

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В. К. ГУКАСЯН, В. А. СТЕПАНИН

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАЦИИ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ТУФОВЫХ  
 КАМНЕЙ ПРИ ПЕРЕКОСЕ

В статье описываются результаты проведенных опытов, целью которых явилось определение несущей способности тонкостенной кладки из туфовых камней правильной формы при действии нагрузок, вызывающих перекос. Кладка в виде квадратной панели выполнялась из туфовых камней Маисянского месторождения прочностью на сжатие от 102—143 кг/см<sup>2</sup> на цементно-известковом растворе. Состав раствора 1:0,7:7 (по весу) с применением дробленого туфового песка Ахтаиакского карьера. Было изготовлено и испытано 5 групп панелей (10 образцов) размером 120×120×20 см. Изготовление кладки всех образцов (кроме образцов 4-й группы) осуществлялось согласно ВТУ—3—61 [1]. Вертикальные швы заполнялись раствором литой консистенции ( $sl = 12-13$  см), а горизонтальные — пластичной консистенции ( $sl = 8-9$  см). Образцы 4-й группы изготавливались в горизонтальном положении. Все швы заполнялись литым раствором. Толщина растворных швов колебалась в пределах 1,2—1,6 см. Образцы выдерживали в лабораторных помещениях при температуре воздуха 16—22°С и относительной влажности 55—75%.

Конструкция образцов, схема их испытания и расстановка приборов показаны на рис. 1.

Испытания проводились на 200-тонном гидравлическом прессе, при этом образцы 1 и 4-й групп испытывались при приложении сжимающей нагрузки вдоль одной диагонали (рис. 1а); образцы 2 и 3-й групп испытывались на вертикальное и горизонтальное воздействие нагрузок (рис. 1б). Горизонтальное обжатие —  $N_{об}$  осуществлялось при помощи 10-тонных тарированных пружин и металлических тяжей диаметром 30 мм, расположенных по обеим сторонам кладки. Усилия в тяжах определялись с помощью датчиков сопротивления, а также по осадке пружин. С целью сопоставления прочностных и деформи-

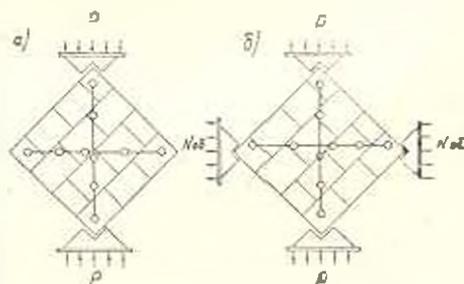


Рис. 1. Схемы испытания кладки и расстановки приборов: а) без обжатия кладки; б) с обжатием кладки.

рующей способности образцов, с целью сопоставления прочностных и деформи-

тивных показателей каменной кладки при сжатии и перекосе образцы кладки 5-й группы были испытаны на центральное сжатие. В этих образцах измерялись продольные и поперечные деформации, а также деформации среднего растворяющего шва при центральном сжатии.

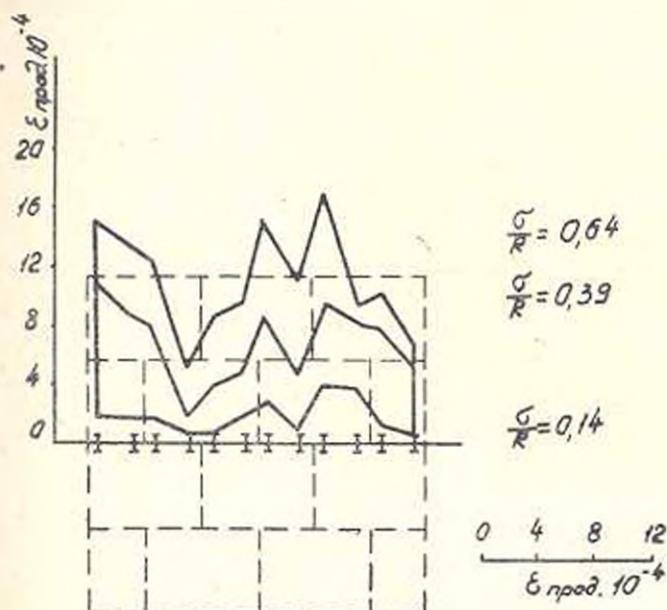


Рис. 2. Относительные деформации среднего шва кладки при центральном сжатии, измеренные проволоочными датчиками сопротивления с базой 30 м.м.

