

METHODS AND TECHNOLOGIES FOR STRENGTHENING ELEMENTS AND STRUCTURES BRICK BUILDINGS

Kondratyev Vladimir Anatolyevich,

Head of the Department of Technology and Organization of Construction Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering, Associate Professor, Ph.D., 140147, Uzbekistan, Samarkand. e-mail: vkondratev1958@mail.ru, tel. +99891 557-80-74

Egorova Vera Vladimirovna

Master student of the Department of Technology and Organization of Construction Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering, 140147, Uzbekistan, Samarkand, e-mail: vera-97i@mail.ru; Tel. +99891 5273357

Abstract:

Methods and guidelines for the production technology for the restoration and strengthening of buildings with walls made of fired bricks, which received various damages as a result of earthquakes, are given. The issues of technical regulation of the marked works are considered.

Keywords: brick walls, strengthening methods, scope of work, sequence, time norms, prices, team composition, standard set.

Введение.

Землетрясения издавна представляют серьёзную опасность для населения и народного хозяйства Узбекистана. Около половины территории республики могут подвергаться землетрясениям интенсивностью 7 баллов и выше. В этой зоне проживает более 20 млн. человек, расположено более 330 населенных пунктов, в том числе 120 городов.

Авторы статьи, по роду своей научно-практической деятельности, принимали непосредственное участие в анализе и изучении последствий целого ряда землетрясений, произошедших на территориях республики за последний более чем полувековой период; изучены факты исторической сейсмичности. Накоплен огромный фактический материал по результатам натурных обследований технического состояния зданий, обеспечении их сейсмической безопасности, разработке мероприятий и проектов по их сейсмическому усилению, реализованных в рамках государственных научно-технических программ, инновационных проектов и разработок, а также хозяйственных работ.

В частности, по результатам проведения инвентаризации жилищного фонда г. Самарканда было установлено, что здания со стенами из обожженного кирпича имеют довольно значительный удельный вес (в них размещено около 35% жилой площади города). Здания отмеченного конструктивного решения с числом этажей от 2 до 5, возведённые в 50-60-е годы прошлого столетия, не отвечают требованиям действующих КМК [1] по целому ряду параметров (длина, высота, этажность, параметры проёмов,

шаг поперечных стен, наличие элементов усиления стен и пр.) и достигли довольно значительного уровня физического износа. Общее число таких зданий составляет около 55%.

Наряду с интенсивно проводящейся в республике реконструкцией городов, строительством современного комфортабельного жилья, здания отмеченных выше конструктивных решений в настоящее время продолжают эксплуатироваться.

В связи с этим, проблема обеспечения сейсмической и эксплуатационной безопасности таких зданий и вытекающие из неё задачи проведения комплекса превентивных мероприятий, представляются жизненно важными и чрезвычайно актуальными.

Среди комплекса мероприятий, составляющих стратегию снижения сейсмического риска, особое место занимают задачи разработки методов и технологий сейсмического усиления зданий, что является одним из предметов исследований автора, освещение отдельных результатов которых и является целью настоящей статьи.

Материалы и методы. Исследования заключались в выявлении и классификации наиболее часто встречающихся фактов несоответствия объёмно-планировочных и конструктивных решений зданий со стенами из обожженного кирпича требованиям действующих норм проектирования КМК [1], которые были зафиксированы в результате натурных обследований технического состояния многочисленных объектов. Аналогичные классификации были составлены в отношении наиболее характерных видов повреждений элементов и конструкций зданий в результате землетрясений, выявленных по результатам анализа их последствий.

На основе полученных результатов были разработаны методы и технологии сейсмического усиления элементов и конструкций зданий, отражающие их особенности, состав и последовательность выполнения операций по производству работ. Для каждого из рассмотренных случаев и вариантов усиления разработаны соответствующие нормативы в отношении трудоёмкости и стоимости выполнения работ, рекомендуемого состава звеньев и соответствующего нормоконспекта.

Усиление простенков. Узкие и высокие простенки с размерами, не отвечающими требованиям КМК [1], с косыми и крестообразными трещинами (Рис. 1).

