

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

К. В. РУППЕНЕИТ

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ  
ПО ТОРЦАМ СЖИМАЕМЫХ ЦИЛИНДРОВ**

(Представлено академиком Л. Д. Шевяковым 5 I 1951)

1. Основным видом испытаний для определения предела прочности хрупких материалов, в том числе горных пород, искусственных камней и т. п., является так называемое одноосное сжатие. При испытании на сжатие цилиндров установлено, что на прочность образца влияет как соотношение размеров (высоты к диаметру), так и условия передачи дав-

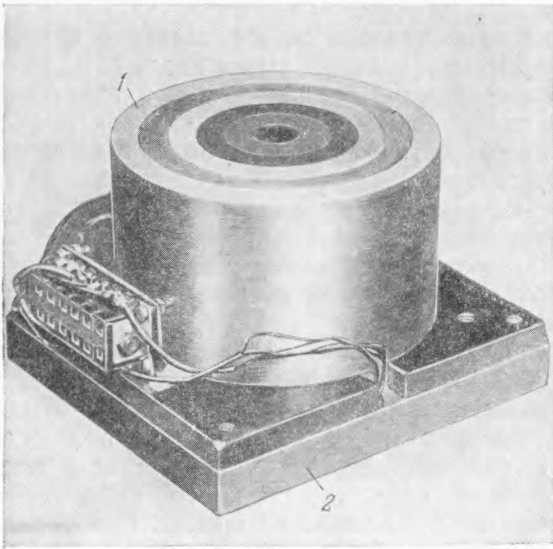


Рис. 1

ления на торцы, т. е. наличие или отсутствие прокладок между образцами и нажимными плитами пресса, свойства материала этих прокладок, наличие смазки. В частности, присутствие слоя смазки вызывает резкое уменьшение прочности образца, достигающее до 50—70% для образцов с отношением высоты к диаметру 0,5.

Поэтому в литературе (например (1)) неоднократно отмечалась необходимость экспериментального и теоретического изучения распределения напряжений как в сжимаемых цилиндрических образцах, так и в прокладках и смазке, которые можно рассматривать как цилиндры очень

малой высоты. Теоретическое решение задачи о сжатии цилиндра из пластического материала было дано в нашей работе (2).

Для качественной проверки полученного теоретического решения и для выявления общей картины распределения давлений по торцам образца было предпринято исследование, целью которого являлось экспериментальное изучение распределения напряжений по торцевым поверхностям цилиндров, сжимаемых между жесткими шероховатыми плитами.

2. Для измерения нормальных контактных напряжений был сконструирован и изготовлен представленный на рис. 1 прибор. Рабочая часть прибора состоит из 6 цилиндров (1), входящих один в другой с зазором

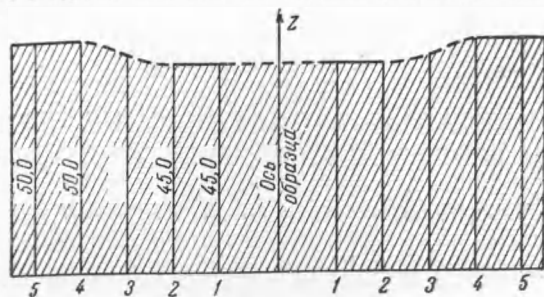


Рис. 2. Эпюра распределения давлений в картонной прокладке толщиной 1 мм из очень плотного парафинированного картона. Характер распределения напряжений совпадает с получающимся при решении упругой осесимметричной задачи

0,2—0,3 мм. Высота цилиндров 80 мм. Диаметр внутреннего цилиндра 18 мм, внешнего 118 мм. Толщина стенок каждого цилиндра  $10 \pm 0,15$  мм.

Цилиндры смонтированы на шлифованной пластинке (2) толщиной 20 мм. Рабочая торцевая поверхность цилиндров также шлифована. На внутренние поверхности всех цилиндров, кроме центрального стержня, наклеены электротензометры сопротивления из константановой проволоки, соединенные по схеме четырехплечевого мостика. На нижнем торце цилиндра сделаны узкие щелевые прорезы, через которые пропущены провода, питающие мостики, и выводы для включения гальванометра в диагонали мостиков. При опытах использовался зеркальный гальванометр с теньевым отсчетом М91.

Каждый цилиндр был протарирован и определена цена деления гальванометра в  $\text{кГ/см}^2$ . Для облегчения обработки результатов испытаний построены в крупном масштабе на миллиметровой бумаге тарировочные кривые по каждому цилиндру в координатах: приращение отклонения гальванометра в единицах шкалы — напряжение в цилиндре в  $\text{кГ/см}^2$ .

