

## Изменение № 1 ГОСТ 261—79 Резина. Методы определения усталостной выносливости при многократном растяжении

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25.09.85 № 3048 срок введения установлен

с 01.02.86

Под наименованием стандарта проставить код: ОКСТУ 2509.

По всему тексту стандарта заменить слова: «цикл в мин» на «мин<sup>-1</sup>».

Вводная часть. Первый абзац дополнить словами: «на машинах типа МРС-2 и УР-500»;

второй абзац изложить в новой редакции: «Сущность методов заключается в многократном растяжении образцов до разрушения при знакопостоянном цикле нагружения и измерении при испытании фактических значений статических и циклических деформаций. По методам I и III испытание происходит при деформациях, изменяющихся от нуля до максимального значения, по методу II — от заданной статической до максимальной циклической деформации».

Пункт 1.2. Заменить слова: «Отбор образцов» на «Отбор образцов и подготовка к испытанию».

Пункт 1.3 изложить в новой редакции: «1.3. Предпочтительнее образцы типа I, толщиной (2,0±0,2) мм.

При испытании резин с относительным удлинением при разрыве по ГОСТ 270—75 менее 300 % применяют образцы типа V».

Пункт 2.2. Заменить слова: «приложение» на «приложение 1».

Пункт 2.4. Заменить значение: 1 мм на 1,0 мм; дополнить словами: «или другой инструмент с погрешностью не более 1,0 мм».

Раздел 2 дополнить пунктами — 2.5, 2.6:

«2.5. Машины разрывные по ГОСТ 7762—74. Допускается применять другие разрывные машины, имеющие самопишущий прибор для записи результатов испытаний и обеспечивающие соблюдение условий испытаний и точности записи результатов в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

2.6. Планиметр полярный типа ПП-М с погрешностью измерения ±0,5 %.

Допускается применять другие типы планиметров, предназначенные для определения площадей плоских фигур и обеспечивающие допустимую погрешность измерения».

Пункты 3.2, 3.3.2 изложить в новой редакции: «3.2. Рекомендуемый ряд начальных динамических деформаций растяжения по методам I и II: 50, 75, 100, 125, 150, 200 и 250 %; по методу III: 50, 75, 100, 125 и 150 %.

Рекомендуемый ряд начальных статических деформаций растяжения: 20, 40, 50, 80, 100 и 120 %.

Статическая деформация не должна быть меньше деформаций, при которых возникает «петля» разнашивания.

3.3.2. Устанавливают размах активного захвата машины в соответствии с заданной начальной динамической деформацией образцов. Для этого расстояние между метками на узкой части образца в растянутом состоянии  $l_1$  в миллиметрах вычисляют по формуле

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

где  $\varepsilon_0$  — начальная деформация образца, %;  $l$  — расстояние между метками на узкой части нерастянутого образца, мм.

Значение  $l_1$  округляют до целого числа.

Размах устанавливают на образце из испытываемой резины, который в дальнейшем испытанию не подлежит».

Пункт 3.3.4. Исключить слова: «закрепляют в захватах машины по п. 3.3.3 и»;

(Продолжение см. с. 242)

заменить значение: 3—15 мин на  $(3,0 \pm 0,3)$  мин.

Пункт 3.3.5. изложить в новой редакции: «3.3.5. Отбирают три контрольных образца из общего количества образцов для испытания.

Включают машину и проводят испытания в течение  $(4,0 \pm 0,4)$  мин. Затем машину выключают и устанавливают активный захват в крайнее нижнее положение и измеряют расстояние между метками ( $l_n$ ) на узкой части образцов. Медленным вращением маховика машины активный захват поднимают в верхнее положение до начала появления изгиба образцов. После этого фиксируют положение маховика и для полностью расправленных образцов определяют расстояние между метками ( $l_b$ ) на узкой части образцов».

Раздел 3 дополнить пунктами — 3.3.6—3.3.9: «3.3.6. Максимальную фактическую циклическую деформацию в момент каждого измерения ( $\varepsilon_{\phi i}$ ) вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{\phi i} = \frac{l_n - l_b}{l_b},$$

где  $l_n$  — 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 (новая длина образца после разнашивания), мм.