Перечень технологических операций :

1. Отбивается штукатурка с двух сторон простенка;
2. Заготавливается сварной каркас из углов 50x50x5 и полосовой стали 50x5, с размерами по ширине и толщине простенка;
3. Установленные каркасы стягиваются и к ним привариваются через 50 см по высоте накладки из стали 50x5 мм, пропущенные между стеной и коробкой. После приварки стяжки убираются;
4. Простенок обертывается сеткой, прикрепляемой отожженной проволокой к элементам каркаса;
5. После увлажнения кладки, простенок оштукатуривается раствором М-50.

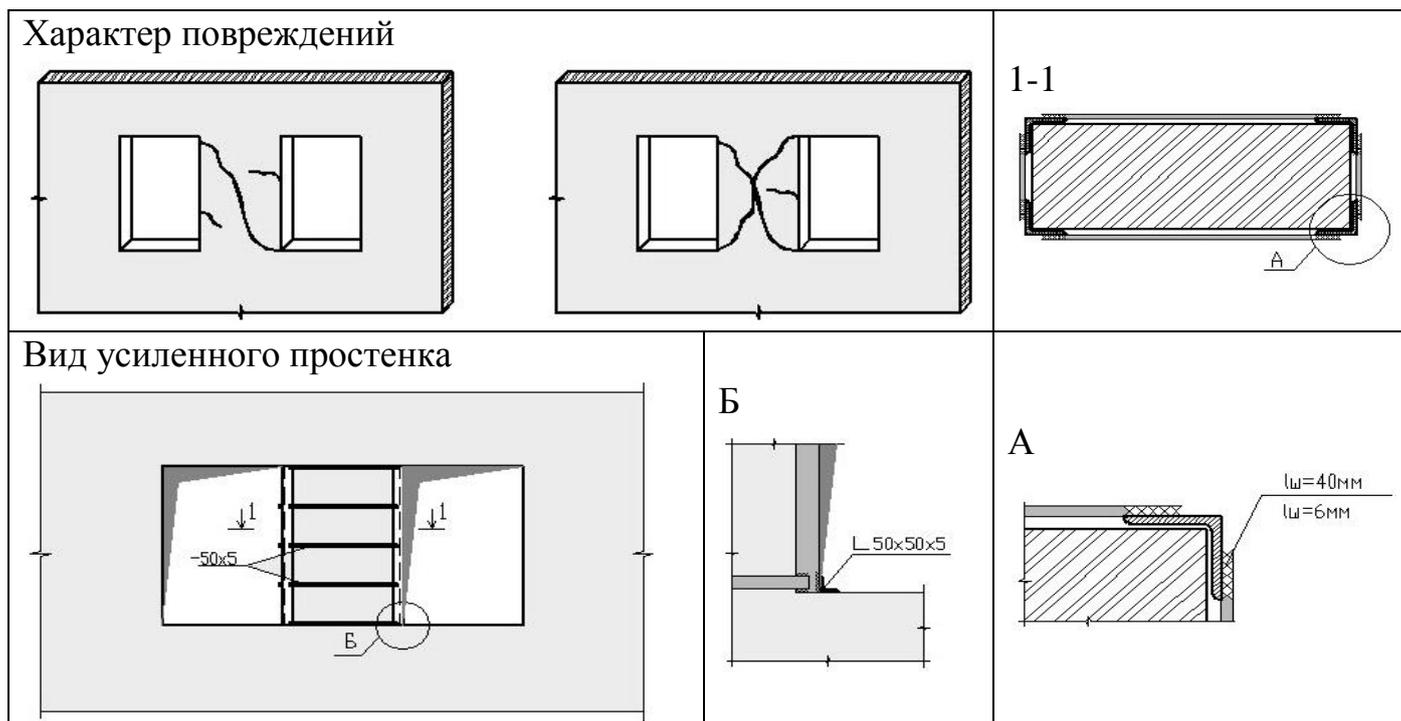


Рис. 1 - Усиление узких и высоких простенков, с размерами, не отвечающими требованиям КМК [1], с косыми и крестообразными трещинами.

Усиление стен. Стены с косыми диагональными трещинами, наклонными в местах примыкания стен или в любом другом месте (Рис. 2).