В среднем изменению напряжения на  $100 \text{ кГ/см}^2$  соответствовало изменение отсчета на  $18 \pm 0,5$  делений шкалы. При тарировке было установлено, что деформации одного цилиндра не вызывают каких-либо напряжений в смежных цилиндрах.

Испытания проводились на 5-тонном рычажном прессе с точностью отсчета 10 кГ. При наибольшей нагрузке среднее давление по площади прибора составляло  $45,8 \text{ кГ/см}^2$ . При испытаниях на рабочую поверхность прибора, установленного на нижней плите пресса, накладывали испытуемый образец, который покрывали сверху цилиндром из талькохлорита с внешним диаметром, равным диаметру прибора. Давление на талькохлоритовый образец передавалось через стальную плиту с шариком, центрирующим нагрузку.

Результаты испытаний приведены на рис. 2—4. Давления на оси определялись из условия равенства суммы усилий, воспринимаемых цилиндрами прибора, передаваемой прессом нагрузке.

Выводы. Проведенные испытания полностью подтверждают, что при пластическом состоянии материала прослоек распределение напряжений значительно отличается от равномерного. Наличие тонких пластических прослоек вызывает такое перераспределение напряжений, при котором наиболее нагруженными являются области, расположенные в центре.

Опыт показал, что характер распределения напряжений соответствует полученному в результате теоретического решения задачи о сжатии цилиндра между жесткими плитами (2).

Опыт работы с изготовленным прибором позволяет надеяться, что приборы такого типа получат широкое распространение в лабораториях, занимающихся испытаниями горных пород или строительных материалов для контроля напряженного состояния, осуществляемого в процессе испытаний.

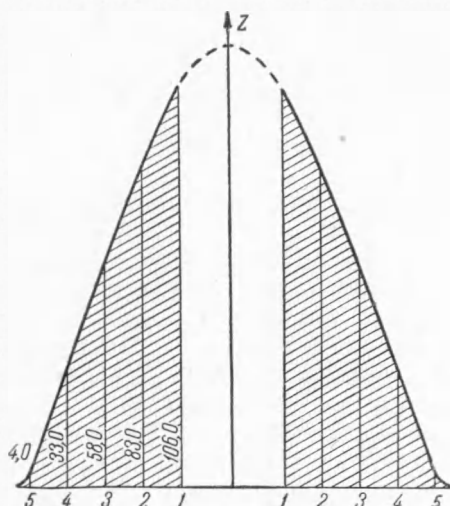


Рис. 3. То же, что на рис. 2, в резиновой прокладке толщиной 5 мм

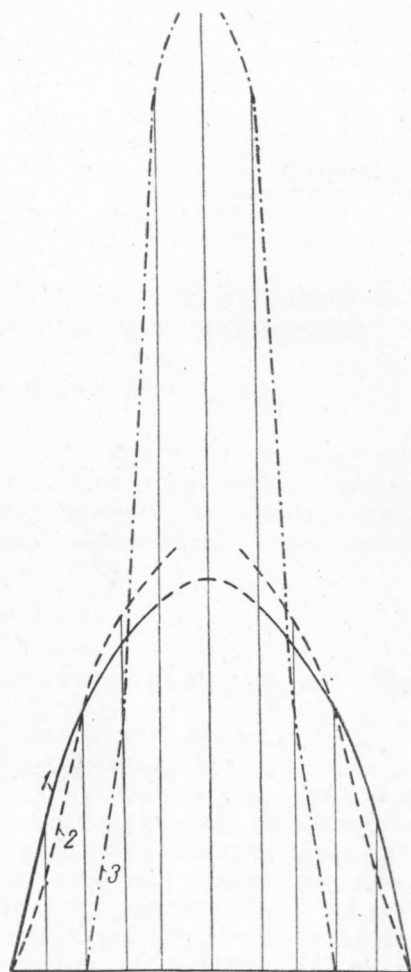


Рис. 4. То же, что на рис. 2, в слое парафина 1,5 мм, помещенном между двумя картонными прокладками из плотного парафинированного картона и в слоях из смеси парафина, слюдяной муки и ~85% кварцевого песка. 1 — парафин 1,5 мм, 2 — смесь 8,5 мм, 3 — смесь 17 мм. Масштаб 1 см — 20 кг/см<sup>2</sup>

Поступило  
3 I 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Г. И. Кузнецов, *Механические свойства горных пород*, 1947. 2 К. В. Рупенейт, *ДАН*, 72, № 2 (1950).