

К. С. АБДУРАШИДОВ, А. С. РУЗМЕТОВ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗДАНИЙ С КАМЕННЫМИ СТЕНАМИ ПОСЛЕ ТАШКЕНТСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1966 ГОДА

§ 1. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Необходимые мероприятия по восстановлению зданий определяются характером повреждений. В этом смысле можно привести следующую классификацию степени повреждения зданий [6].

I. Местные разрушения кладки стен, связанные главным образом с повреждением или выпадением кладки заложённых проёмов, разрушением архитектурных деталей, карнизов, портиков и др., повреждений печей, перегородок, дымовых труб на крыше, штукатурки, потолков и лепных деталей и т. п. При этом основные несущие стены здания находятся в удовлетворительном состоянии и связь между стенами перпендикулярного направления не нарушена. Это легкая степень поврежденности, не создающая больших затруднений при проведении ремонта, однако необходимо дополнительно учитывать психологический эффект, вызываемый локальными повреждениями, в связи с тем, что при этом возможны несчастные случаи. Кроме того, в зданиях обычно остаются отдельные участки кладки внутренней отделки, угрожающие дальнейшим разрушениям, что исключает возможность находиться в помещении до проведения ремонта.

В районе эпицентра Ташкентского землетрясения 1966 года в смежной зоне пониженной сейсмичности такую степень повреждения имели многие здания различной конструкции и размеров, как одноэтажные со стенами из сырцового кирпича, так и многоэтажные до пяти этажей, главным образом более старой постройки, возведенные без соблюдения требований современных норм сейсмостойкого строительства. Из общего числа поврежденных зданий в районе эпицентра данную степень повреждения имели не более 25% зданий.

II. Основным видом повреждений, которому подвергалось не менее половины всех поврежденных зданий, является разрушение капитальных стен, простенков и каменных столбов. Разрушение заключается в появлении большого количества косых трещин, с наклоном от 30° до 60° к горизонту, косых пересекающихся и горизонтальных трещин, расположенных на различной высоте и пересекающих горизонтальные швы кладки по всей площади элемента (сплошной стены, простенка и т. д.). Косые трещины наблюдались главным образом по горизонтальным и вертикальным швам кладки, но в ряде случаев проходили и по кирпичам. Данная степень повреждения может быть охарактеризована как

потеря несущей способности стен и простенков, при сохранности общей конструктивной схемы здания. В таком состоянии оказались многие здания как старой, так и современной постройки различной этажности.

В многоэтажных жилых зданиях разрушения наблюдались главным образом в двух верхних этажах при значительно лучшей сохранности нижних этажей, но имелись и случаи преобладающего разрушения нижних этажей. В двухэтажных зданиях часто оба этажа повреждались в равной степени.

III. Около четверти поврежденных зданий, в дополнение к описанным повреждениям, имели еще трещины отрыва в местах пересечения наружных, продольных и внутренних стен. Это явление наблюдалось главным образом в одноэтажных зданиях, возведенных без соблюдения современных норм сейсмостойкого строительства, но имелось и некоторое количество многоэтажных зданий более старой постройки с такими же дефектами. При этом трещины отрыва имели небольшую ширину и не наблюдалось заметного отклонения оторвавшихся стен от вертикали, а также не происходило значительного сдвига стен относительно прилегающих к ним или опирающихся на них перекрытий. Данное состояние определяется как потеря несущей способности и их элементов и нарушение общей конструктивной схемы здания.

IV. В отдельных случаях отрыв наружных стен приведен к значительному отклонению их от вертикали и падению отдельных стен или их участков. Здания, находящиеся в таком состоянии, считались полностью разрушенными и, как правило, предназначались к сносу.

Такое состояние было характерно для одноэтажных зданий из сырцового кирпича, в многоэтажных зданиях разрушения встречались главным образом в верхних этажах.

Во многих случаях осуществлялась разборка верхнего этажа, восстановление оставшейся части здания, состояние которой соответствовало характеристике, приведенной в п. III. Нередко в аварийном состоянии находились лишь отдельные помещения или малые участки здания в плане. В этих случаях путем частичной разборки стен отдельных помещений и перекладки их заново, с устройством необходимых связей с существующими стенами достигалось существенное изменение технического состояния здания, которое приводилось в соответствие с характеристиками п. II или III. Восстановление зданий, получивших повреждения первой категории, производится обычными методами и не представляет интереса с точки зрения рассматриваемого вопроса. Следует отметить, что во всех случаях наиболее уязвимые элементы архитектурной отделки внутри помещений полностью разбирались и заменялись упрощенными элементами, в соответствии с требованиями сейсмостойкости.