3.3.7. Среднюю максимальную фактическую деформацию для данного образца, соответствующую испытанию его до разрушения ( $\varepsilon_{\phi}$ ) вычисляют по формуле

$$\bar{\varepsilon}_{\phi} = \frac{1}{t_0} [\varepsilon_{\phi_1} \cdot \Delta t_1 + \varepsilon_{\phi_2} \cdot \Delta t_2 + \dots + \varepsilon_{\phi_n} (\Delta t_n + \Delta t_p)],$$

где  $t_0$  — продолжительность от начала испытания до разрушения образца, мин;  $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n$  — продолжительность испытания при деформации  $\varepsilon_{\phi_1}, \varepsilon_{\phi_2}, \dots, \varepsilon_{\phi_n}$ , мин;  $\Delta t_p$  — продолжительность от последнего измерения до разрушения образца, мин.

3.3.8. Средняя фактическая деформация  $\varepsilon_{\phi_c}$  для всех испытуемых образцов равна среднему арифметическому трех измерений контрольных образцов.

3.3.9. Машину включают и проводят испытания до следующего измерения, если образцы не разрушались, или до разрушения образцов.

Последующие измерения  $l_n$  и  $l_b$  проводят через  $(0,50 \pm 0,03)$ ,  $(5,00 \pm 0,01)$ ,  $(24,0 \pm 0,1)$ ,  $(48,0 \pm 0,1)$  ч, а затем при необходимости через время, кратное 24 ч.

Измерения проводят на трех контрольных образцах, при этом продолжительность измерений  $l_n$  и  $l_b$  не должна превышать 3 мин.

Время, затраченное на измерение, не учитывают в продолжительности испытания».

Пункты 3.4—3.4.7 изложить в новой редакции:

«3.4. Метод II

3.4.1. Испытания проводят по пп. 3.3.1—3.3.4.

3.4.2. Образцам задают начальную статическую деформацию. Для этого 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  $l_c$ , в мм, которое вычисляют по формуле

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

где  $\varepsilon_{ст}$  — статическая деформация, %;  $l$  — расстояние между метками на узкой части нерастянутого образца, мм.

Значение  $l_{ст}$  округляют до целого числа.

(Продолжение см. с. 243)

3.4.3. Отбирают три контрольных образца из общего количества образцов для испытания.

Включают машину и проводят испытания в течение  $(4,0 \pm 0,4)$  мин. Затем машину выключают и устанавливают активный захват в крайнее верхнее положение. Опускают пассивный захват до момента появления петли и измеряют расстояние между метками на узкой части образцов ( $l'_B$ ). Опускают активный захват в крайнее нижнее положение и измеряют расстояние между метками на узкой части образцов ( $l'_H$ ). Пассивный захват возвращают вверх и задают статическую деформацию, при которой расстояние между метками равно  $l_{ст}$ . После этого фиксируют пассивный захват.

3.4.4. Затем машину включают и проводят испытания до последующих измерений  $l'_B$  и  $l'_H$  или до разрушения образцов, отмечая время измерения и разрушения. Последующие измерения  $l'_B$  и  $l'_H$  проводят через промежутки времени, указанные в п. 3.3.9. Измерения проводят на трех контрольных образцах, при этом продолжительность измерения  $l'_B$  и  $l'_H$  не должна превышать 3 мин.

3.4.5. Максимальные фактические циклические деформации в момент каждого измерения  $\varepsilon_{ф_i}$  вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{ф_i} = \frac{l'_H - l'_B}{l'_B},$$

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  $\varepsilon_{ф_i}$  (ст) вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{ф_i} (\text{ст}) = \frac{l_{ст} - l'_B}{l'_B},$$

где

$l_{ст}$  — расстояние между метками при заданной статической деформации, мм;

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

3.4.6. Среднюю максимальную циклическую и статическую деформацию для данного контрольного образца, соответствующую испытанию до разрушения, вычисляют по п. 3.3.7.

