

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Б. К. Карапетян

Экспериментальное исследование внутреннего трения в каменной кладке

1. Введение

При динамической нагрузке в конструкциях имеет место рассеяние энергии, приводящее к затуханию свободных колебаний и к уменьшению амплитуды вынужденных колебаний.

Причинами рассеяния энергии в конструкциях могут быть сопротивление среды, трение в опорных частях и внутреннее трение в материале.

Исследования показывают, что рассеяние энергии при колебаниях строительных конструкций в основном является следствием внутреннего трения.

Считается, что причиной внутреннего трения является неоднородность кристаллов, составляющих тело, которая приводит к местным перенапряжениям, ведущим к местной пластической деформации [3]. В результате получается обычная петля гистерезиса, характеризующая собою внутреннее трение в материале.

Эти явления еще более осложняются для каменных конструкций, которые представляют собою весьма неоднородный материал.

Существующие экспериментальные исследования внутреннего трения в твердых телах в основном касаются металлов и специальных сортов сталей, употребляемых в машиностроении и самолетостроении. Исследований с целью получения опытных данных по внутреннему трению в строительных материалах и конструкциях несравненно меньше.

В результате экспериментов, проведенных в ЦНИПС-е и в других институтах, установлено, что внутреннее трение в материале является уже при малых напряжениях, что оно увеличивается с повышением напряжения и не зависит от частоты колебаний, а также получены численные величины характеристики внутреннего трения [1, 2, 5, 7].

Наши эксперименты были поставлены с целью изучения ряда вопросов по внутреннему трению в каменной кладке, как-то: определение зависимости логарифмического декремента затухания от амплитуды и частоты свободных колебаний и продольной сжимающей силы;

установление связи между логарифмическим декрементом затухания при свободных поперечных колебаниях и характеристикой внутреннего трения при статическом изгибе; получение численных величин логарифмического декремента затухания.

Характеристикой, определяющей внутреннее трение кладки, принят логарифмический декремент затухания, равный разности логарифмов двух последующих амплитуд колебаний. Для возможности сравнения полученных величин с результатами других авторов, принимающих за характеристику внутреннего трения величину $\psi = 2\delta$ (где ψ — удельное внутреннее сопротивление или коэффициент внутреннего поглощения, δ — логарифмический декремент затухания), нами для свободных поперечных колебаний были определены значения удвоенных логарифмических декрементов затухания, т. е. удельное внутреннее сопротивление.

При поперечном изгибе и центральном сжатии удельное внутреннее сопротивление вычислялось из соотношения

$$\psi = \frac{\Delta w}{w}$$

где Δw — площадь петли гистерезиса,

w — площадь, выражающая упругую энергию системы.

2. Описание опытных образцов

Исследованию была подвергнута кладка из естественных камней правильной формы. Выбор такой кладки обусловлен тем, что при принятой кладке характеристику внутреннего трения можно получить в более чистом виде, чем для кладки „мидис“, менее удачной в смысле возможности изготовления однообразных образцов.

Было изготовлено и испытано 12 образцов кладки — 8 каменных и 4 кирпичных столба.

Опытные образцы кладки были изготовлены из следующих материалов.

Камень — черный туф Джрвежского месторождения, наиболее полно исследованный по сравнению с другими и имеющий массовое применение в строительстве. Отбор камня был произведен на карьере из одного участка. Это обстоятельство важно, так как физико-механические свойства камня меняются по толщине и ширине пластов. Объемный вес камня в среднем равнялся $1,47 \text{ т/м}^3$. Прочность на сжатие — 150 кг/см^2 .

Кирпич — красный, Шенгавитского завода. Прочность — 120 кг/см^2 , объемный вес — $1,54 \text{ т/м}^3$.

Песок — кварцевый, Эчмиадзинского карьера, с объемным весом $1,44 \text{ т/м}^3$, удельным весом 2,52, объемом пустот $42,8\%$ и содержанием пылевидных фракций $3,2\%$.

Портландцемент с объемным весом $1,035 \text{ т/м}^3$ и активностью $R_{28} = 457 \text{ кг/см}^2$.

Карбидная известь (шлам) Ереванского завода имени С. М. Кирова.

Привезенный из карьера камень, после предварительной грубой ошкурки, обрабатывался на камнефрезерном станке со всех шести сторон в чисто тесанный блок, размерами $40 \times 30 \times 19$ см. Кладка образцов из этого камня производилась с полной перевязкой швов. Образцы имели размеры $220 \times 60 \times 40$ см.