На рис. 2 приведены величины относительных деформаций растворяющего шва. Кривые показывают, что деформации растворяющего шва распределяются неравномерно, при этом с увеличением сжимающей нагрузки неравномерность распределения деформации увеличивается. При испытании образцов кладки на перекос разрушение образцов 1, 2, 3-й группы происходило в основном по горизонтальным и вертикальным швам (рис. 3), при этом в горизонтальных швах — по контакту, а в вертикальных — по раствору. У образцов 4-й группы разрушение происходило большей частью по камню (рис. 3). Это можно объяснить тем, что при действии нагрузок, вызывающих перекос, швы кладки работают на разрыв и скалывание. Швы являются наиболее уязвимыми местами кладки, поэтому прочность последней при перекосе существенно зависит от прочности раствора и его сцепления с камнем [2]. Прочность сцепления раствора с камнем для этих образцов составляла  $3,6 \text{ кг/см}^2$ .

Для образцов 2, 3 и 4-й группы трещинообразование начиналось по камню в углах панели, в местах приложения сжимающих сил. Это явление объясняется тем, что большие напряжения обжатия образцов 2 и 3-й группы и монолитность кладки образцов 4-й группы

резко повышали сопротивление кладки сдвигу по швам, в результате этого разрушение камня наступало раньше.

Характеристика образцов и величины нагрузок, соответствующих появлению первой трещины и разрушению при перекосе, приведены в таблице. Как видно из таблицы, отношение  $P_1/P_0$  для испытанных образцов колеблется в пределах 0,72 - 0,96.

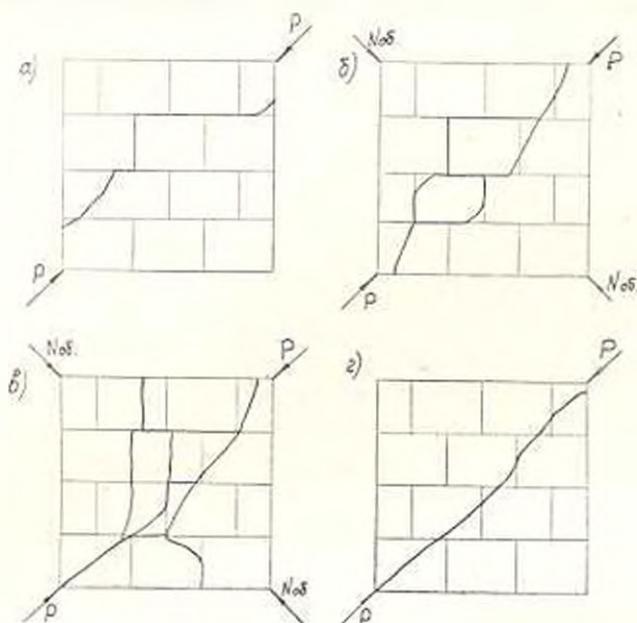


Рис. 3. Схема образования трещин в испытанных образцах: а) 1-й группы; б) 2-й группы; в) 3-й группы; г) 4-й группы.

Анализ полученных результатов показывает, что прочность образцов 4-й группы в 2,5 раза больше прочности образцов 1-й группы. При этом разрушение образцов 1-й группы происходило в основном по растворным швам (рис. 3а), а образцов 4-й группы — по камню (рис. 3г). Это можно объяснить тем, что сцепление туфовых камней с раствором литой консистенции значительно больше, чем с раствором пластичной, несмотря на то, что прочность раствора пластичной консистенции больше на 16%. Образцы 2-й и 3-й группы были испытаны при наличии предварительного обжатия силой  $N_{об} = 0,25 - 0,45 P_p$  ( $P_p$  — разрушающая нагрузка для образцов группы 1-й, где  $N_{об} = 0$ ). Сопоставление экспериментальных данных для образцов 1, 2 и 3 групп показывает, что между величинами  $N_{об}$  и соответствующей  $P_p$  существует линейная зависимость (рис. 4).