3.4.7. Средние максимальные фактические циклические и статические деформации для всех испытанных образцов равны среднему арифметическому трех контрольных образцов».

Раздел 3 дополнить пунктами — 3.5—3.5.8:

«3.5. Метод III

3.5.1. Проводят испытания по п. 3.3.1—3.3.4.

3.5.2. Отбирают три контрольных образца из общего количества образцов. Включают машину и наблюдают за появлением квазистаточной деформации — «петли». Через  $(1,0 \pm 0,1)$  мин после начала испытаний машину останавливают, подвижный захват фиксируют в крайнем верхнем положении и в течение не более 20 с устраняют квазистаточную деформацию — «петлю» пе-

(Продолжение см. с. 244)

редвижением пассивного захвата вверх, фиксируют пассивный захват и включают машину.

3.5.3. Через  $(4,0 \pm 0,4)$  мин повторно устраняют «петлю» по п. 3.5.2.

3.5.4. Подвижный захват фиксируют в крайнем верхнем положении и измеряют расстояние между метками на узкой части образцов ( $l_B$ ). Затем подвижный захват устанавливают в крайнее нижнее положение и измеряют расстояние между метками на узкой части образцов ( $l_H$ ). Измерения проводят на трех контрольных образцах, при этом продолжительность измерения  $l_B$  и  $l_H$  не должна превышать 3 мин.

3.5.5. Включают машину и продолжают испытания. При появлении «петли» ее устраняют и затем измеряют расстояние между метками  $l_B$  и  $l_H$  по п. 3.5.4 через  $(0,50 \pm 0,03)$ ,  $(5,0 \pm 0,01)$ ,  $(24,0 \pm 0,1)$  ч, а затем при необходимости через время, кратное 24 ч.

При испытании фиксируют количество циклов от начала испытания до разрушения каждого образца. При испытании резин на машине УР-500 допускается устранять «петлю», не останавливая машину.

3.5.6. Фактическую деформацию для каждого образца к данному времени испытания  $\varepsilon_{f_i}$  вычисляют по п. 3.3.6.

3.5.7. Среднюю фактическую деформацию, при котором испытывали образец до разрушения  $\bar{\varepsilon}_{f_i}$ , вычисляют по п. 3.3.7.

3.5.8. Среднюю фактическую деформацию для всех испытанных образцов вычисляют по п. 3.3.8».

Раздел 4 изложить в новой редакции:

#### «4. Обработка результатов

4.1. Усталостную выносливость при многократном растяжении ( $N$ ) для каждого образца определяют количеством циклов до разрушения образца, которые определяют по показателю счетчика, при отсутствии счетчика вычисляют по формуле

$$N = v \cdot t,$$

где  $v$  — частота колебаний подвижного захвата машины,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$t$  — продолжительность испытания, мин.

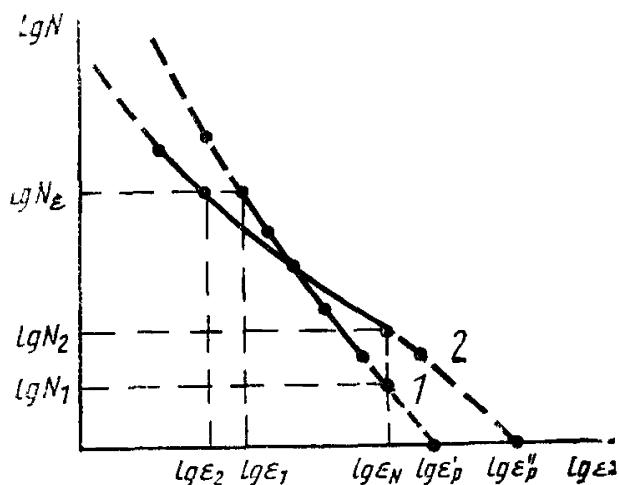
4.2. Определяют среднюю усталостную выносливость ( $N_{cp}$ ) для заданной фактической статической и динамической деформации ( $\varepsilon_{f \text{ дин.}}$ ,  $\varepsilon_{f \text{ ст.}}$ ), как среднее арифметическое не менее 12 образцов. Указывают максимальную и минимальную усталостную выносливость.