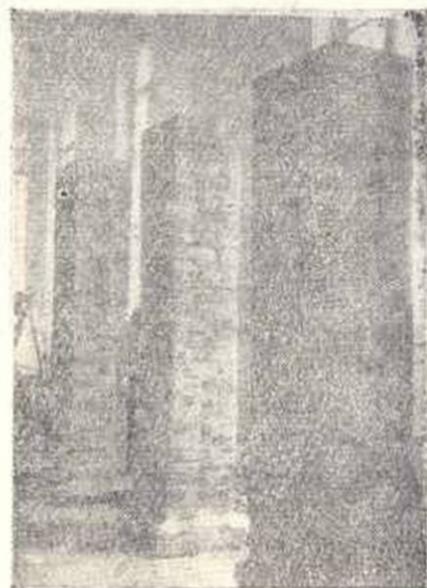
Были изготовлены 8 каменных образцов, выложенных по два на цементном, сложном и известковом растворах с тонкими швами, толщиной в среднем 1,6 см, и два каменных образца на сложном растворе с горизонтальными швами, толщиной в среднем 3,2 см, а также 4 кирпичных образца на сложном растворе: два с поперечным сечением $1,5 \times 2$ кирпича и два — $1,5 \times 2,5$ кирпича.

Образцы возводились на железобетонных плитах с толевой прокладкой, дающей возможность освободить образец от плиты при переноске его для испытаний. Общий вид трех образцов показан на фиг. 1.

Примененные в кладке растворы имели следующие объемные соотношения: цементный — 1:4, сложный 1:0,8:7,5 и известковый — 1:3. Консистенция растворов была принята литая с конусом погружения СтройЦНИЛ-а 12—13 см.

Возведение каменной кладки осуществлялось следующим образом: камни клались на клинья, высотой в толщину шва (при этом камни вымачивались); как горизонтальные, так и вертикальные швы заделывались снаружи пластичным раствором на глубину 3—4 см; сверху, через вертикальные швы, вливался литой раствор, заполняющий и горизонтальные швы.

Кирпичная кладка возводилась примерно таким же образом, но с той разницей, что кирпичи клались не на клинья, а на раствор (конус погружения 9—10 см); заделывались вертикальные швы (на глубину 3—4 см) и вливался раствор.

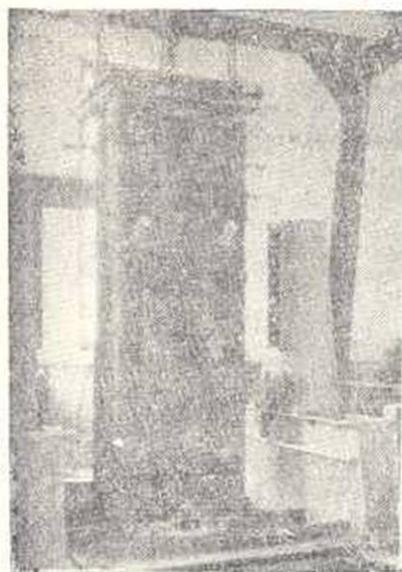


Фиг. 1.

3. Методика испытания

Образцы испытывались на свободные колебания, поперечный изгиб и центральное сжатие. При этом были получены осциллограммы свободных колебаний, петли гистерезиса при изгибе и сжатии, а также деформационные и прочностные характеристики кладки.

По истечении восьми месяцев со дня изготовления образец кладки переставлялся с железобетонной плиты, на которой он был выложен, на металлическую, по выравнивающему слою алебастрового раствора. Затем, на верхний конец образца устанавливались, по слою алебаstra, две спаренные металлические плиты и производилось предварительное испытание на сжимающую силу. Продольная сжимающая сила осуществлялась путем натяжения 4 стальных стержней диаметром 22 мм, проходящих вдоль образца через верхнюю и нижнюю металлические плиты и расположенных попарно по двум сторонам образца, на расстоянии 3 см от геометрической оси поперечного сечения. Стержни имели правую и левую ленточную резьбу и располагались таким образом, чтобы при одновременном натягивании не получалось крутящего момента, могущего повредить образец до испытания. Для облегчения натяжения стержней под гайками устанавливались упорные подшипники. На фиг. 2 показан образец № 6, готовый к испытанию на сжатие.



Фиг. 2.

Величина продольной сжимающей силы определялась по показаниям тензометров с точностью измерения 1:1000 мм, установленных на каждом стержне.

На большинстве образцов, для определения деформаций продольного укорочения, устанавливались мессуры с точностью измерения 1:100 мм, на базе 100 см.

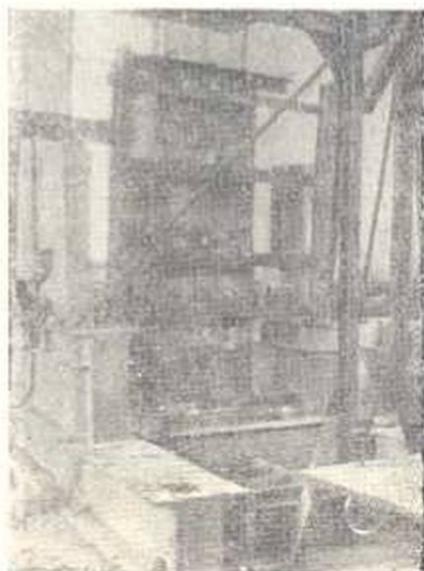
В результате испытания были получены деформационные характеристики и петли гистерезиса кладки на сжатие при напряжениях до 4 кг/см².