Таким образом, все разнообразие задач по восстановлению поврежденных зданий сводилось к решению основных вопросов:

а) восстановлению несущей способности стен и их отдельных простенков и

б) восстановлению связей между стенами, обеспечивающими совместную работу в общей конструктивной схеме.

Способы решения этих задач зависят от того, какая степень сейсмостойкости должна быть достигнута в результате проведения восстановительных работ. Можно было бы считать, что сейсмостойкость зданий после их восстановления должна соответствовать нормативным требованиям для города Ташкента, т. е. требованиям, которые предъявляются к новому строительству. Однако в числе поврежденных имелось большое количество зданий, возведенных в то время, когда не существовало

строительных норм для сейсмических районов. Далее, имелось очень большое количество зданий, построенных до 1951 г. по старым техническим условиям в расчете на 7-балльную сейсмичность. Планировочная схема этих зданий и их основные конструкции после восстановительного ремонта не могут быть доведены до соответствия с новыми требованиями повышенной сейсмостойкости для г. Ташкента. Для этого необходимо было бы провести полную реконструкцию зданий. Поэтому задача ограничена требованиями повышения прочности и сейсмостойкости зданий до их начального состояния. Конкретные конструктивные решения определялись в соответствии с необходимостью выполнения работ в короткие сроки и в массовом масштабе. Для всех видов повреждений оказалось возможным разработать четыре стандартных конструктивных решения по восстановлению.

Капитально-восстановительные мероприятия в поврежденных зданиях в результате Ташкентского землетрясения выполнялись в соответствии с альбомом типовых конструкций, утвержденным Госстроем Уз. ССР от 10 июня 1966 года. Были приняты следующие методы усиления зданий:

I. Для восстановления несущей способности стен и простенков в качестве основного мероприятия принята установка арматурной сетки с двух сторон стены с последующим торкретированием. Ее назначение заключается в повышении прочности стены на действие горизонтальных усилий. Для восприятия вертикальных нагрузок дополнительное усиление сплошных стен и широких простенков обычно не требовалось. При наличии больших трещин производилась инъекция кладки цементным раствором под давлением, что давало дополнительное повышение прочности на вертикальные нагрузки. Торкретирование может производиться в один или несколько слоев по неармированной или армированной поверхности. Количество и толщина слоев определялась проектом производства работ и обычно составляло не более 30—40 мм. Толщина раствора, наносимого в один раз, не превышала 25 мм. Общее количество арматуры назначалось с таким расчетом, чтобы арматурные сетки при действии главных растягивающих напряжений имели прочность, равную прочности неповрежденной стены.

II. Метод усиления арматурными сетками наиболее эффективен для сплошных стен и широких простенков. Для узких простенков и каменных столбов применение этого способа затруднительно, кроме того эти элементы необходимо усиливать и на действие вертикальных нагрузок. Поэтому основной конструкцией усиления были приняты металлические обоймы из вертикальных уголков и хомутов из полосовой или круглой стали. Минимальное количество стали назначалось из условия эквивалентной прочности, но, как правило, по конструктивным условиям фактически принималось больше расчетного минимума.

III. Для восстановления связей между стенами перпендикулярного направления в многоэтажных зданиях применялось устройство металлических поясов из прокатной стали с наружной и внутренней стороны в уровне перекрытий. Поперечное сечение поясов определялось из условия эквивалентной прочности с нарушенным вертикальным швом. Пояса соединялись между собой металлическими стойками.

IV. Усиление одноэтажных зданий, как правило, выполнялось с помощью наружных контрфорсов из обожженного кирпича на цементном растворе.

Указанные способы усиления поврежденных зданий с каменными стенами применялись в сейсмических районах Средней Азии (Ташкент, Душанбе).

С целью оценки эффективности примененных конструктивных мероприятий по усилению рассмотрим несколько характерных зданий, получивших серьезные повреждения в результате Ташкентского землетрясения и восстановленных тем или иным способом.