На рис. 5, показаны эюры распределения деформаций по диагоналям образца. Деформации в сжатом направлении уменьшаются по мере приближения к середине образца, а деформации в растянутом направлении, наоборот, увеличиваются по мере, от краев к середине. Полученные результаты распределения деформаций и образования трещины испытанных образцов кладки из туфовых камней пра-

Таблица

Группы образцов	№ образцов	Размеры образцов, см	Предел прочности раствора, кг/см <sup>2</sup>		Нагрузка $m$				Величина обжатия $m$ №6.		$R_2, R_3$	Вид засружения
			пластич.	литов	при первой трещине $R_1$		при разрушении $R_0$		предварительного	дополнительного		
					образца	средн.	образца	среднее				
1	1	$119 \times 119 \times 18,5$	19	33	10	10,0	14	13	—	—	0,72	По схеме на рис. 1а
	2	$119 \times 119 \times 18,5$	6,5	4,4	10		12		0,83			
2	3	$119 \times 119 \times 20$	31	22	20	21	22	22,5	3	0,4	0,91	По схеме на рис. 1а
	4	$122 \times 120 \times 18,5$	4,4	2,1	22		23		0,96			
3	5	$116 \times 119 \times 20$	45	38	18	23	24	27	6	0,9	0,75	То же
	6	$118 \times 118 \times 20$	5,8	5,8	28		30		0,93			
4	7	$119 \times 116 \times 18,5$	51	42	30	30,4	33	32,5	—	—	0,91	По схеме на рис. 1а
	8	$120 \times 116 \times 19$	8,2	7,2	30,8		32		0,96			
5	9	$117 \times 121 \times 20$	45	36	80	88	81	90,3	—	—	0,99	Центральное сжатие
	10	$117 \times 121 \times 18,5$	8,6	7,0	96		99,7		0,97			

\* В числителе прочность растворов кубиков на сжатие; в знаменателе прочность растворов восьмерок на растяжение.

вильной формы качественно имеют ту же закономерность, полученную ранее для кирпичной кладки [3, 4] и для кладки из бакинского известняка-ракушечника [5]. Это позволяет в первом приближении пока пользоваться эмпирической зависимостью, полученной в работах [3—5] для оценки несущей способности каменных образцов на перекос.

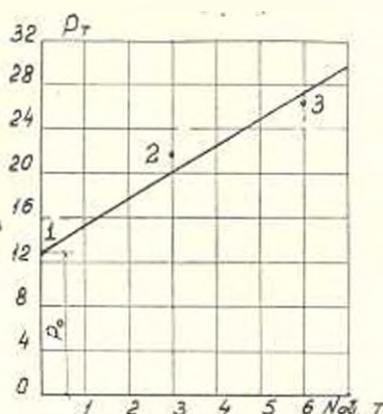


Рис. 4. Зависимость несущей способности кладки от величины предварительного обжатия.

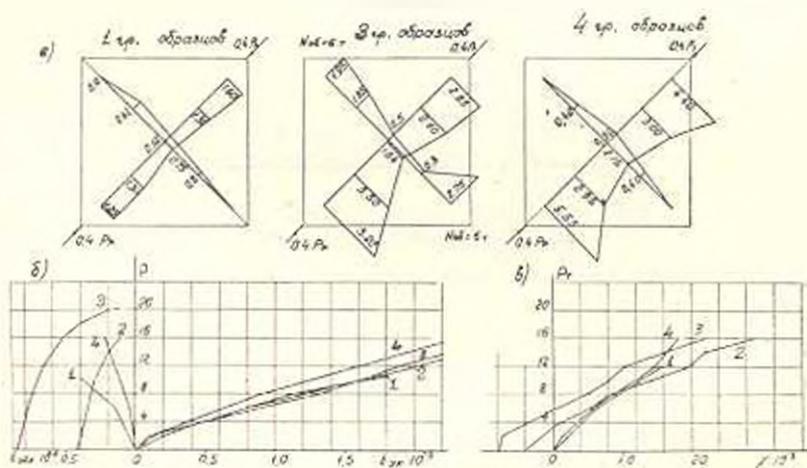


Рис. 5. а) эпюра относительных деформаций в направлении диагоналей; б) график относительных деформаций панели; в) деформации сдвига.