Перечень технологических операций :

1. Очищается штукатурка с обеих сторон стен;
2. Трещина расчищается;
3. Производится расчистка швов в обоих направлениях на глубину 1,0-1,5 см;
4. Поверхность очищенной стены промывается водой под давлением;
5. Устанавливаются сетка с размерами ячейки 150x150 мм из проволоки диаметром 5 мм. В других случаях сетки должны быть установлены по аналогии с изображением на данной чертеже, с соблюдением указанных размеров от края сетки до трещины, равных 50 см;
6. Сетки связывают при помощи Z-образных анкеров $d = 6$ мм из стали класса А-1, устанавливаемых в заранее просверленные отверстия $d = 20$ мм, в шахматном порядке через 60-80 см;
7. Сетки фиксируются на расстоянии 1,0 см от стены;
8. По установленным сеткам производится штукатурка раствором марки М-50;
9. Просверленные отверстия тщательно заполняются раствором.

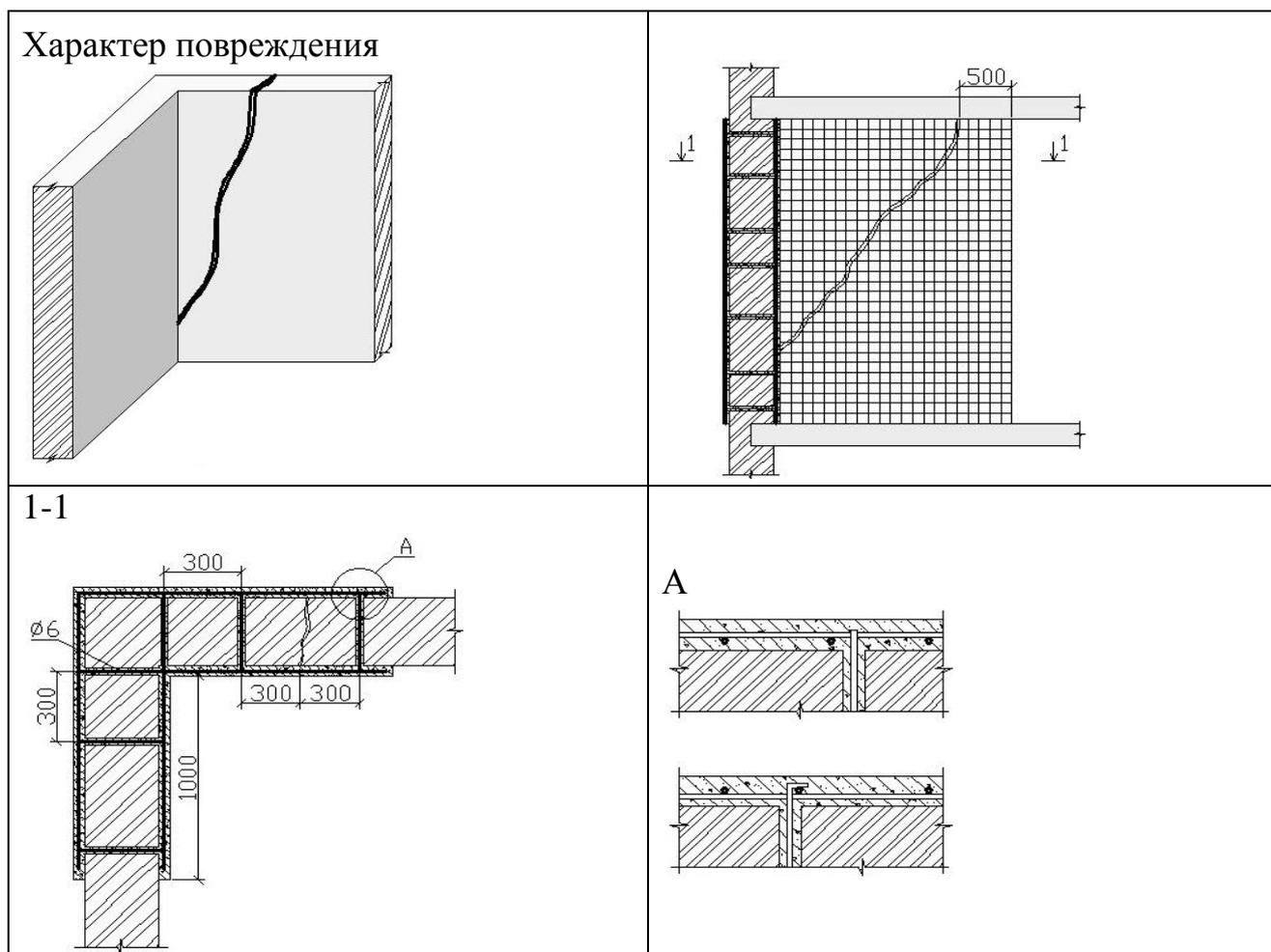


Рис. 2 – Усиление стен с диагональными трещинами, наклонными в местах их примыкания или в любом другом месте.

