

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

УДК 699.841

Л. В. Шахсуварян, В. К. Гукасян

Об одной возможности моделирования каменной кладки

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 27/II 1968)

Экспериментальные исследования работы каменных зданий и сооружений или их фрагментов в натурную величину связаны со значительными техническими затруднениями. При решении таких вопросов большую услугу может оказать метод моделирования, который для определенного круга задач является единственным путем исследования. С этой точки зрения интерес представляет исследование практических возможностей моделирования каменной кладки.

В настоящей статье рассматривается способ моделирования кладки из камней правильной формы.

Известно, что прочностные и деформативные свойства кладки помимо прочности камня во многом зависят от свойств и консистенции раствора, прочности его сцепления с камнем, условий вызревания кладки и др. Моделирование этих факторов представляет довольно сложную задачу и достижение точного подобия связано с кропотливыми работами. Однако, для практических задач некоторые факторы могут быть смоделированы приближенно с соблюдением достаточной точности.

Исходя из этого предлагается модель кладки осуществить из камней оригинала в соответствии с масштабом, применяя раствор, по основным свойствам подобный раствору оригинала, с соблюдением технологии возведения. Были поставлены опыты над натурными образцами кладки и их моделями. Моделирование произведено по условиям простого подобия <sup>(1)</sup>, согласно которым материалы оригинала и модели должны иметь одинаковые механические характеристики. Исходя из технических возможностей осуществления растворных швов в моделях, линейный множитель подобия был принят равным 1:5.

Образцы оригиналов и моделей имели соответственно размеры  $1,2 \times 1,2 \times 0,2$  и  $0,24 \times 0,24 \times 0,04$  м. Были применены камни правильной формы двух месторождений — Артикского и Маисянского с прочностями соответственно 130 и 140 кг/см<sup>2</sup>. Раствор был взят смешанный марки 50 состава по объему 1<sub>ц</sub>:0,7<sub>изв.</sub>:7<sub>песок</sub>. Максимальная крупность зерен песка в модели была принята 1,2 мм, с целью соблюдения соотно-

шения между крупностью заполнителя и толщиной шва, которая по масштабу составляет 3—4 мм.

Образцы изготовлены по двум технологиям. Одна из них соответствовала действующим Временным техническим указаниям (ВТУ 3—61), согласно которым в горизонтальных швах кладки применяется раствор пластичной консистенции, а в вертикальных—литой, с погружением стандартного конуса соответственно 8÷9 и 12÷13 см (группы образцов А и Б). По второй технологии во всех швах кладки был использован раствор литой консистенции (группы В и Г). При этом образцы были изготовлены в горизонтальном положении. Необходимо отметить, что такой способ осуществления кладки обеспечивает ее сравнительную однородность, позволяет механизировать некоторые процессы кладки и потому он является одним из перспективных для изготовления стеновых панелей и блоков из штучных камней. Группы образцов Д были изготовлены по второй технологии, но без перевязки швов. Образцы оригиналов и моделей вызревали в

Несущая способность образцов кладки оригиналов и моделей при центральном сжатии и сдвиге

| Вид камня | Технология изготовления | Группа образцов | Разрушающая нагрузка, кГ |         |                   |         | Отклонение, %              |                         |                              |
|-----------|-------------------------|-----------------|--------------------------|---------|-------------------|---------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
|           |                         |                 | оригинал                 |         | модель            |         | между образцами оригиналов | между образцами моделей | образцов модели от оригинала |
|           |                         |                 | отдельные образцы        | среднее | отдельные образцы | среднее |                            |                         |                              |

при центральном сжатии

|                 |                   |   |                         |               |                     |      |    |    |    |
|-----------------|-------------------|---|-------------------------|---------------|---------------------|------|----|----|----|
| Арктический туф | Согласно ВТУ 3—61 | А | $\frac{105000}{130000}$ | 117500 (4700) | $\frac{4000}{3500}$ | 3750 | 24 | 14 | 20 |
| Мансянский туф  |                   | Б | $\frac{81000}{99700}$   | 90350 (3610)  | $\frac{3120}{3800}$ | 3460 | 23 | 22 | 4  |