По кривым, представленным на рис. 5а, с возрастанием сжимающей нагрузки относительный угол сдвига панели  $\gamma$  увеличивается. В частности, в интервале нагрузок от 0 до 6 т для образцов 1-й группы и от 0 до 10 т для образцов 4-й группы зависимость между нагрузкой и углом сдвига близка к линейной. Кривые  $\gamma$  образцов 2-й и 3-й группы почти параллельны.

## Վ Ե Վ Ո Վ Կ

1. Несущая способность кладки из камней правильной формы при заливке швов литым раствором ( $s/l = 12-13$  см), при перекосе в среднем в 2,5 раза больше, чем для кладки, выполненной по обычной технологии.

2. Прочность кладки при сдвигающих усилиях существенно зависит от прочности сцепления раствора с камнем.

3. Прямыми измерениями было установлено, что горизонтальные растворные швы при центральном сжатии подвергаются неравномерному обжатию, при этом отдельные камни в кладке работают на растяжение и изгиб.

ЛИСМ

Поступило 5.XI.1965.

Վ. Ք. ՂՈՒՐԱՅԱՆ, Վ. Ա. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

### ՏՈՒՑԱՔԱՐԵՐԻՑ ՈՐՄՆԱՊԱՆՆԵՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆ ՇՆՂՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

#### Ա մ լ ր ւ փ ու մ

Հողիվածում նկարագրվում է փորձի արդյունքները՝ նպատակ ունենալով որոշելու կանոնավոր ձևի տուֆարարերից բարակապատ որմածքների կրողունակությունն այնպիսի բեռների ազդեցության տակ, որոնք առաջացնում են շեղում:

Որմնապանկների փորձանմուշները՝  $120 \times 120 \times 20$  սմ շափերի պատրաստվել են սովորական տեխնոլոգիայով (բոստ ժՏՊ—Ց—61) և միայն ջրիկ կոնսիստենցիայի շողախով կարանների իրականացմամբ կրեանյան տիպի (Մայիսյանի հանքավայրի) 100 մարկայի կանոնավոր ձևի տուֆարարից՝ 50 մարկայի շողախով, սղտաղործելով Հողիվանակի հանքավայրի տուֆի շարդիված ավալ:

Կատարված էքսպերիմենտայ հնաազոտությունների վերլուծությունը թույլ է տալիս անելու նախնական հետևյալ եզրակացությունները:

1. Իճյոր կարանները ջրիկ կոնսիստենցիայի շողախով պատրաստված որմնապանկների կրողունակությունը միջին հաշվով 2,5 անգամ մեծ է համեմատած սովորական տեխնոլոգիայով պատրաստված որմնապանկներից:

2. Շեղման փորձարկման ժամանակ որմածքի ամրությունն էսպես կախված է շողախի և քարի միջև եղած շողիկապման ամրությունից:

3. Դիմադրության հայտնիչի շափումով հաստատվում է, որ որմածքի կենտրոնական սեղման ժամանակ շողախի հորիզոնական շերտը ենթարկվում է անհամապատասխան սեղման, իսկ առանձին քարերն ենթարկվում են ձգման և ծոման:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. ВТУ на проектирование и возведение стен зданий и сооружений из туфовых камней правильной формы (ВТУ—3—61). Ереван, 1961.
2. Степанян В. А. Нормальное сцепление раствора с камнем. Ереван, 1956.
3. Поляков С. В., Коноводченко В. И. Прочность и деформации квадратных виброкирпичных панелей при перекосе и плоскости стены. Прочность периферических стыков. Сб. «Исследования по сейсмостойкости крупнопанельных и каменных зданий», М., 1962.
4. Поляков С. В., Коноводченко В. И. Статья в сб. «Сейсмостойкость сборных крупнопанельных зданий», Госстройиздат, 1963.
5. Поляков С. В., Садыхов З. Г. Статья в сб. «Сейсмостойкость сборных крупнопанельных зданий», Госстройиздат, 1963.