4.3. Для определения показателей усталостных свойств резины строят график зависимости усталостной выносливости от динамической и статической деформаций. Для построения такого графика должны быть получены значения усталостной выносливости не менее четырех деформаций. Примеры построения графиков приведены на черт. 1 и 2.

По графикам определяют значения усталостной выносливости  $N$ , соответствующие заданной фактической деформации или значения усталостных деформаций при заданной базе утомления  $N_6$ .

(Продолжение см. с. 245)

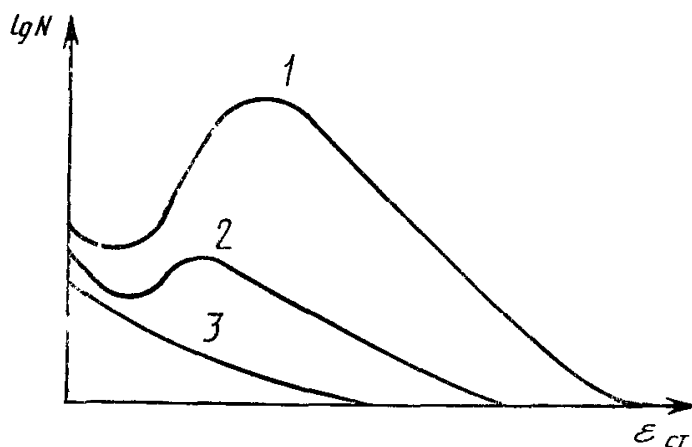
**Зависимость усталостной выносливости от максимальной деформации цикла**



1, 2 — кривые для резин на основе различных каучуков

Черт. 1

**Зависимость усталостной выносливости от статической деформации для резин различного типа**



1—высокопрочные эластомеры, кристаллизующиеся при растяжении; 2—высокопрочные наполненные некристаллизующиеся резины; 3—малопрочные ненаполненные резины

Черт. 2

4.4. Для характеристики усталостных свойств резин, которые определяются зависимостью показателей усталостной прочности от повторения нагружения, используют коэффициент усталостной выносливости  $\beta_\epsilon$ , вычисляемый по формуле

$$\beta_\epsilon = \frac{\lg N}{\lg \frac{\epsilon_p}{\epsilon_{\text{факт}}}}$$

(Продолжение см. с. 246)

где  $N$  — усталостная выносливость, цикл;  $\epsilon_p$  — удлинение при разрыве, однократном нагружении. Определяется экстраполяцией кривой  $\lg N - \lg \epsilon$  значению  $\lg N = 0$ ;  $\epsilon_{\text{факт}}$  — фактическая деформация.

Пример вычисления фактических деформаций приведен в справочном приложении 2.

4.5. Способ представления зависимостей усталостной выносливости, определенной на машинах, не позволяющих определять напряжение или энергию циклической деформации от этих параметров из графиков, приведен в справочном приложении 3.

4.6. Результаты испытаний по методам I, II и III несопоставимы. Результаты испытаний каждого метода сравнимы для образцов, имеющих одинаковые размеры и испытанных в одинаковых условиях.

4.7. Результаты испытаний записывают в протокол, содержащий:

условное обозначение резины;

дату и условия вулканизации;

обозначение метода испытания;

деформацию растяжения — динамическую и статическую;

температуру испытания;

количество циклов до разрушения каждого образца;

среднее арифметическое значение  $\bar{N}$ ;

показатели усталостных свойств резин;

дату проведения испытания;

обозначение настоящего стандарта».

Приложение. Заменить слово: «Приложение» на «Приложение 1».