Здания, восстановленные с применением металлических поясов и стоек из прокатного профиля (метод III, рис. 1, 2).

Три сорококвартирных пятиэтажных здания с полуподвалом серии 1—310 И, расположенные по ул. Юсупова № 2, № 4, № 6, постройки 1965 года. Все три дома рассчитаны на сейсмичность 8 баллов. Их продольные оси направлены с запада на восток. По макросейсмическим определениям интенсивность землетрясения в данном районе была 8 баллов.

Грунт—плотно слежавшийся лёсс. После землетрясения все три здания получили значительные повреждения. Как и во многих сооружениях, верхние этажи пострадали больше, чем нижние, что является одной из особенностей Ташкентского землетрясения.

Ввиду того, что повреждения всех трех домов аналогичны, ограничимся описанием разрушения одного из них.

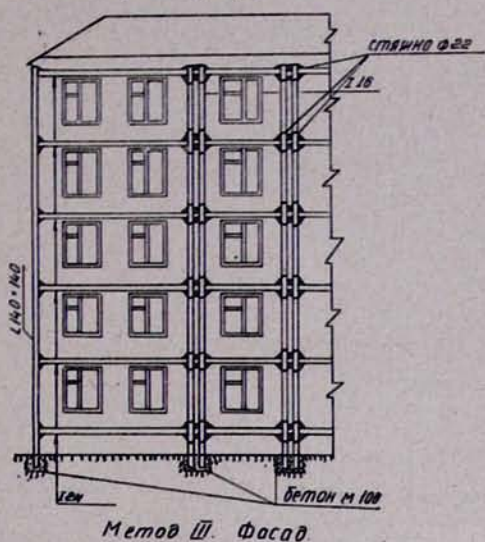


Рис. 1

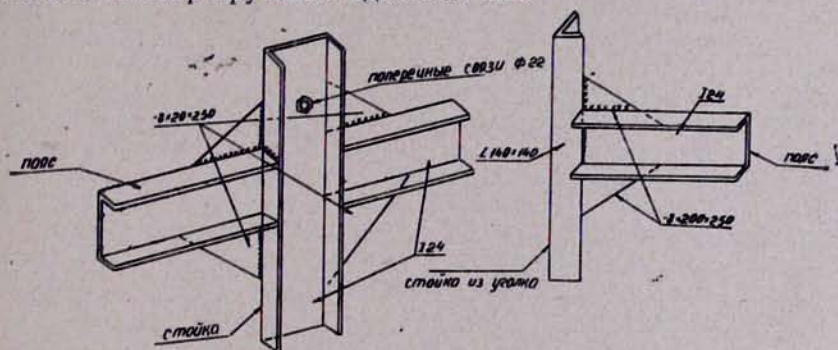


Рис. 2

Торцовая восточная стена имеет следующие повреждения. На первом этаже простенок пересечен косой трещиной шириной 1—1,5 мм, на втором и третьем этажах—горизонтальные и косые трещины, образовавшиеся в опорах перемычек и на угловых и межоконных простенках, ширина трещин до 2 мм, четвертый и пятый этажи имеют трещины такого же характера, но выраженные более резко; ширина их на последнем этаже достигает 3 мм.

Западная торцевая стена разрушена меньше. В пределах третьего и четвертого этажей с наружной стороны здания имеются две косые сквозные трещины шириной 1 мм, на третьем и 1,5—2 мм на четвертом этаже.

На средней и юго-западной частях главного фасада в простенках с первого по пятый этаж образовались косые и пересекающие трещины: на первом и втором этажах—косые, 0,5—1 мм; на третьем и четвертом—крестообразные, раздробленные—1,0—2,0 мм; на пятом этаже, косая ясно выраженная трещина шириной до 3 мм.

По всей стене на уровне оконных перемычек появились горизонтальные и наклонные трещины, доходившие до пересечения этих стен с поперечными. В верхних этажах эти трещины распространились в соседние комнаты, причем ширина их в нижних этажах достигала 1 мм, увеличиваясь в последующих этажах, в пятом—она достигает 3 мм.