при сдвиге

|                 |                                               |   |                       |              |                     |      |   |    |    |
|-----------------|-----------------------------------------------|---|-----------------------|--------------|---------------------|------|---|----|----|
| Арктический туф | Литой раствор во всех швах, швы с перевязкой  | В | $\frac{37500}{40000}$ | 38750 (1550) | $\frac{1060}{910}$  | 985  | 7 | 17 | 36 |
|                 | Литой раствор во всех швах, швы без перевязки | Г | $\frac{30000}{27500}$ | 28800 (1150) | $\frac{890}{880}$   | 885  | 9 | 1  | 23 |
| Мансянский туф  | Литой раствор во всех швах, швы с перевязкой  | Д | $\frac{33000}{32000}$ | 32500 (1300) | $\frac{1370}{1260}$ | 1315 | 3 | 8  | 1  |

одинаковых условиях и были испытаны в месячном возрасте, за исключением оригиналов группы В, которые при испытаниях имели возраст 45—50 дней. Испытания произведены на характерные для работы каменной кладки—сжатие и сдвиг (перекос). Основные результаты испытаний сведены в таблицу, где величины нагрузок для оригиналов приведены к модельным по формуле  $P' = \alpha^2 P$  и указаны в скобках.

Как показывают эти данные, разрушающие нагрузки при обоих видах испытания для моделей и соответствующих оригиналов оказались достаточно близкими. Среднее расхождение составляло 12%. В группе В образцы оригиналов имели значительно большую прочность, чем образцы модели, ввиду большого возраста оригиналов. Поэтому