Стандарт дополнить приложениями — 2, 3:

## «ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Справочное

#### Пример вычисления фактических деформаций при заданной начальной деформации $\epsilon_0 = 100\%$

Контрольный образец № 1: первое измерение через 4 мин —  $\epsilon_{\phi 1} = 0,93$ , второе измерение через 30 мин  $\epsilon_{\phi 2} = 0,90$ , третье измерение через 5 ч (300 мин) —  $\epsilon_{\phi 3} = 0,89$ , образец разрушился через 7 ч (420 мин).

$$\bar{\epsilon}_{\phi 1} = \frac{1}{420} [0,93 \cdot 4 + 0,90 \cdot 26 + 0,89(270 + 120)] = 0,89.$$

Контрольный образец № 2: первое измерение  $\epsilon_{\phi 1} = 0,92$ , второе измерение  $\epsilon_{\phi 2} = 0,89$ , третье измерение  $\epsilon_{\phi 3} = 0,88$ , образец разрушился через 6 ч (360 мин)

$$\bar{\epsilon}_{\phi 2} = \frac{1}{360} [0,92 \cdot 4 + 0,89 \cdot 26 + 0,88(270 + 60)] = 0,88.$$

Контрольный образец № 3: первое измерение  $\epsilon_{\phi 1} = 0,91$ , второе измерение  $\epsilon_{\phi 2} = 0,88$ , третье измерение  $\epsilon_{\phi 3} = 0,87$ , образец разрушился через 9 ч (540 мин).

$$\bar{\epsilon}_{\phi 3} = \frac{1}{540} [0,91 \cdot 4 + 0,88 \cdot 26 + 0,87(270 + 240)] = 0,87.$$

Среднее значение деформации  $\epsilon_{\phi \text{ср}} = \frac{1}{3} (0,89 + 0,88 + 0,87) = 0,88$ .

(Продолжение см. с. 247)

**Метод пересчета результатов испытаний, полученных в режиме заданных деформаций, на режимы заданных напряжений или энергии деформации**

1. Образцы для испытания рекомендуется брать в форме двусторонней лопатки по ГОСТ 270—75, типа I и V или в форме полоски шириной 6—10 мм и длиной 100—120 мм. Предпочтительнее применять образцы типа V и полоски.

2. Заготавливают три образца для каждой деформации из тех же пластин, из которых заготавливались образцы для усталостных испытаний.

На узкую часть образца наносят параллельные метки для измерения удлинения и подготавливают образцы к испытанию по ГОСТ 270—75.

Расстояние между метками образца типа V и в форме полосок должно быть  $l_0 = (5,0 \pm 0,1)$  см. Определяют толщину  $d_0$  в см и ширину образцов  $b_0$  в см.

3. Подготовленные три образца испытывают в течение  $(4,0 \pm 0,4)$  мин на машине для усталостных испытаний при той же начальной деформации, что и усталостные испытания. Испытания проводят по методу I или III.

4. После растяжения через  $(10 \pm 1)$  мин измеряют расстояние между метками  $l'_0$  в см и определяют новое сечение образца  $S$  в  $\text{м}^2$  ( $\text{см}^2$ ) по формуле

$$S = \frac{l_0 \cdot d_0 \cdot b_0}{l'_0}$$

5. Затем образцы растягивают со скоростью  $(1000 \pm 50)$  мм/мин на разрывных машинах.

При этом самопишущий прибор записывает кривую растяжения в координатах «нагрузка-смещение». Для образцов в форме лопаток по ГОСТ 270—75 испытания проводят на машинах, оборудованных экстензомерами.

При отсутствии таких машин кривую «нагрузка-смещение» получают, используя образцы в форме полосок, при этом за расстояние между метками образца принимают расстояние между зажимами. Не допускается выполнение образцов из зажимов. Рекомендуется использовать самозатягивающиеся зажимы типа ЗМУ-05.

6. По кривой растяжения определяют напряжение  $f_\phi$  в Ньютонах (килограмм силах) при заданной фактической деформации ( $\epsilon_\phi$ ) по формуле

$$f_\phi = \frac{P_\phi}{S}$$

где  $S$  — сечение образца после утомления в  $\text{см}^2$ ;

$P_\phi$  — нагрузка в Н (кгс) при смещении  $\Delta l'_\phi = \epsilon_\phi \cdot l_0$ , соответствующая средней фактической деформации.