Для испытания на свободные колебания и поперечный изгиб применялся консольный брус с заделкой в нижнем конце. Для создания заделки было использовано защемляющее устройство динамической машины АИС—Института стройматериалов и сооружений АН Армянской ССР. Образец устанавливался в указанном устройстве при помощи специального порталного крана. После предварительных испытаний на сжимающую силу, образец освобождался от верхних металлических плит и стержней, центрировался и затем защемлялся путем обжатия нижнего конца глубиной 30 см ползунами защемляющего устройства динамической машины. При этом в щель между поверхностями ползунов и образца толщиной 2—4 мм вливался гипсовый раствор, служащий выравнивающим слоем. Надежность защемления проверялась с помощью мессур, установленных на основании испытательного

вала с упиранием в ползуны динамической машины и на ползунах с упиранием в основание образца. Проверка выявила незначительные изменения в показаниях установленных мессур.

Перед испытаниями образца методом свободных поперечных колебаний на его верхний конец надевался хомут, плотно обжимающий образец. К хомуту присоединялся трос, который перекидывался через шарикоподшипниковый блок, установленный на высоте образца. К концу троса подвешивалась площадка для груза, изгибающего образец. При подсчете величины груза была учтена также сила трения в подшипнике, которая равнялась 5%, прикладываемой нагрузки. Освобождением образца от изгибающей нагрузки, путем перерезывания ножницами включенного в трос слабого участка, вызывались свободные колебания образца.

Порядок испытания образца методом свободных колебаний был следующий. Вначале производилось испытание образца, не нагруженного продольной сжимающей силой (фиг. 3). При этом были получены осциллограммы свободных колебаний для различных по величине начальных прогибов образца, соответствующих $(0,25 \pm 0,75) P$ разр., где P разр. — горизонтальная изгибающая сила, при которой происхо-



Фиг. 3.

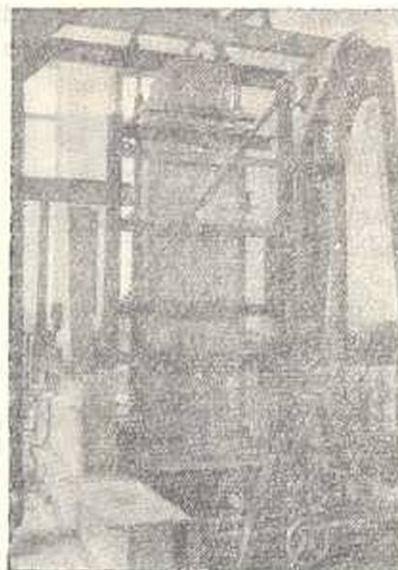
дит разрушение образца. Затем образец подвергался свободным колебаниям при наличии на нем металлических плит, слегка притянутых с помощью стержней. После этого образец испытывался на свободные колебания при наличии продольной сжимающей силы, создаваемой описанным выше способом. Эта сила давалась двумя ступенями и для каждой ступени, вызывающей напряжения, равные $(0,05 \pm 0,10) P$ разр., были получены осциллограммы при указанных выше начальных прогибах. Величина продольной сжимающей силы была выбрана так, чтобы при изгибе в кладке не возникали бы растягивающие напряжения.

Следующим этапом являлось испытание образца с добавочной массой около 400 кг, укрепленной на образце для изменения его частоты в 1,5—2 раза при наличии продольной сжимающей силы (фиг. 4).

С целью проверки постоянства характеристик кладки до и после опытов, некоторые образцы, после производства всех этих испытаний, повторно испытывались по схеме начального этапа, а именно, при отсутствии продольной сжимающей силы.

При свободных колебаниях были получены осциллограммы прогибов в четырех точках образца (в каждой четверти по высоте) и деформаций в нижних, наиболее напряженных швах кладки.

Измерения прогибов и деформаций производились тензометрическими датчиками сопротивления — прогибомерами и деформометрами.



Фиг. 4.

изготовленными в Институте строительных материалов и сооружений Академии наук Армянской ССР М. Г. Хачинином. Запись колебаний выполнялась на трехшлейфовом осциллографе с помощью рамочных шлейфов, изготовленных в Ленинградском электротехническом институте Б. Г. Тихоновым. Прогибомеры работали по принципу проволочных тензометров, действующих от деформации металлической полоски, на поверхности которой они были закреплены. Деформометры работали по тому же принципу, но датчики укреплялись на сжимаемом-растяжимом замкнутом кольце, по перпендикулярным диаметрам. Четыре проволочных датчика сопротивления, закрепленных на полоске или

на кольце, представляли обычную мостовую схему.

До производства испытаний датчики и шлейфы тарировались.