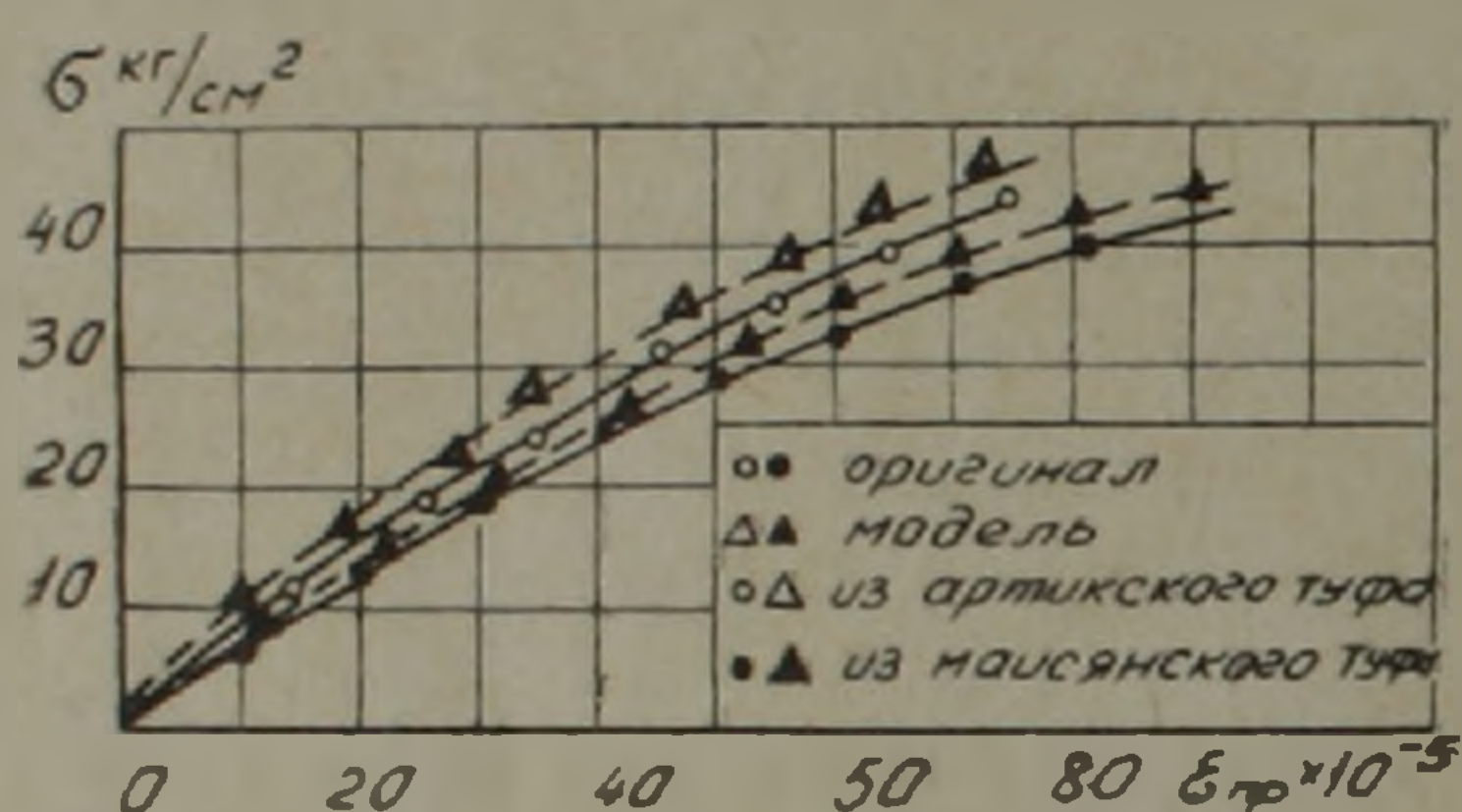


Рис. 1. Продольные деформации образцов группы А и Б.