На дворовом фасаде трещины имеют тот же характер, но выражены более резко; в верхних этажах кое-где наблюдается раздробление железобетонных перемычек, по которым идут косые восходящие трещины шириной до 3—4 мм. Самые большие разрушения в виде косых и крестообразных трещин получили внутренние стены, ослабленные вентиляционными каналами и проемами; ширина трещин здесь начиная от 1 мм в первом этаже, постепенно увеличиваясь, доходит до 5 мм в пятом этаже.

В лестничной клетке стыки межплощадных плит с маршами сохранились хорошо. На продольной стене лестничной клетки подоконная часть стены пересечена косыми и крестообразными трещинами шириной в пятом этаже до 3—4 мм, в нижних этажах—0,5—2,0 мм. Имеются косые продолговатые трещины 0,5—1,5 мм на поперечных стенах лестничной клетки, начинающиеся от места опирания площадочных плит на стену в пределах четвертого и пятого этажей. На крыше вентиляционные трубы частично обвалились в сторону юго-востока. Важно отметить, что перегородки хотя и не являются несущими конструкциями, но их разрушения характерны.

После землетрясения в этих домах произведены капитально-восстановительные работы с применением металлических поясов и стоек из швеллеров, а также уголков с заделкой бетоном внизу и оттяжкой хомутами (тягой диаметром 15—20 мм вверху). С фасадной стороны здания по всей его длине установлено по горизонтали 6 (ГОСТ-24) и по вертикали 18 (ГОСТ-16) швеллеров. Все соединения вертикальных и горизонтальных швеллеров, а также угольников выполнены сваркой. Во всех описанных зданиях после землетрясения и после капитально-восстановительных работ замерены натурные динамические характеристики по двум составляющим в нескольких точках.

24 марта 1967 года в 13 ч. 04 мин. по местному времени произошло землетрясение с тем же очагом, интенсивностью в 7 баллов. После землетрясения в указанных зданиях произведено детальное обследование, а также замеры периодов свободных колебаний в тех же точках, теми же приборами. В то время как в результате землетрясения 26 апреля в этих зданиях наиболее значительные повреждения получили внутренние стены, при афтершоке 24 марта сильно пострадали наружные стены, на которых образовались многочисленные косые и косые пересекающиеся трещины. По-видимому, это обстоятельство объясняется возникновением значительных напряжений в наружных стенах, вследствие уменьшения жесткости внутренних стен после основного землетрясения.

Как видно из табличных данных (табл. 1), период собственного колебания после капитально-восстановительного ремонта уменьшился в отдельных случаях на 18—20%, что является результатом увеличения жесткости сооружения. После толчка 24 марта период собственных колебаний увеличился на 10—12%. Следовательно, по данным замеров натуральных динамических характеристик до и после восстановительных мероприятий можно судить об эффективности того или другого метода восстановительных работ [1—5,7].

Помимо натуральных замеров динамических характеристик дома по ул. Юсупова №4 определены периоды свободных колебаний с учетом податливости основания в соответствии с «Инструкцией по определению расчетной сейсмической нагрузки для зданий и сооружений».

Расчетная схема сооружения принята как система с равномерно распределенной массой, работающая на сдвиг с учетом податливости основания. Тогда период свободных колебаний сооружения определяется по формуле:

$$T_1 = \frac{2\pi H}{d_1} \sqrt{\frac{mk_1}{FG\gamma_{пр}}},$$

где H — высота здания;

d_1 — коэффициент частоты;

m — величина распределенной нагрузки;

F — площадь поперечного сечения стен;

k_1 — коэффициент, зависящий от формы и размеров сечения;

G — модуль сдвига материала;

$\gamma_{пр}$ — коэффициент, учитывающий повышенную деформированность стены вследствие наличия в нем проемов.

Величина d_1 и k_1 определена по графику «Инструкции по определению расчетной сейсмической нагрузки для зданий и сооружений» в зависимости от параметров.

По подстановке численных значений получена величина периода свободных колебаний с учетом податливости основания, которая оказалась равной:

$$T=0,24 \text{ сек.}$$

Следовательно, разница натуральных и расчетных значений периода свободных колебаний с учетом податливости основания составляет 60% в сторону увеличения по сравнению с натурно замерными данными, что является вполне закономерным, если учесть наличие существенных деформаций зданий после землетрясения.