Усиление примыканий стен. Усиление при полном отрыве стены по вертикали (Рис. 3).

Перечень технологических операций :

1. Пробиваются отверстия размером 65х65 мм, просверливаются отверстия $d = 30$ мм и подготавливаются места для пластины поз. 1 с размерами 200х150х10. Верх отверстий 65х65 мм на расстоянии 10 см от низа перекрытия;
2. Устанавливаются уголки 50х50х5;
3. Устанавливаются швеллеры № 10 и свариваются с уголками;
4. Швеллеры через 50 см по высоте свариваются накладками из полосовой стали 50х5;
5. Устанавливаются пластины поз. 1 и затягиваются болтами;
6. Привариваются тяжи из арматуры $\varnothing 30$ мм к верхним полкам уголков двумя швами $L_{ш} = 70$ мм, $\delta_{ш} = 6$ мм;
7. Производится натяжение при помощи натяжных устройств (домкратов, муфт и др.) или путем нагрева тяжей. Степень натяжения определяется обеспечением плотного прилегания швеллеров к стене, но с нагревом не более 300° С. При достижении указанной степени натяжения, производится приварка углов к пластине 1 двусторонним

швом $L_{ш} = 70$ мм, $\delta_{ш} = 6$ мм;

- В случае создания усилия натяжения методом нагрева, приварка тяжей производится только с одной стороны. Вторая сторона приваривается после достижения необходимого удлинения;
- Трещина и отверстия для пропуска углов расчищаются и инъецируются;
- С наружной стороны выступающие элементы оштукатуриваются по сетке.