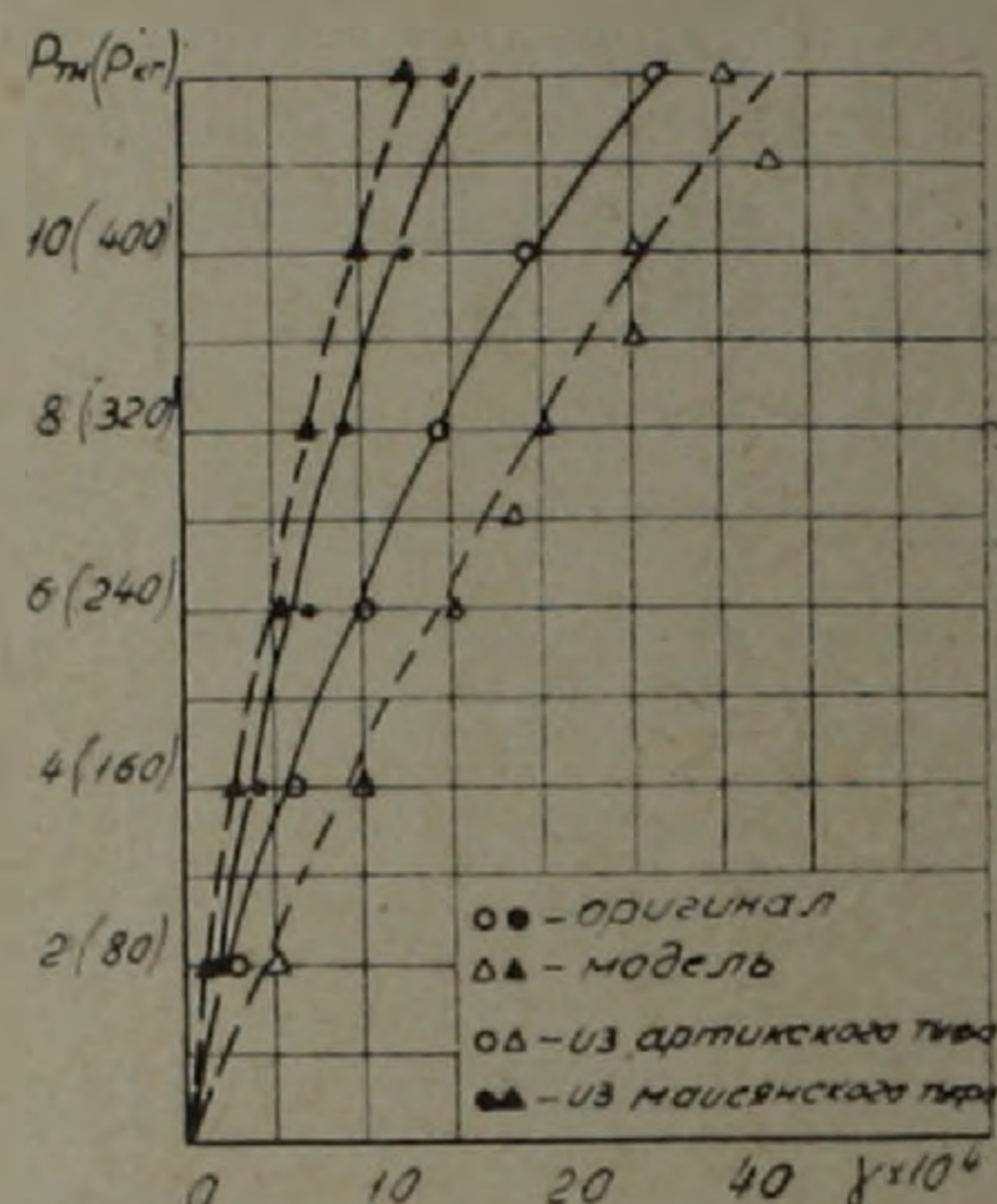


Рис. 2. Графики перекосов (относительный угол сдвига) образцов группы В и Д.