После динамических испытаний приступили к поперечному изгибу образца под повторной статической нагрузкой, даваемой ступенями до значений, соответствующих величинам сил, вызывающих начальные прогибы при свободных колебаниях. При этом нагрузка давалась в обе стороны и по полученным прогибам были построены петли гистерезиса для полного цикла нагружения-разгружения. Измерение прогибов производилось в 2 точках по высоте образца (в верхней точке и в середине) мессурами с точностью измерения 1:1000 мм. Испытания на поперечный изгиб производились по тем же этапам и при тех же силах, что и на свободные колебания.

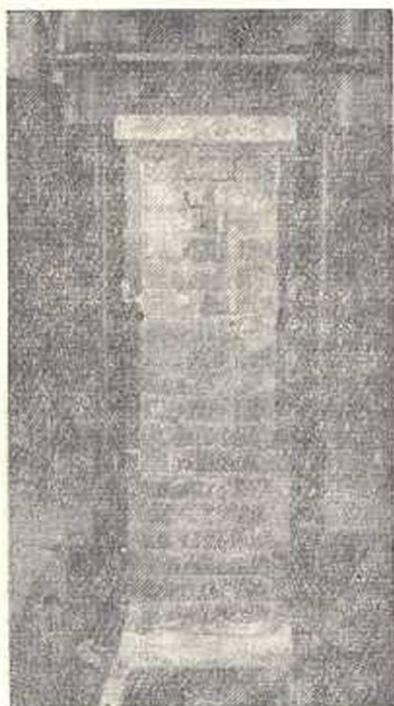
Также, как и при свободных колебаниях, для некоторых образцов после производства всех испытаний было повторено испытание по первому этапу и получены петли гистерезиса.

Статическое испытание на изгиб завершалось разрушением образца. При этом были получены кривые деформаций и прочность кладки на изгиб.

Из оставшейся после испытаний на изгиб части кладки (разрушение происходило в нижнем, наиболее напряженном горизонтальном шве) изготавливался образец высотой 100–130 см, который испыты-

макс на центральное сжатие при ступенчатом нагружении и разгрузке на 200-тонном гидравлическом прессе. Установка образцов в пресс производилась по выравнивающему слою гажевого раствора. Образец, готовый к такому испытанию, показан на фиг. 5. На образцах были установлены 4 деформометра на базе 45 см с точностью измерения 1:100 мм.

Нагрузка на образец давалась ступенями, вызывающими напряжения порядка 2—3 кг/см², и доводилась до 1/3 R разр., с последующим разгрузением по тем же ступеням. При этом были получены петли гистерезиса. После этого образец также нагружался до разрушения для получения кривых деформаций и прочности кладки на сжатие.



Фиг. 5.

4. Результаты испытаний

В настоящей статье, из-за ограниченности объема, не представляется возможным привести все данные, полученные при испытаниях каменной кладки. Поэтому здесь даются лишь результаты опытов по внутреннему трению. Эти результаты приведены отдельно по свободным колебаниям, поперечному изгибу и центральному сжатию.

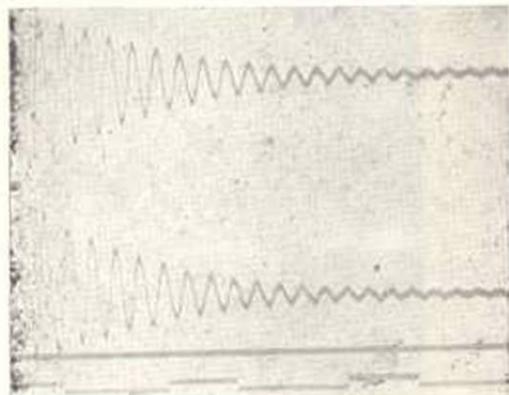
Обработка результатов измерений в случае свободных колебаний образцов производилась следующим образом. Из полученных осциллограмм определялись величины максимальных амплитуд и брался логарифм их отношения. При этом осциллограмма разбивалась на ряд участков, имеющих примерно постоянный декремент затухания и определялась средняя величина полученных декрементов затухания. Е. С. Сорокиным предложен метод обработки осциллограмм путем выравнивания измеренных двойных амплитуд и их отношений, требующий большого объема вычислений [6]. Некоторые полученные нами осциллограммы были обработаны и по этому методу. Существенной разницы при этом не получилось.

При статическом изгибе и сжатии получались петли гистерезиса, которые строились соответственно по величинам прогибов и деформаций, полученных после 3-кратного нагружения-разгружения образца.

а) С в о б о д н ы е к о л е б а н и я

Логарифмический декремент затухания определялся по прогибам в каждой четверти по высоте образца.

