

УДК 620.178.7

МЕХАНИКА

П. М. Хачатрян

**Сжимающий удар жесткой массы по резиновым образцам**

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 18/1 1982)

В работе поставлена задача изучить рассеяние энергии в резиновых образцах при сжимающем ударе. Задача решалась методом «непосредственного осциллографирования», экспериментально регистрировалась зависимость между напряжением и деформацией.

В качестве экспериментальной установки использовали копер с падающим грузом, представляющий собой станину с двумя колонками, по которым как на катках вертикально перемещается траверса массой 10 кг (рис. 1). Траверса при падении ударяла по образцу. Фиксирование силы производили пьезоэлектрическим динамометром, а перемещения — фотоэлементом, с катодным осциллографом Piezo-elektrische messrichtung РМ-1. Экспериментальная установка и осциллограф РМ-1 производства ГДР.

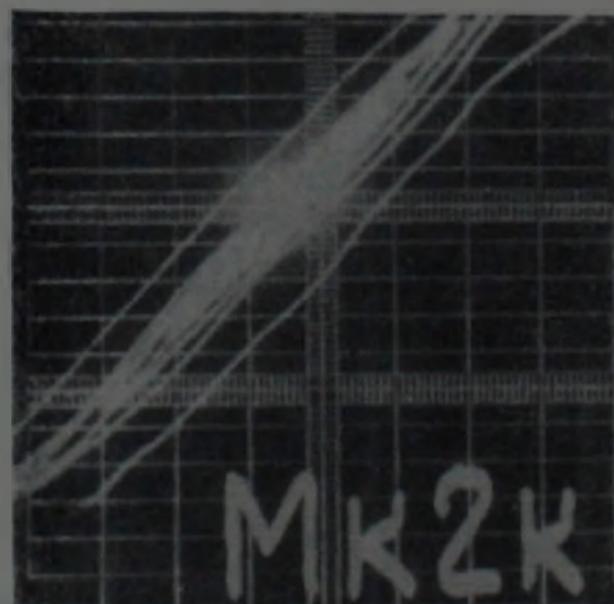
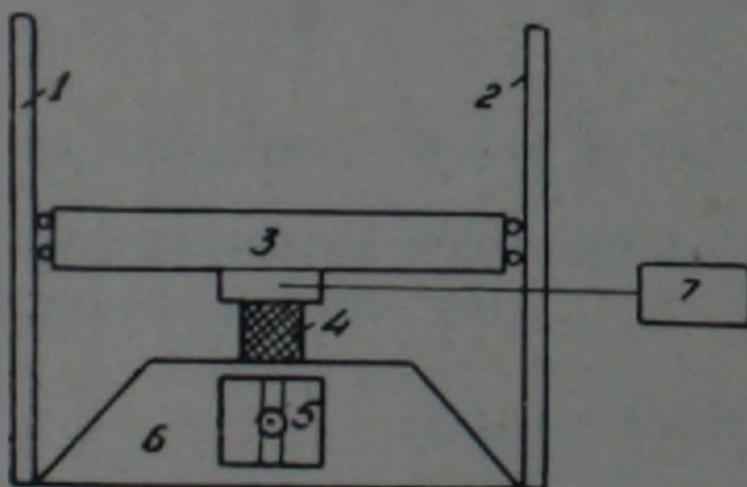


Рис. 1. Схематический чертеж копра с падающим грузом: 1, 2—направляющие вертикальные колонки; 3—траверса; 4—исследуемый образец; 5—пьезодинамометр; 6—станина; 7—фотоэлемент

Рис. 2. Типичная осциллограмма сжатия образца ударным импульсом

На рис. 2 показана типичная осциллограмма процесса.

Опыты выполнены для случаев, когда траверса свободно падала с разных высот. Для получения более четких осциллограмм для силы и перемещения при различных сортах резины избирались разные условия.

Вычисления производили следующим образом. Экран осциллографа РМ-1 градуирован на миллиметровые деления по вертикали и по горизонтали (рис. 2), что позволяло судить о силе (по вертикали) и о перемещении (по горизонтали). Для расшифровки каждого снимка надо сначала тарировать в отдельности по каждому каналу силу и перемещение, определять для них соответственные коэффициенты увеличения и потом истинные значения ударяющей силы и перемещения.

Пусть  $\lambda_c$  и  $\lambda_n$  представляют единичные увеличения по каналам для силы и для перемещения, а  $S_{осц}$  и  $X_{осц}$  — значения силы и перемещения, выраженные в миллиметрах из осциллограмм.

Тогда по формулам

$$P_{ист} = \lambda_c \cdot S_{осц} \text{ (кГ)} \quad \text{и} \quad \Delta b = \lambda_n \cdot X_{осц} \text{ (см)}$$

определяются максимальные значения истинных сжимающих сил и сужений образцов (таблица). В этой таблице приведены значения площадей соударения  $F$  (см<sup>2</sup>) траверсы с разными образцами и начальные значения толщины образцов  $b_0$  (см). Имея значения  $\Delta b$  и  $b_0$ , по формулам

$$\varepsilon_{max} = \frac{\Delta b}{b_0}; \quad \sigma_{max} = \frac{P}{F} \quad \text{и} \quad E_{дин} = \frac{\sigma_{max}}{\varepsilon_{max}}$$

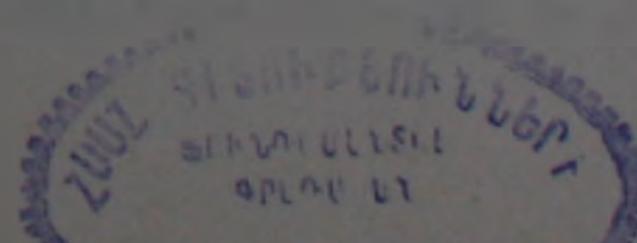
можно определить максимальные значения соответственно относительных деформаций, напряжений, динамических модулей упругости и коэффициентов поглощения энергии.