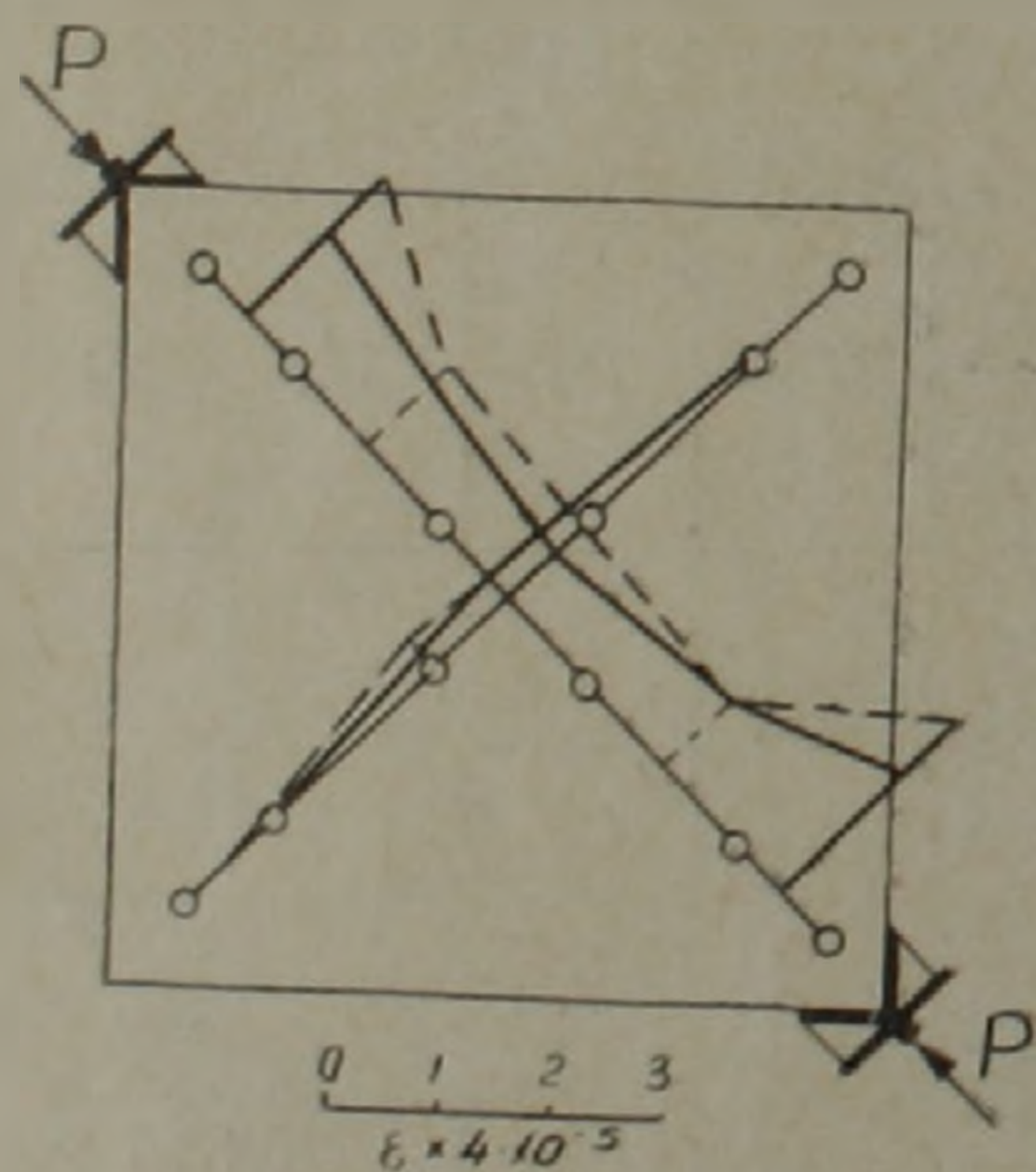


Рис. 3. Эпюры относительных деформаций вдоль диагоналей при нагрузке равной  $0,4 P_{раз}$ .  
— оригинал; — — — модель.