После капитально-восстановительного ремонта эта разница составляет 29%, т. е. период свободных колебаний уменьшился, а следовательно, увеличилась жесткость здания.

Проанализируем воздействие землетрясения на четырехэтажное жилое здание Г-образного очертания в плане со скошенным углом на уличном фасаде, построенное из обожженного кирпича толщиной на первом этаже 64 см, на остальных—52 см, на сложном растворе. Год постройки 1936. Здание укреплено антисейсмическим поясом по всему периметру наружных стен с запуском в полметра на внутренние стены на уровне оконных перемычек четвертого этажа; перегородки деревянные.

После Чаткальского землетрясения 1946 г. интенсивностью 7 баллов в здании не наблюдалось значительных повреждений. В дверных и оконных перемычках, а также в несущих стенах лестничных клеток образовались трещины, достигающие местами 1,0—1,5 мм.

Воздействие землетрясения 26 апреля 1966 года интенсивностью в данном районе 8 баллов оказалось более разрушительным. Все несущие стены получили серьезные повреждения. На первом и втором этажах сильно пострадали продольные наружные стены крайних отсеков; торцевые стены были повреждены несколько меньше. Все стены третьего и четвертого этажей, как наружные, так и внутренние, покрылись сквозными косыми, крестообразными, горизонтальными и вертикальными трещинами шириной до 10 мм и поперечные стены местами отошли от продольных на 15–20 см. Сильно повреждены лестничные клетки в крайних отсеках. Под балками лестничных площадок образовались характерные горизонтальные трещины.

Нами до землетрясения 1966 г. были измерены натурные значения периодов свободных колебаний, которые в продольном и поперечном направлениях соответственно составляли 0,25 и 0,27 сек, а после землетрясения в тех же точках 0,48 и 0,49 сек, т. е. период свободных колебаний увеличился почти в два раза.

Капитально-восстановительные работы в этом здании не были проведены и после афтершока 24 марта 1967 года, интенсивностью 7 баллов и периодом в тех же точках 0,51 сек (табл. 1).

Трехэтажный кирпичный жилой дом с подвалом; толщина наружных и внутренних стен первого этажа 64 см, второго и третьего—52 см; год строительства 1936. Здание рассчитано на 7-балльную сейсмичность. Имеется железобетонный антисейсмический пояс сечением 30×52 см, по всему периметру наружных и внутренних стен на уровне оконных перемычек второго этажа. Надподвальные перекрытия железобетонные, а второго и третьего этажей—деревянные.

При Чаткальском землетрясении 1946 г. несущие конструкции этого здания не пострадали. В результате землетрясения 1966 г. оно получило значительное повреждение в виде косых, пересекающихся, горизонтальных и вертикальных трещин во всех несущих конструкциях. Особенно пострадали внутренние стены верхних этажей, где ширина достигает 5 мм.

В нашем распоряжении имелись динамические характеристики, полученные в нескольких точках при проведении натурных замеров до и после землетрясения 1966 г. При сравнении осциллограмм оказалось, что период свободных колебаний в продольном и поперечном направлениях до землетрясения составлял соответственно 0,21 и 0,25 сек, а после землетрясения в тех же точках—0,28 и 0,3, т. е. увеличился на 33 и 20% соответственно, вследствие снижения жесткости сооружения.

Приведем еще один пример. Трехэтажный кирпичный жилой дом, расположенный в 7-балльной зоне, постройки 1940 г.; расчетная сейсмичность 7 баллов. Как и в описанных выше примерах, последствия Чаткальского землетрясения для этого здания были незначительными.

В результате землетрясения 26 апреля наблюдаются существенные повреждения в несущих конструкциях, особенно на втором и третьем этаже в виде сквозных пересекающихся и вертикальных трещин шириной до 2–3 мм. Период свободных колебаний до Ташкентского землетрясения в продольном и поперечном направлениях составлял 0,23 и 0,25 сек, после чего в тех же точках—0,27 и 0,31 сек, т. е. увеличился на 17,4 и 24% соответственно.

Рассмотрим данные макросейсмических обследований последствий Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 года на примере четырехэтажного жилого дома по ул. 9 Января № 16, расположенного на границе 8- и 7-балльной сейсмичности.