В качестве примера на фиг. 6 показана осциллограмма свободных колебаний для образца № 3, не нагруженного продольной сжимающей силой, с начальным прогибом 0,25 мм, вызванным горизонтальной силой, равной 105 кг. На этой осциллограмме первая сверху кривая изображает колебание верхней точки образца, находящейся на расстоянии 5 см от места приложения горизонтальной силы. Вторая кривая показывает колебание точки в середине образца. Прерывистая линия представляет отметку времени с полным периодом 0,5 сек. Кроме того, на осциллограмме дается прямая (нулевая) линия, полезная при обработке кривых. Аналогичный вид имеют и другие осциллограммы.



Фиг. 6.

Анализируя полученные для образца № 3 величины логарифмических декрементов затухания, наблюдаем следующее.

Логарифмический декремент затухания, отвечающий начальному участку осциллограммы, возрастает с увеличением изгибающего напряжения (начального прогиба) в пределах 8—12%.

С увеличением периода собственных колебаний образца логарифмический декремент затухания почти не меняется (4—7%). Эти изменения лежат в пределах погрешности метода.

При увеличении сжимающего напряжения происходит существенное уменьшение величины логарифмического декремента затухания, в пределах 30—35%.

С целью проверки влияния толщины шва на величину логарифмического декремента затухания были испытаны образцы №№ 9 и 10 с толщиной горизонтального шва 3,2 см на сложном растворе того же состава, что и образцы №№ 3 и 4.

Результаты опытов показывают, что увеличение вдвое толщины горизонтального шва каменной кладки не приводит к существенному изменению величины логарифмического декремента затухания. Практически в нашем случае можно принять, что толщина шва не влияет на величину логарифмического декремента затухания.

Сравнение величин логарифмических декрементов затухания каменных образцов, выложенных на различных растворах: цементном, сложном и известковом, имеющих марки соответственно 100, 30 и 4, показывает, что при образцах, не нагруженных продольной сжимающей

щей силой и не имеющих добавочной массы, логарифмический декремент затухания кладки на известковом растворе больше, чем на сложном и цементном растворах. Наименьшим логарифмическим декрементом затухания обладает кладка, выложенная на цементном растворе.

Полученные средние значения удвоенных логарифмических декрементов затухания не нагруженной продольными силами каменной кладки следующие: на цементном растворе — 0,27, на сложном растворе — 0,35 и на известковом растворе — 0,53.

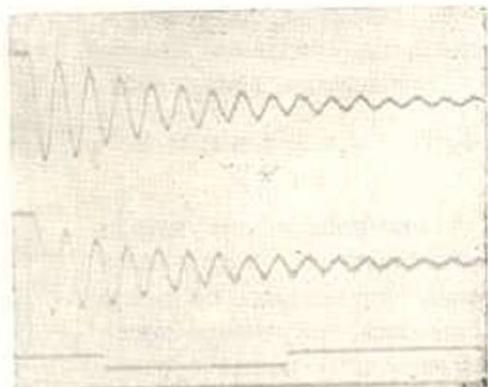
При наличии продольной сжимающей силы удвоенные логарифмические декременты затухания каменной кладки на различных растворах существенно не отличаются и находятся в пределах 0,18—0,25.

Наряду с каменными образцами были испытаны также четыре кирпичных образца, выложенных на сложном растворе марки „30“. Два из них (№№ 11 и 12) имели такие же размеры, что и каменные, а остальные два (№№ 7 и 8) были подобны образцам, испытанным Мелик-Адавином [1].

Полученные результаты приводят к таким же зависимостям, что и для каменной кладки, а именно: логарифмический декремент затухания возрастает с увеличением изгибающего напряжения и убывает с увеличением сжимающего напряжения. С изменением периода собственных колебаний образца логарифмический декремент затухания почти не меняется.

Логарифмический декремент затухания кирпичных образцов имеет большую величину, чем каменных образцов.

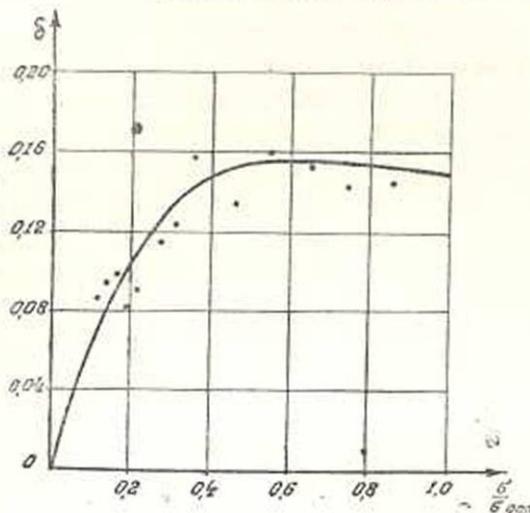
При свободных поперечных колебаниях определение логарифмических декрементов затухания производилось и по записи деформаций растяжения и сжатия шва во времени. В качестве примера на фиг. 7 приведена осциллограмма колебаний образца № 11, не нагруженного продольной сжимающей силой, при горизонтальной нагрузке 54 кг. На ней первая сверху кривая изображает колебание верхней точки образца; вторая кривая показывает деформацию шва во времени, находящегося на расстоянии 35 см от основания образца. Ломаная линия дает марку времени, на которой два соседних отрезка показывают время в 1 секунду.