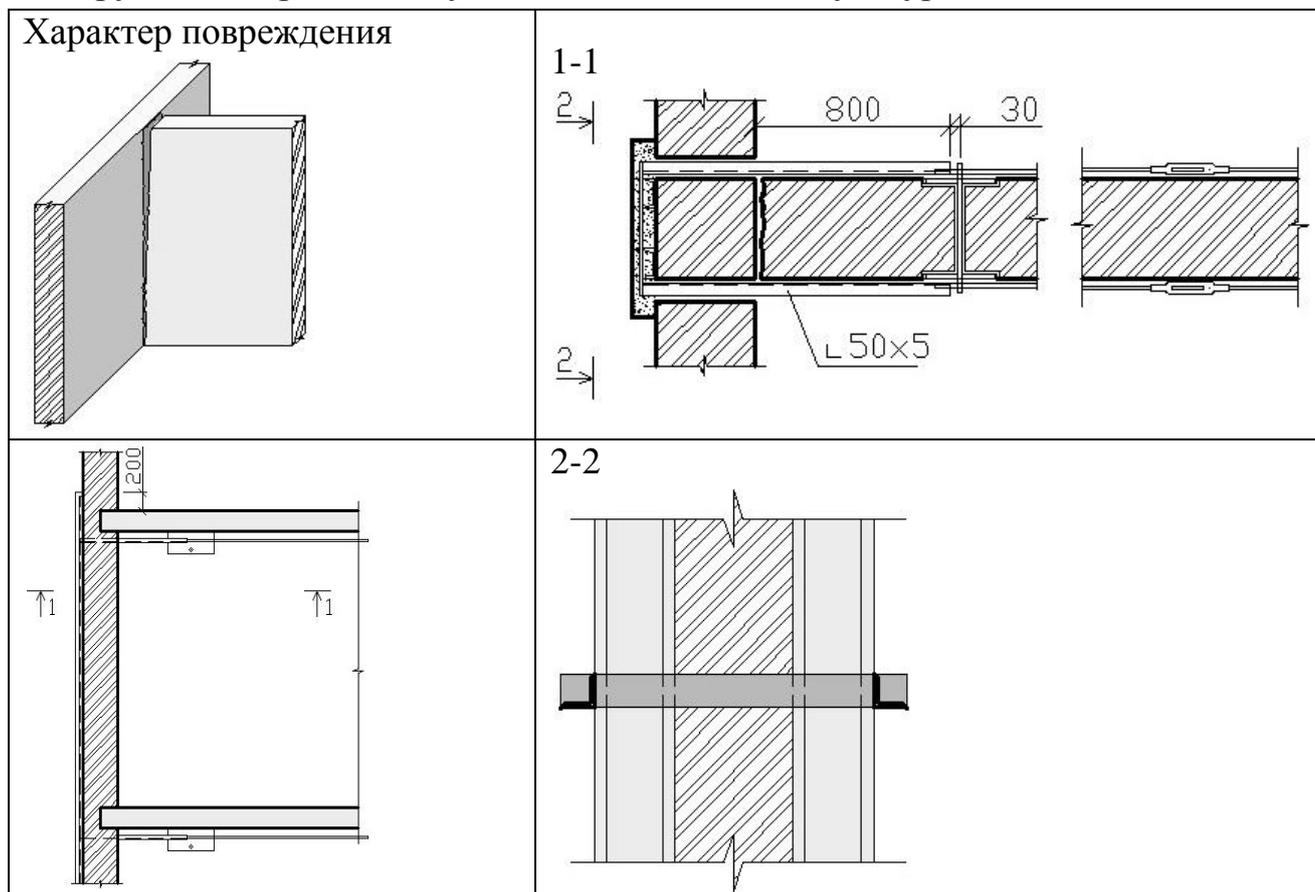


Рис. 3 - Усиление при полном отрыве стены по вертикали.

Усиление перемычек. Железобетонные перемычки с раскрытием трещин до 4 мм.

Перечень технологических операций :

- По всей длине перемычки с обеих сторон очищается штукатурка;
- Расчищаются нижние горизонтальные швы в пределах опор перемычки с двух сторон на глубину до 6 см. Пробиваются отверстия в шве между перемычкой и вышележащей кладкой;
- В расчищенные швы укладываются уголки 50x5 на растворе на временных стяжках;
- В отверстия, пробитые над перемычкой, укладывается полосовая сталь 50x5;
- Уголки свариваются с горизонтальными полосами накладками 50x5;
- Усиленная перемычка штукатурится раствором марки М-50;
- При сдвиге перемычки опорные участки и плоскость примыкания к кладке инъецируются;
- В случае значительного разрушения перемычки и надперемычной кладки,

целесообразно разобрать кладку и заменить перемычки;

9. Сварные швы $L_{ш} = 50$ мм, $\delta_{ш} = 6$ мм.

При усилении перемычек, имеющих трещины с раскрытием в растянутой зоне до 4 мм и расстоянии от проема до перекрытия не менее 100 см, усиление рекомендуется выполнить согласно Рис. 4.



Рис. 4 – Усиление железобетонных перемычек с разломами.

Перечень технологических операций :

1. Снимается штукатурка на участке выше уровня верха деформированной перемычки на 50 см;
2. Пробивается штраба высотой 21 см на расстоянии 35 см от верха существующей перемычки. Глубина штрабы 13 см, длина на 50 см больше существующего проема;
3. В кирпичной кладке через штрабы просверливаются 3 отверстия $d = 30$ мм;
4. Очищенная от штукатурки кладка и штраба тщательно промываются водой под напором;
5. Швеллеры с просверленными отверстиями устанавливаются и скрепляются болтами $d = 12$ мм стали класса А-1;
6. Штрабы штукатурятся раствором марки М-50;
7. В случае значительного разрушения перемычки и надперемычной кладки, целесообразно разобрать кладку и заменить перемычки;
8. Перед производством работ перекрытие подпирается временными стойками.

Устройство антисейсмических поясов. Устройство металлического сейсмопояса в многоэтажных зданиях с деревянными перекрытиями при отсутствии сейсмопоясов (рис. 5).