Год строительства 1936. Здание построено на расчетную сейсмичность 7 баллов. Стены толщиной 52 см из обожженного кирпича на известковом растворе; перекрытия деревянные. В результате Чаткальского землетрясения 1946 г. наибольшие повреждения отмечены в торцевых стенах. В продольных стенах, начиная со второго этажа, появились трещины до чердака, где ширина их достигала 10—12 мм. В местах примыкания поперечных стен лестничных клеток к продольным наружным стенам возникли трещины шириной до 20 мм. Железобетонные лестничные площадки отошли от наружной и внутренних стен на 5—10 мм.

При землетрясении 26 апреля здание также получило существенные повреждения в виде крестообразных горизонтальных и вертикальных трещин в несущих конструкциях. По данным натурных замеров, период собственных колебаний в продольном и поперечном направлениях до землетрясения составлял 0,37 и 0,34 сек соответственно. После землетрясения 26 апреля 1966 года в тех же точках он возрос до 0,43 и 0,42 сек соответственно, т. е. на 17,0 и 24 %.

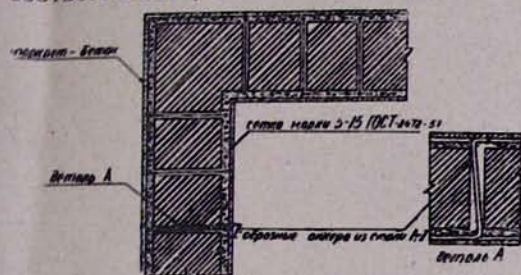


Рис. 3

Из приведенного материала следует, что деформированность зданий и эффективность конструктивных антисейсмических мероприятий можно установить по величине периода их свободных колебаний. В табл. 1 приведены результаты обследования повреждений

здания после землетрясения, натурных замеров периодов свободных колебаний до и после землетрясения, после капитально-восстановительных работ, а также после сильных афтершоков ряда характерных зданий, расположенных в эпицентральной зоне и восстановленных с применением металлических поясов и стоек из прокатного профиля.

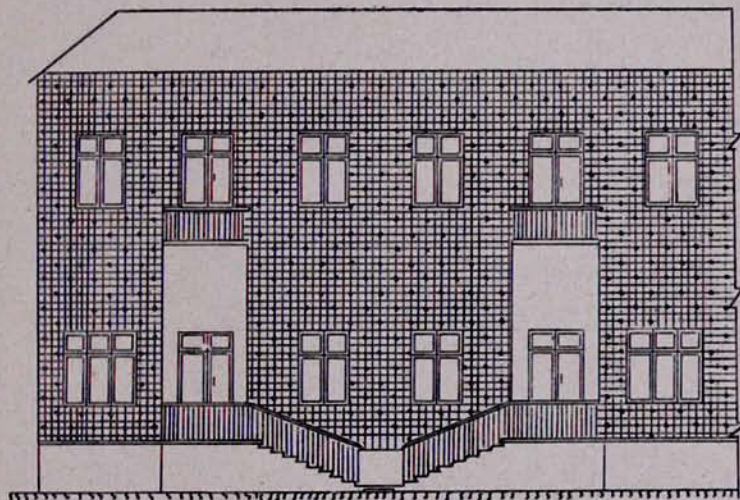


Рис. 4

Таблица 1

№ п/п	Конструктивная характеристика, адрес и назначение объекта	Этаж	Балльность	Периоды свободных колебаний							
				до землетрясения 26/IV 1966 г.		после землетрясения 26/IV 1966 г.		после капитально-вос- становительных работ		после землетрясения 24/III 1967 г.	
				продоль- ное нап- равление	попереч- ное нап- равление	продоль- ное нап- равление	попереч- ное нап- равление	продоль- ное нап- равление	поперечное направление	продольное направление	поперечное направление
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