Фиг. 7.

Рассматривая эту осциллограмму замечаем, что характер затухающего колебания верхней точки образца (прогибов) и деформации шва примерно одинаков.

Значения логарифмических декрементов затухания, определенные для некоторых образцов до и после испытаний, оказались примерно одинаковыми. Например, для образца № 6 логарифмический декремент затухания возрос с 0,552 до 0,578. Это говорит о том, что в процессе колебаний характеристика внутреннего трения практически не меняется.

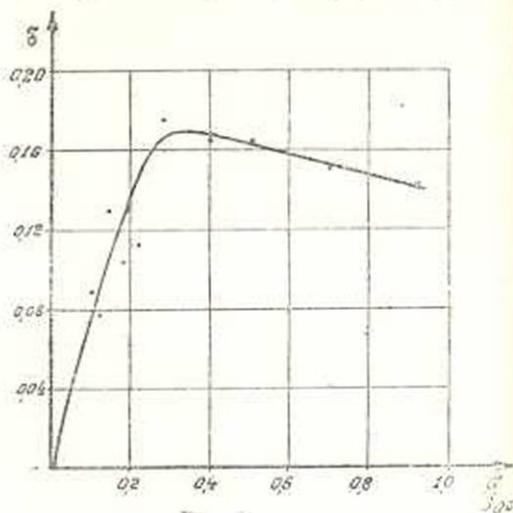


Фиг. 8.

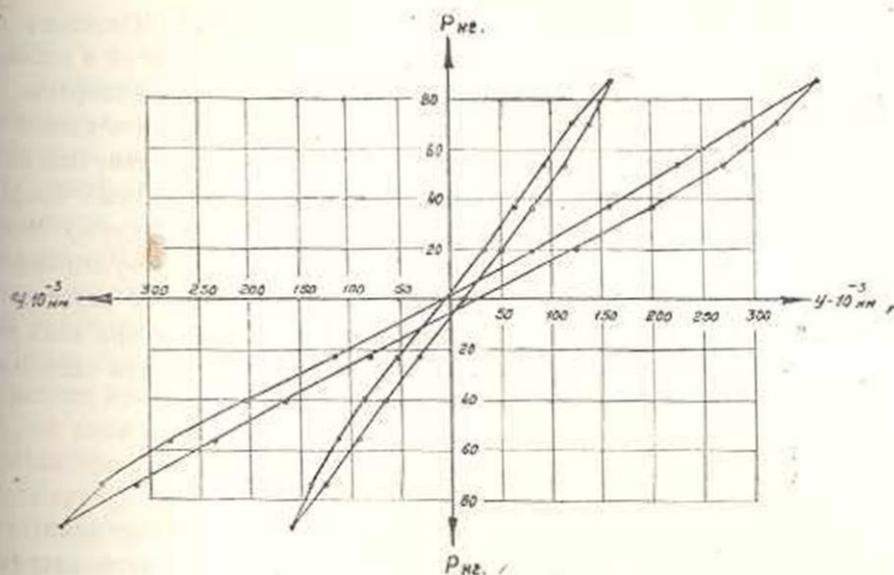
Представляет интерес также установление зависимости между внутренним трением каменной кладки (логарифмическим декрементом затухания) и динамическим напряжением. Для примера на фиг. 8 и 9 приведены характеризующие эту зависимость кривые, определенные по осциллограммам для каменного и кирпичного образцов. Сравнение их с кривыми, полученными Е. С. Сорокиным для бетона [5, 6], показало, что они имеют одинаковый характер, а именно: при малых напряжениях происходит примерно линейное и быстрое возрастание логарифмического декремента затухания с ростом напряжения; далее, при больших напряжениях логарифмический декремент затухания приобретает почти постоянное значение, с некоторым спаданием его по мере увеличения напряжения.

б) Поперечный изгиб

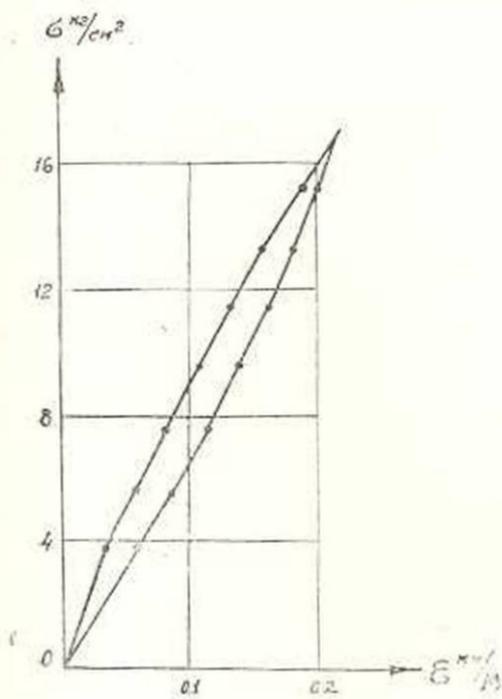
При поперечном изгибе характеристика внутреннего трения определялась по петле гистерезиса, полученной после многократного двухстороннего динамического нагружения и разгружения образца. Петли гистерезиса строились для двух точек образца — верхней и средней по высоте. Цикл нагружения и разгружения длился 3 мин. Для определения характеристики внутреннего трения были проанализированы петли гистерезиса, полученные для различных образцов.



Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

На фиг. 10 в качестве примера показаны петли гистерезиса образца № 3, не нагруженного продольной сжимающей силой и добавочной массой, отвечающие указанным выше двум точкам измерения.

Результаты опытов показывают, что при статическом изгибе зависимость коэффициента поглощения от различных упомянутых выше факторов такая же, что и при свободных колебаниях. Так, коэффициент поглощения, вычисленный по измерениям в различных точках по высоте образца, получается примерно одинаковым. Он уменьшается с увеличением продольной сжимающей силы и почти не зависит от продолжительности цикла деформаций образца. Однако при этом увеличение или уменьшение коэффициента поглощения не так сильно выражено, как при свободных колебаниях.

в) Ц е н т р а л ь н о е с ж а т и е

При центральном сжатии коэффициент поглощения определялся по петле гистерезиса, полученной после многократного осевого нагружения и разгружения, осуществленного путем натяжения продольно расположенных по длине образца стержней (для малых напряжений, до 4 кг/см^2) и под 200-тонным гидравлическим прессом (для больших напряжений, порядка 20 кг/см^2).

Для построения петель гистерезиса, при напряжениях порядка 4 кг/см^2 , мы располагали недостаточным количеством точек. В качестве примера приводим петлю гистерезиса, полученную для больших напряжений при испытании образца № 1, выложенного на цементном растворе (фиг. 11).

По построенным петлям гистерезиса вычислены величины коэффициентов поглощения, которые помещены в приводимой ниже таблице.

Значения коэффициентов поглощения при сжатии

№№ образцов	Максимальн. напряжен. в кг/см^2	Максимальн. относительн. деформации в мм	Коэффициенты поглощения
1	17,1	0,22	0,406
4	17,5	0,16	0,474
6	9,5	0,45	0,668
8	14,5	0,32	0,542
10	14,0	0,26	0,450
11	12,0	0,20	0,608

Из таблицы видно, что при одностороннем сжатии коэффициент поглощения каменной кладки, выложенной на цементном растворе, меньше, чем на сложном и известковом растворах. Наибольшим коэффициентом поглощения обладает кладка на известковом растворе. Толщина шва не оказывает существенного влияния на величину коэффициента поглощения. Кирпичная кладка имеет больший коэффициент поглощения, чем каменная кладка.

5. Обобщение полученных результатов и выводы

Величины коэффициентов поглощения кладки, полученные из статических испытаний на поперечный изгиб и из опытов методом свободных колебаний, мало отличаются. Так, при свободных колебаниях коэффициенты поглощения каменной кладки, не нагруженной продольной сжимающей силой, получились равными: на цементном растворе — 0,27, на сложном — 0,35 и на известковом — 0,53. При наличии продольной сжимающей силы коэффициенты поглощения менялись в пределах 0,18—0,25. Из испытаний на статический изгиб были получены следующие коэффициенты поглощения: для кладки, не нагруженной продольными сжимающими силами на цементном растворе — 0,27, на сложном растворе — 0,32 и на известковом растворе — 0,50. При наличии продольной сжимающей силы величина коэффициента поглощения кладки на различных растворах менялась в пределах — 0,21—0,33.

Таким образом, при поперечном изгибе и свободных колебаниях коэффициенты поглощения каменной кладки можно принять равными: при отсутствии сжимающих сил, для кладки на цементном растворе — 0,27, на сложном растворе — 0,33 и на известковом растворе — 0,52. При наличии продольных сжимающих сил коэффициенты поглощения уменьшаются; для напряжений сжатия до 4 кг/см^2 , в зависимости от вида раствора, они равны 0,19—0,33.

Для кирпичной кладки на сложном растворе получились следующие величины коэффициентов поглощения: при отсутствии сжимающих сил — 0,35, при наличии сжимающих сил — 0,24. Если сравнить эти величины с результатами опытов ЦНИПС, произведенных Медик-Адамяном, который получил для тех же случаев коэффициенты поглощения соответственно равными 0,28 и 0,19, видим, что в наших опытах коэффициенты поглощения получились большей величины. Причиной тому может быть то, что испытание кладки в ЦНИПС-е производилось в месячном возрасте, а у нас в 8-месячном возрасте. Повышение коэффициента поглощения с возрастом отмечено И. Л. Корчиным при испытании бетонных образцов [1].