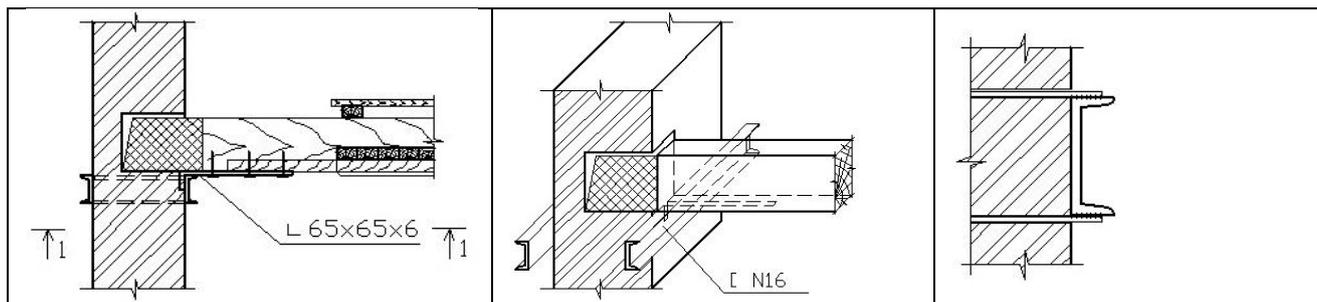


Рис. 5 - Устройство металлического сейсмопояса в зданиях с деревянными перекрытиями при отсутствии поясов.

Перечень технологических операций :

1. Разбирается потолок на ширину 1 м по периметру стен;
2. Отбивается штукатурка с обеих сторон стен в местах установки швеллеров;
3. Пробиваются отверстия на уровне низа балки для пропуска полосы 50x5; длина полосы замеряется по месту;
4. В пробитые отверстия вставляются полосы и между ними заводится швеллер № 10;
5. Привариваются полосы к наружному швеллеру;
6. Устанавливаются крепежные элементы из полосы 50x5 по оси балок перекрытия;
7. Производится обжатие стены швеллерами;
8. Привариваются полосы со второй стороны;
9. Пришиваются ершами крепежные элементы к балкам перекрытий;
10. Пробитые отверстия инъецируются;
11. В местах пересечения стен, швеллера снизу и сверху свариваются косынками с размерами катета 25 см. Размеры наружной косынки определить по месту. Сварка производится прерывистым швом. Общая длина шва не менее 150 мм с одной стороны; толщина косынок 10 мм. Все сварные швы - толщиной 6 мм.

Альтернативным вариантом является устройство железобетонного антисейсмического пояса.

Перечень технологических операций :

1. Разбирается пол и потолок полосой шириной 1 м по периметру помещения;
2. Отбивается полоса штукатурки стен с обеих сторон, вдоль перекрытия шириной 50 см;
3. Производится расчистка вертикальных и горизонтальных швов кладки на глубину 1,0 - 1,5 см;
4. Пробиваются отверстия в кладке с размерами 20-25 см для соединительных шпонок;
5. Очищенные поверхности и пробитые отверстия промываются водой под давлением;
6. Устанавливаются арматурные каркасы, и производится бетонирование шпонок и поясов по обильно увлажненной кладке;
7. При отсутствии заделки деревянных балок в закладку стены, необходимо обеспечить их анкерровку с поясом;

8. Бетон класса не ниже В7,5.

Усиление фронтонов, парапетов, карнизов и щипцов. Восстановление разрушенных фронтонов, парапетов, карнизов и щипцовых стен, имеющих косые горизонтальные трещины или при их частичном обрушении.

Перечень технологических операций :

1. Все фронтоны, парапеты, карнизы и щипцовые стены, выполненные в каменной кладке, независимо от степени их повреждения, кроме выполненных с железобетонным каркасом (с вертикальными и горизонтальными элементами усиления), рекомендуется разобрать;
2. Перед разборкой кирпичной кладки щипцовых стен, кирпичные опорные столбы под прогоны заменяются на деревянные, с установкой раскосов;
3. Замена разрушенных фронтонов должна выполняться с использованием деревянных или лёгких металлических каркасных конструкций;
4. Облицовка каркаса фронтонов должна быть выполнена из современных легких долговечных материалов в зависимости от архитектурной значимости.

Каркас щипца выполняется в деревянном варианте или с использованием лёгких металлических каркасных конструкций. Нижняя обвязка крепится к стене металлическими анкерами или проволочными сетками, располагаемыми через 1,5 - 2,0 м. Обшивка каркаса выполняется из современных легких долговечных материалов в зависимости от архитектурной значимости.

Примечание. При реконструкции зданий, имеющих историко-культурное и архитектурное значение, усиление фронтонов, парапетов, карнизов и щипцов выполняется без их разборки по индивидуальным проектам.