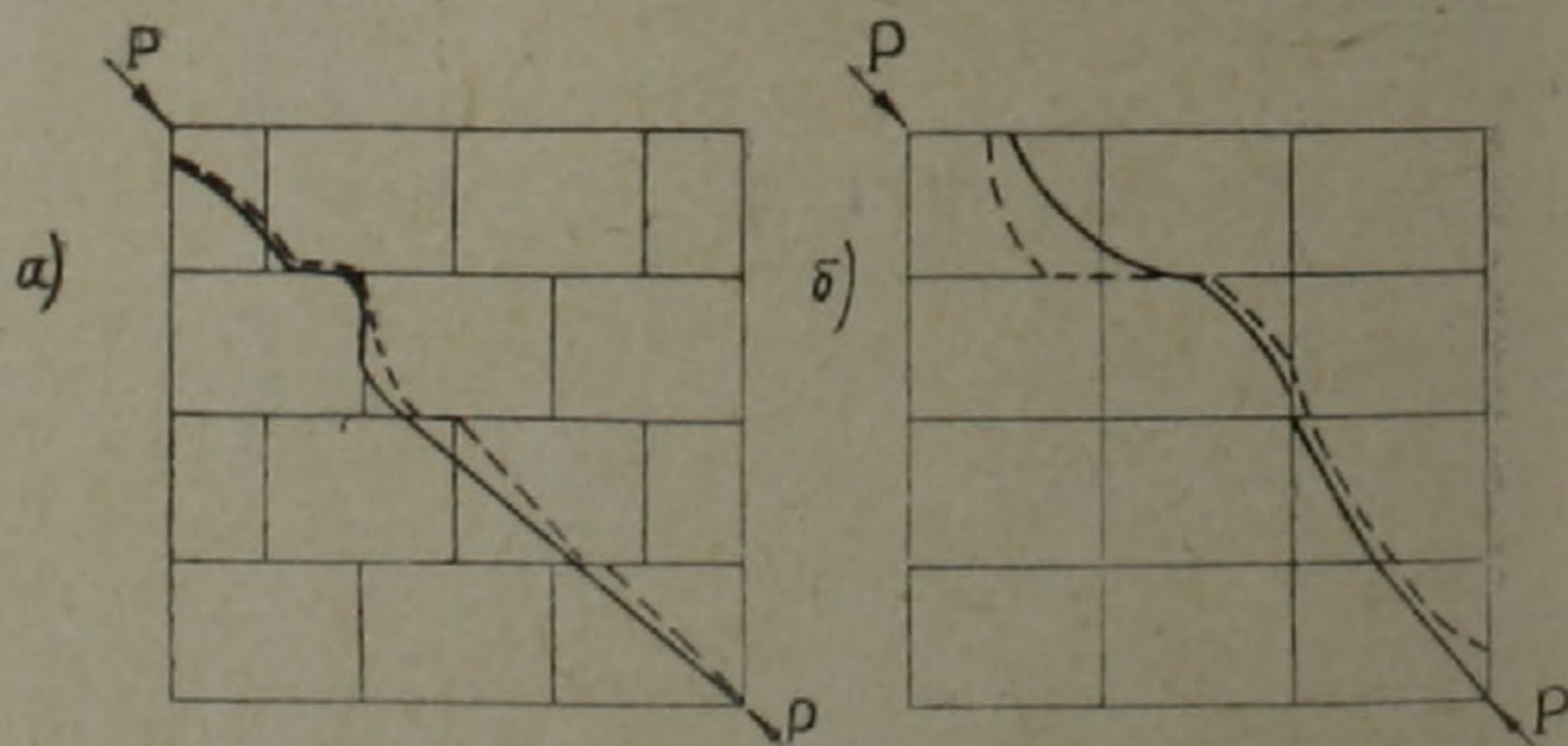


Рис. 4. Схема разрушений образцов: а — образцы группы В и Д; б — образцы группы Г.  
— оригинал; — — — модель.

эти данные в расчет среднего отклонения не введены. Интересно отметить, что разброс величины разрушающих нагрузок для отдельных образцов оригиналов и моделей почти одинаковый, что показывает на незначительность масштабного эффекта в данном случае.

Деформирование образцов оригиналов и моделей как при сжатии (рис. 1), так и при сдвиге (рис. 2), происходило подобно, что видно по приведенным кривым и эпюрам (рис. 3) деформаций. Имеющие место даже максимальные расхождения в деформациях сдвига порядка 20% можно считать не выходящими за рамки удовлетворительной точности, если учесть специфическую особенность кладки — ее неоднородность. Подобие наблюдалось также в характере и расположении повреждений при обоих видах испытания (рис. 4).

Таким образом полученные данные по деформативности, характеру повреждений и несущей способности при различных видах напряженного состояния показали, что моделирование кладки описанным способом по условиям простого подобия <sup>(1)</sup> обеспечивает подобие работы кладки во всех стадиях, вплоть до разрушения.

Армянский НИИ стройматериалов  
и сооружений

Լ. Վ. ՇԱՀՍՈՒՎԱՐՅԱՆ, Վ. Ք. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

### Քարային որմածի մոդելացման մի հնարավորության վերաբերյալ

Հոդվածում բերված է <sup>(1)</sup> հիման վրա կանոնավոր ձևի տուֆաքարից որմածքի մոդելացված և իրական նմուշների կենտրոնական սեղմման և սահքի փորձարկումների արդյունքները: Նրանց համար ստացված տարրեր լարվածային պայմաններում կրողականության, դեֆորմացիաների և քայքայման բնութագրերի բաղդատմամբ ցույց է տրված, որ նման որմածքների ուսումնասիրությունը կարելի է կատարել մոդելացման եղանակով համաձայն <sup>(1)</sup> պարզ նմանության տեսության:

### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> А. Г. Назаров, О механическом подобии твердых деформируемых тел, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1965.