиновых изделий в соответствии с ГОСТ или ТУ на резины или резиновые изделия.

Устанавливают тип и размеры емкости для выдержки образцов. образцы кондиционируют в воздушной среде не менее 3-х часов при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$. Продолжительность выдержки образцов до испытаний после вулканизации должна быть не менее 16 ч.

Проведение испытаний

Испытание проводят при температурах:

23, 40, 50, 55, 70, 85, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 °C с допусаемым предельным отклонением ± 2 °C.

Продолжительность испытаний устанавливают в зависимости от типа резины и температуры испытаний по достижению образцами равновесного состояния набухания в среде.

Равновесное состояние набухания устанавливают по достижении образцами постоянного значения массы.

Постоянное значение массы образца определяют, периодически взвешивая образец, извлекаемый из среды, с предельной допустимой погрешностью $\pm 0,001$ г. Значение массы считают постоянным, если масса образца при предыдущем взвешивании отличается от массы образца при последующем взвешивании не более, чем на 0,001г.

Периодичность взвешивания не более 5 сут.

Продолжительность испытаний должна составлять:

24, 72, 168 ч (или кратное 168 ч) с допусаемым предельным отклонением минус 2 ч.

Перерывы при испытаниях не допускаются.

Проведение испытаний

Массу образцов определяют взвешиванием с предельной допускаемой погрешностью $\pm 0,001$ г гидростатическим методом.

При определении изменения размеров:

- длину образца (l_1) измеряют с предельной допускаемой погрешностью $\pm 0,5$ мм в двух местах в близ его продольной оси по верхней и нижней поверхности,
- ширину (b_1) - в 4-х местах равномерно расположенных на образце,
- толщину (h_1) – в 4-х местах равномерно расположенных на поверхности образца с погрешностью $\pm 0,01$ мм. Измерения проводят при температуре (23 ± 2) °С. За результат измерения принимают среднее арифметическое всех измерений.

Проведение испытаний

Образцы размещают в емкости так, чтобы они не касались друг друга, стенок и дна емкости.

Емкость заполняют средой при соотношении объемов среды и образцов не менее 15:1 и не более 30:1.

Уровень среды над образцами должен быть не менее 1 см при заполнении емкости не более, чем на 75 %.

Емкость плотно закрывают и для испытаний при повышенной температуре помещают в термостат, предварительно нагретый до заданной температуры.

Отсчет продолжительности испытаний начинают с момента погружения образцов в среду для испытаний при температуре (23 ± 2) °С или с момента помещения емкости с образцами в термостат для испытаний при повышенной температуре.

Среду меняют после каждой выдержки образцов.

Допускается использовать среду дважды, если выдержку образцов в среде проводят не более 24 ч.

При испытаниях более 30-ти суток среду меняют в соответствии с требованиями установленными в ГОСТ или ТУ на резины или резиновые изделия.

Проведение испытаний

После окончания испытаний при повышенной температуре емкость с образцами извлекают из термостата и охлаждают до (23 ± 2) °C не более 1 часа:

при выдержке в среде 24 ч – охлаждением на воздухе;

при выдержке в среде более 24 ч – любым способом (на воздухе или водой)

Образцы извлекают из емкости и удаляют среду с поверхности образцов:

- после испытаний в легколетучих средах образцы высушивают не более 4 с фильтровальной бумагой или тканью и помещают их в тарированные бюксы;
- после испытаний в маслах образцы промывают погружением их в нефрас или этиловый спирт не более чем на 30 с;
- после испытаний в кислотах, щелочах или органических жидкостях, растворимых в воде, образцы промывают дистиллированной водой.

Объем жидкости для промывания должен быть не менее 1500 см³. Жидкость меняют не реже чем после промывания 50-ти образцов.

Промытые образцы вытирают фильтровальной бумагой или тканью и помещают в эксикатор.

(При наличии на поверхности образца после воздействия среды трещин или других повреждений образец для дальнейших испытаний не применяют).

Обработка результатов

Изменение массы образца (ΔM) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta M = \frac{M_3 - M_1}{M_1} \cdot 100$$

Где M_1 – масса образца в воздухе до воздействия среды, г;
 M_3 – масса образца в воде до воздействия среды, г.

Изменение объема образца (ΔV) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta V = \frac{(M_3 - M_4) - (M_1 - M_2)}{(M_1 - M_2)} \cdot 100$$

Где M_2 – масса образца в воздухе после воздействия среды, г;
 M_4 – масса образца в воде после воздействия среды, г.

Обработка результатов

Изменение размеров образца (ΔP) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta P = \frac{P_3 - P_1}{P_1} \cdot 100$$

Где P_1 – длина (l_1), ширина (b_1), или толщина (h_1) образца до воздействия среды, мм;

P_3 – длина (l_1), ширина (b_1), или толщина (h_1) образца после воздействия среды, г.