Усиление перегородок. Усиление перегородок при нарушении их связи со стенами, без потери устойчивости.

Перечень технологических операций :

1. Производится временное укрепление перегородки. Разбираются плинтусы и тяги;
2. С обеих сторон перегородки длиной до 3-х метров устанавливаются горизонтальные бруски 60х60 мм по верху и по низу, крепящиеся гвоздями $L = 100$ мм между собой и к деревянному перекрытию;
Возможен вариант установки металлических уголков 50х50 мм, которые скрепляются с перекрытием дюбелями В-7 или гвоздями $L = 100$ мм;
3. При перегородке длиной более 3-х м, дополнительно устанавливаются бруски в вертикальном направлении. Бруски окрашиваются масляной краской;
Возможен вариант крепления перегородки к стенам в вертикальной плоскости закрепами;
4. Перегородки длиной до 3-х метров крепятся только закрепами к стенам;
5. После закрепления перегородок убираются временные крепления;

6. В случае варианта крепления перегородки уголками, последние окрашиваются масляной краской за 2 раза;

7. При потере устойчивости, перегородка разбирается и выкладывается вновь.

Результаты. Таким образом, разработаны методы и указания по технологии производства работ (включая их состав, особенности и последовательность выполнения) при восстановлении и усилении жилых и гражданских зданий со стенами из обожженного кирпича, получивших различные повреждения в результате землетрясений.

Приведённые методы также могут быть использованы и при усилении конструкций и элементов существующих зданий отмеченного конструктивного решения, те или иные параметры которых не соответствуют требованиям действующих в настоящее время республиканских норм проектирования КМК [1].

Для каждого из рассмотренных случаев и вариантов усиления разработаны соответствующие нормативы в отношении трудоёмкости и стоимости выполнения работ, рекомендуемого состава звеньев и соответствующего нормоконспекта (в силу существующих ограничений по объёму статьи, в ней не приводятся).

Обсуждение. Полученные результаты, в виде разработанных методов и технологий производства работ легли в основу специального «Пособия», подготовка которого завершается автором к настоящему времени. В «Пособии», представленные в данной статье материалы отражены более подробно, охватывают и другие встречающиеся на практике возможные случаи и ситуации, детально проиллюстрированы и снабжены комплектами рабочих чертежей, выполненных в среде AutoCAD. В частности, в нём приведены методы, технологии и техническое нормирование вопросов усиления и других элементов и конструкций (железобетонных, деревянных и металлических), также имеющих место в зданиях рассматриваемого конструктивного решения.

Указанные нормативы составлены на основе соответствующей выборки по подходящим и аналогичным по характеру и смыслу видам процессов и работ, регламентируемых действующими отечественными ШНК на ремонтные и другие виды работ [2-4 и др.], а также соответствующей выборки из зарубежных нормативных документов. В этом отношении составленные нормативы требуют соответствующего (более детального) обоснования и корректировки, что является предметом дальнейших исследований и разработок по данному направлению. Поставлена также задача разработки и утверждения комплекта соответствующих типовых технологических карт. Следует также отметить, что работы по усилению конструкций являются в технологическом отношении своеобразными, деликатными и уникальными и требуют от производителя соответствующей подготовки и профессионализма, наличия соответствующих инструментов, приборов и оборудования.

Заключение. Представленные в статье и в отмеченном «Пособии» методы, технологии и техническое нормирование вопросов восстановления и усиления элементов и

конструкций кирпичных зданий, рекомендуются к использованию проектными, строительными и эксплуатирующими организациями, частными застройщиками и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ :

1. КМК 2.01.03-19. Строительство в сейсмических районах. Ташкент: Минстрой РУз. – Ташкент, 2019. – 107 с.
2. ШНК 4.02.61-07. Сборники ресурсных сметных норм на ремонтно-строительные работы. Штукатурные работы. Ташкент: Госкомархитекстрой РУз. 2007.
3. ШНК 4.02.69-07. Сборники ресурсных сметных норм на ремонтно-строительные работы. Прочие ремонтно-строительные работы. Ташкент: Госкомархитекстрой РУз. 2007.
4. ШНК 4.02.53-07. Сборники ресурсных сметных норм на ремонтно-строительные работы. Сборник 53 "Стены". Ташкент: Госкомархитекстрой РУз. 2007. - 26 с.