7. Удельную энергию фактической деформации ( $W_\phi$ ) в мегаджоулях на кубический метр (килограмм-сантиметрах на кубический сантиметр) определяют планиметрированием площади под кривой растяжения  $P-\Delta l$  и вычисляют по формуле

$$W_\phi = \frac{S'}{V} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $S'$  — площадь диаграммы, определенная планиметром,  $\text{см}^2$ ;

$K_1$  — значение 1 см диаграммы на оси силы, Н (кгс);

$K_2$  — значение 1 см диаграммы на оси смещения.

(Продолжение см. с. 248)

Объем образца между метками или между зажимами ( $V$ ) в кубических сантиметрах вычисляют по формуле

$$V = S \cdot l_0',$$

где  $S$  — сечение образца после утомления, см<sup>2</sup>;

$l_0'$  — расстояние между метками или между зажимами после утомления, см.

8. Удельную энергию деформации ( $W$ ), в мегаджоулях на кубический метр (килограмм-сантиметрах на кубический сантиметр), если известна зависимость «нагрузка-смещение» (черт. 3), вычисляют по формуле

$$W = \frac{1}{2S} [ P_1 \cdot \epsilon_1 + (P_1 + P_2) (\epsilon_2 - \epsilon_1) + (P_2 + P_3) (\epsilon_3 - \epsilon_2) + \dots + (P_{n-1} + P_n) (\epsilon_{\phi} - \epsilon_{n-1}) ],$$

где  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \dots, \epsilon_n, \epsilon_{\phi}$  — деформации на участках разбиения кривой растяжения на отрезки, близкие к прямым линиям, определяемым по формуле

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0},$$

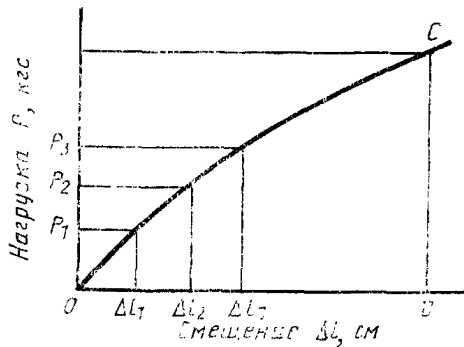
где  $\Delta l$  — смещение, см;

$l_0$  — расстояние между метками (для образцов лопаток или между зажимами — для образцов полосок), см;

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n, P_{\phi}$  Н (кгс) — нагрузка при деформациях  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \dots, \epsilon_n, \epsilon_{\phi}$ .

9. Кривую растяжения допускается строить по точкам, при этом расстояние между метками или зажимами в параллельной части образца должно быть  $(5,0 \pm 0,1)$  см.

10. Определив значение напряжения при заданной фактической деформации ( $f_{\phi}$ ) и удельной энергии фактической деформации ( $W_{\phi}$ ), строят кривые усталостной выносливости в координатах  $\lg N - \lg f$  и  $\lg N - \lg W$ . С помощью этих кривых определяют значения усталостной выносливости для заданных значений  $f$  или  $W$ , а также значения усталостной прочности и усталостной энергии деформации при заданной базе утомления.



Черт. 3

Для характеристики усталостных свойств резин определяют коэффициент усталостной выносливости ( $\beta_w$ ) по формуле

$$\beta_w = \frac{\lg N}{\lg W_p - \lg W},$$

(Продолжение см. с 249)



*(Продолжение изменения к ГОСТ 261—79)*

где  $N$  — усталостная выносливость, цикл;  
 $W_p$  — энергия разрушения, определяемая экстраполяцией зависимости  
 $\lg N$  от  $\lg W$  к  $\lg N=0$ ;  
 $W$  — энергия деформации в мДж/м<sup>2</sup>.

*(Продолжение см. с. 250)*

*(Продолжение изменения к ГОСТ 261—79)*

Коэффициент усталостной выносливости определяется только свойствами материала, изучение его зависимости от деформации позволяет выявить особенности усталостных свойств резин».

(ИУС № 12 1985 г.)