Было исследовано шесть разных составов резин, которые применяются в машиностроении. Для ясности приведем рецепты резин № 1 и 3 (по нашим нумерациям). Количество сырья для резины № 3 приведено в скобках.

Резина № 1 (№ 3) — СКМС — 30 ПР — 15% (15%), каучук БС-45 5% (20%), регенерат подошвенный 22,5% (10%), канифоль 3,5% (3%), веретенное масло 7% (4%), жирные кислоты 1,5% (1,5%), окись цинка 3% (3%), каптакс 0,3% (0,25%),ДФГ 0,1% (0,1%), сера 1,7% (1,7%), бикарбонат натрия 0,5% (1,8%), профорхемпор 0,7% (0,5%), сажа ламповая ПМ-15 0,6% (19,25%), фталевый ангидрит 0,3% (0,4%), каолин 34,8% (—), сурик 3,5% (—), СКБ — 40В — (5%), неозон «Д» — (0,1%), профор 4х3 — 21 — (0,8%), рубракс — (4%), сажа ПМ-75 — (10%).

Как видно из рис. 2, для каждого цикла деформации осциллограммы представляют собой квазиэллипсы (гистерезис). Из этих петель по методике (1) определены коэффициенты поглощения  $\psi$ .

Как видно из осциллограмм, ударам малой интенсивности соответствовали почти нераскрытые петли гистерезиса. Повторные соударения траверсы в некоторых случаях приводили к циклическому появлению петель. Вычисления производили и в том случае, когда после удара траверсы под действием вязко-упругих сил резина восстанавливалась, т. е. принимала начальное положение.



Результаты, полученные для образцов 1 и 3, приведены в таблице.

| Номер образца | Толщина образца $b_0$ , см | Площадь соударения траверсы $F$ , см <sup>2</sup> | Высота падения траверсы $h$ , см | Скорость траверсы в момент удара $V$ , см/сек | Относительная деформация $\varepsilon$ , % | Максимальное напряжение $\sigma_{max}$ , кг/см <sup>2</sup> | Динамический модуль упругости $E_{дин}$ , кг/см <sup>2</sup> | Коэффициент поглощения энергии $\psi$ |
|---------------|----------------------------|---|----------------------------------|---|--|---|--|---------------------------------------|
| 1             | 2,46                       | 5,00  | 0,40                             | 28,00   | 9,754                                      | 1,006   | 10,31  | 2,412                                 |
|               |                            |   | 8,10                             | 78,20   | 43,210                                     | 24,380  | 53,04  | 2,602                                 |
|               |                            |   | 7,00                             | 117,30  | 57,460                                     | 43,590  | 70,23  | 2,732                                 |
| 3             | 1,84                       | 5,00  | 0,30                             | 24,25   | 3,662                                      | 8,885   | 278,40   | 2,511                                 |
|               |                            |   | 3,40                             | 81,80   | 41,330                                     | 35,660  | 96,53  | 2,593                                 |
|               |                            |   | 7,00                             | 117,3   | 81,510                                     | 62,760  | 121,36   | 2,815                                 |
|               |                            |   | 7,50                             | 121,4   | 84,500                                     | 77,730  | 92,76  | 2,935                                 |

Восстановление образца после удара под действием вязко-упругих сил

|   |      |      |   |   |       |       |        |       |
|---|------|------|---|---|-------|-------|--------|-------|
| 1 | 2,46 | 5,00 | — | — | 3,203 | 0,520 | 9,33   | 2,667 |
| 3 | 1,84 | 5,00 | — | — | 1,604 | 2,458 | 169,20 | 2,931 |

Сопоставляя данные таблицы с результатами квазистатических испытаний тех же материалов, замечаем, что при сравнительно малых скоростях удара губчатые резины ведут себя более податливо, а при повышении скорости удара более жестко, т. е. модуль упругости увеличивается.

Величина модулей упругости при динамическом сжатии резиновых монолитных образцов больше, чем при статическом сжатии. Коэффициент поглощения энергии при растяжении и сжатии в среднем не изменяется.

Ордена Трудового  
Красного Знамени  
Институт геофизики и  
инженерной сейсмологии  
Академии наук Армянской ССР

Պ. Մ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

### Կոշտ մասսայի սեղմող հարվածը ռետինե նմուշներին

Նկարագրվում է ընդլայնական սեղմող հարվածի ազդեցությունը ռետինե նմուշներում էներգիայի ցրման և դինամիկական մոդուլի վարքի վրա:

Դիտարկվում են մոնոլիտ և ծակոտկեն ռետինների վրա կատարված փորձեր, որոնցում ուժը գրանցվում է պլեթոտվիչով, տեղաշարժը՝ ֆոտոէլեմենտով: Բերվում են նմուշներից մեկի համար ստացված տիպային օսցիլոգրամման և երկու նմուշների համար կատարված չափումների արդյունքները:

Նպրակացվում է, որ ռետինե նմուշներում հարվածող ուժի արագության մեծացմանը զուգընթաց, դինամիկական մոդուլները մեծանում են, իսկ էներգիայի ցրման գործակիցը սեղմման և ձգման դեպքերում համարյա մնում է անփոփոխ:

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> П. М. Хачатрян, Сб. научн. трудов Ленинанканского филиала ЕрПИ им. К. Маркса, т. 1, сер. техн. науки, вып. 4, Ленинанкан (1971).