Коэффициенты поглощения, определенные А. Л. Чураевым для армированной кладки „мидис“, являются, по-видимому, мало достоверными. Им было испытано всего 3 образца: один на известковом растворе марки „4“ и два на сложном растворе марки „15“ при различной перевязке швов и получены следующие величины коэффициентов поглощения кладки: на известковом растворе — 0,83 и на сложном растворе, в среднем — 0,57 [8].

Полученные нами величины коэффициентов поглощения следует считать более достоверными, ибо кладка была испытана в 8-месячном возрасте и, кроме того, результаты эти получены на основании обработки записи колебаний большего числа образцов.

Что касается величин коэффициентов поглощения, полученных нами при испытаниях кладки на осевое сжатие, то можно указать лишь

ориентировочные их значения: для каменной кладки на цементном растворе — 0,40, на сложном растворе — 0,47 и на известковом растворе — 0,66. Для кирпичной кладки на сложном растворе коэффициент поглощения получился больше, чем для каменной кладки, и равнялся 0,57.

По полученным экспериментальным данным мы не имели возможности найти параметры внутреннего трения каменной кладки, в соответствии с предложенным нами методом [4], ввиду отсутствия среди испытанных нами образцов различных длин и поперечных сечений.

Проведенное нами экспериментальное исследование внутреннего трения каменной кладки из естественного камня правильной формы, а также кирпичной кладки позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Логарифмический декремент затухания кладки возрастает с увеличением изгибающего напряжения.

2. При увеличении периода собственных колебаний логарифмический декремент затухания кладки почти не меняется.

3. С увеличением сжимающего напряжения происходит существенное уменьшение величины логарифмического декремента затухания кладки.

4. Величину удвоенного логарифмического декремента затухания кладки из камней правильной формы, не нагруженной продольными сжимающими силами, можно принять равной: на цементном растворе марки „100“ — 0,27, на сложном растворе марки „30“ — 0,33 и на известковом растворе марки „4“ — 0,52. При наличии сжимающих сил, вызывающих максимальное напряжение — 4 кг/см^2 , удвоенный логарифмический декремент затухания кладки из камней правильной формы соответственно равен: на цементном растворе — 0,19, на сложном растворе — 0,22 и на известковом растворе — 0,33.

5. Удвоенный логарифмический декремент затухания кирпичной кладки на сложном растворе марки „30“ оказался равным: при отсутствии сжимающих напряжений — 0,35 и при наличии продольных сжимающих сил — 0,24.

Институт строительных материалов и сооружений

Поступило 27 I 1956

АН Армянской ССР

Ռ. Կ. Կարապետյան

ՔԱՐԱՅԻՆ ՇԱՐՎԱԾՔՈՒՄ ՆԵՐՔԻՆ ՇՓՄԱՆ ԷՔՍՊԵՐԻՄԵՆՏԱԼ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում էքսպերիմենտալ ձևով որոշված է շարվածքի մարման լոգարիթմական դեկրեմենտի կապը ազատ ճնշման ամպլիտուդի և երկայնա-

կան սեղմման ուժի հետ, ինչպես և դեկրեմենտի անկախությունը ազատ ճոճման հաճախականությունից:

Հաստատված է շարվածքի ազատ ճոճման և ստատիկական ծանր ժամանակ մարման լողարիթմական դեկրեմենտի նույնությունը: Փորձերի արդյունքների մշակումից ստացված են շարվածքի մարման լողարիթմական դեկրեմենտի որոշ թվական արժեքներ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Динамические свойства строительных материалов. Сборник ЦНИПС. под редакцией проф. Нилендера Ю. А. М.—Л., 1940.
2. Зернов В. Д. и Брянецов И. А. К вопросу о механическом гистерезисе при малых перемещенных напряжениях. Труды МИИТ, в. XXIII, М.—Л., 1932.
3. Иoffe А. Ф. Физика кристаллов. М.—Л., 1929.
4. Карапетян Б. К. Метод определения параметров внутреннего трения материала при свободных колебаниях. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), т. VII, № 2, 1954.
5. Сорокин Е. С. Метод учета неупругого сопротивления материала при расчете конструкций на колебания. Сборник ЦНИПС под редакцией проф. Коренева Б. Г. «Исследование по динамике сооружений», М.—Л., 1951.
6. Сорокин Е. С. К вопросу неупругого сопротивления строительных материалов при колебаниях. Научное сообщение ЦНИПС, в. 15, М., 1954.
7. Писаренко Г. С. Колебания упругих систем с учетом рассеяния энергии в материале. Киев, 1955.
8. Чураян А. Л. Исследование сейсмостойкости кладки облицованными рядами. Труды Бюро антисейсмического строительства АН Грузинской ССР, т. 1, Тбилиси, 1945.