I. Здания, восстановленные с применением металлических поясов и стоек из прокатного проката

1	Кирпичное жилое здание серии 1-310 по ул. У. Юсупова, 2, 4, 6	5	8	—	—	0,37 0,36 0,38	0,4 0,39 0,38	0,31 0,31 0,32	0,32 0,32 0,32	0,35 0,36 0,35	0,36 0,35 0,35
2	Кирпичное жилое здание по ул. Навои, 3	4	Нет	0,32	0,32	0,38	0,35	0,31	0,30	—	—
3	Кирпичное жилое здание по ул. Навои, 17	3	—	—	—	0,36	0,36	0,23	0,22	—	—
4	Кирпичное жилое здание старой пост- ройки по ул. Толстого, 3	2	Нет	0,23	0,25	0,3	0,33	0,22	0,20	—	—
5	Кирпичное здание гидротехникума по ул. Турк-Курганская, 45	3	8	—	—	0,33	0,32	0,22	0,28	—	—
6	Кирпичное жилое здание по ул. Навои, 26	3	7	—	—	0,31	0,31	0,23	0,23	—	—
7	Кирпичный жилой дом по ул. Навои, 26	3	7	—	0	0,32	0,30	0,22	0,23	—	—

II. Здания, восстановленные с применением металлических сеток с последующим торкретированием

8	Жилое здание по ул. Ново-Московская, 30	5	8	—	—	0,34	0,3	0,24	0,25	—	—
9	Кирпичное жилое здание по ул. Ново- Московская, 33	5	8	—	—	0,35	0,31	0,25	0,24	—	—
10	Кирпичное жилое здание по ул. Юсупова, 111	2	8	—	—	0,39	0,35	0,31	0,25	—	—
11	Кирпичное жилое здание по ул. Навои, 10	4	7	—	—	0,38	0,35	0,33	0,32	—	—

Продолжение таблицы 1

	—2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Кирпичное жилое здание по ул. Навои, 12	3	8	—	—	0,32	0,32	0,20	0,25	—	—
13	Кирпичное жилое здание по ул. Пушкинской, 26	0	7	0,26	0,25	0,32	0,25	0,26	0,29	0,29	0,29
14	Кирпичное административное здание по ул. Навои, 11	3	8	—	—	0,32	0,25	0,26	—	—	—
15	Кирпичное здание смешанной конструкции по ул. К. Маркса, 30	3	7	0,25	0,25	0,34	0,33	0,25	—	—	—
16	Кирпичное жилое здание по ул. Пролетарской, 4	4	7	0,25	0,27	0,48	—	—	0,51	0,51	0,48

Здания восстановлены установкой с обеих сторон поврежденных стен и широких простенков металлических сеток с последующим нанесением торкретбетона (метод 1 рис. 3, 4).

Как отмечалось выше, большинство зданий восстановлены этим способом. Результаты обследований повреждений после землетрясения и натурных замеров динамических характеристик приведены также в табл. 1.

Для непосредственного определения эффективности отдельных мероприятий по восстановлению были проведены испытания многочисленных фрагментов конструкций. Результаты этих работ выходят за рамки данной статьи.

Выводы

1. Примененные конструктивные мероприятия по усилению зданий, поврежденных в результате землетрясения, — металлические пояса и стойки из прокатного профиля при следующих землетрясениях вступают в работу после возникновения деформаций зданий.

2. Жесткость здания при усилении стен торкретбетоном с двух сторон существенно увеличивается. В отдельных случаях после землетрясения 26 апреля 1966 года периоды собственных колебаний зданий увеличились на 10—15%, а после капитально-восстановительных работ они уменьшились на 30—40%. Таким образом, эти здания после капитально-восстановительных работ стали более жесткими.

3. По результатам натурных замеров динамических характеристик зданий до землетрясения, после землетрясения и после капитально-восстановительных мероприятий инструментально можно оценить эффективность тех или иных методов восстановительных работ.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
АН Узбекской ССР

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурашидов К. С. Инструментальный метод оценки деформированности сооружений. Вопросы механики, вып. 3, Ташкент, 1965.
2. Абдурашидов К. С. К вопросу обобщения результатов инструментальной оценки деформированности сооружений. Вопросы механики, вып. 3, Ташкент, 1965.
3. Абдурашидов К. С. К оценке величин периодов свободных колебаний зданий по эмпирическим формулам. «Изв. Узбекской ССР», сер. техн. наук, № 2, 1966.
4. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Сб. статей. М., 1964.
5. Медведев С. В. Инженерная сейсмология, М., 1962.
6. Рассказовский В. Т., Рашидов Т. Р., Абдурашидов К. С. Последствия Ташкентского землетрясения, Ташкент, 1967.
7. Сюзьхиро К. Инженерная сейсмология, 1935.