

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

УДК 692.4

ПАК СТЕЛЛА ИГОРЕВНА

**«Энергосберегающая ограждающая конструкция в сейсмических
районах»**

5А340201 –« Строительство зданий и сооружений»

(Энергоэффективные здания)

Диссертация на соискание академической степени магистра

Научный руководитель:

к .т. н. доц. Шаумаров Н.Б.

Ташкент- 2015

Введение

За годы независимости Республики Узбекистан, ее символом достижений, красоты и очарования являются величественные здания, спортивные дворцы, крытые рынки, современные улицы. Площадки, мосты, парки, скверы и сады, жилые здания, колледжи, лицеи многие другие объекты свидетельствующие и широте объема созидательной работы в области строительства и архитектуры. Сегодня архитектура вновь восстанавливает единство социально-экономического развития национальными, эстетическими, демографическими и культурными традициями, многовековой своей истории, древнейшей уникальной культурной, архитектурой и национальными традициями.

В законе Олий Мажлиса «Градостроительный кодекс Республики Узбекистан» установлены требования формирования и реализации концепции дальнейшего развития градостроительства и архитектуры, архитектурно-планировочной структуры городов, норм, стандартов, нормативно-правовых актов и других положений с целью реализации права граждан на благоприятную среду жизнедеятельности, градостроительных и санитарно-гигиенических норм и правил, а также обеспечения выполнения требований нормативно-правовых актов градостроительной и проектной документации.

Известно, что наряду со строительством новых жилых и промышленных районов и комплексов чрезвычайную актуальность сегодня приобретают задачи модернизации и реконструкции существующего фонда. Актуальность реконструкции и обновления городской застройки связано с тем, что во второй половине XX века градостроительство имело преимущественно экстенсивный характер развития путем массовой застройки свободной территории в окраинных районах городов, что способствовало повышению стоимости строительства (2-5%), удорожанию эксплуатационных расходов, а также

потерям плодородных земель. Этот метод привел к отрицательным архитектурно-градостроительным и социально-экономическим потерям, как-то потери времени на переезды, ослабление межличностных связей, снижение функций центральных районов, экологическим и др. последствиями в последние годы в реконструкции городской застройки разработаны концепции сноса или модернизации старой застройки, бережного отношения к исторической застройке и выдающим памятникам архитектуры, целостности фрагментов городской среды. Президент страны И.Каримов в своей речи - «Наша цель-мир, стабильность и созидание» 27.09.2001 г., говоря о достижениях в городе Ташкенте подчеркнул, что за последние годы построены 5,5 миллиона квадратных метров жилья, проложены 630 километров канализации, 700 километров газовых и 500 километров водопроводных труб, 66 километров отопительной системы, реконструировано 45 дорог, 9 мостов мирового уровня, введена в эксплуатацию третья линия метрополитена, построенная площадь Памяти, «Диснейленд», «Аквапарк», зоопарк, десятки величественных гостиниц, спортивных сооружений, 11 новых станций связи, сотни колледжей, лицеев и др. В городе работает 355 крупных промышленных предприятия и почти 20 тысяч предприятий малого и среднего бизнеса...». На сессии г. Ташкента (27.09.2001) была дана объективная оценка достигнутым успехам, а также уделено особое внимание городским проблемам, вызывающим озабоченность населения.

Среди них, жилищные вопросы: коммунальное обслуживание, обеспечение газом, питьевой водой, отоплением.

В частности четыре тысячи многоэтажных домов из имеющихся 9 тысяч или 45% нуждаются в капитальном ремонте; 42 % водопроводных систем и 60 % газопровода требуют ремонта, 161 километра теплораспределительных сетей и 40 километров магистральных сетей подлежат обновлению.

Немало нерешенных проблем в сфере медицинского обслуживания, в топливно- энергетическом комплексе и в проблемах энерго- и ресурсосбережения. Из 9700 образовательных школ (по республике), каждая третья находится в приспособленном помещении, 88- в аварийном состоянии.

Известно, что развитие и характер жилищного строительства зависит от источников его финансирования, материально-технического снабжения. В течение десятилетий городское строительство в странах СНГ финансировалось в основном государством, министерствами и ведомствами, строя соответственно многоэтажные типовые дома объем же кооперативного строительства составлял лишь порядка 10-15%. Согласно «Закону о жилищной политике», гражданам не обеспеченным жильем по установленным нормативам государство оказывало помощь, развивая строительство социального жилья, жилья предоставляемое в наем, а также применяя систему льгот и компенсации по оплате строительства, содержания и ремонта. Соответственно изменяется и структура городского жилищного фонда, состоящая из индивидуального (частные дома, приватизированные квартиры), государственно-ведомственного фонда. Несомненно это оказывает влияние на методику проектирования (индивидуальное или типовое), объемно-планировочные и конструктивные решения, что позволяет на отклонение (выше допустимого) в размерах квартир и их отдельных помещений от действующих норм. В государственном городском строительстве превалирует многоэтажная застройка, с использованием крупногабаритных изделий, конструкции большой капитальности и несущей способности с применением мощного подъемнотранспортного оборудования.

С учетом источников финансирования строительства и рыночной экономики превалирующее значение, сегодня будет ориентировано на малоэтажное строительство, что снизит требования к несущей

способности и капитальности конструкции, а также применяемых материалов. Наряду со строительством новых зданий чрезвычайную актуальность приобретают задачи модернизации и реконструкции существующего фонда, сноса старой застройки, бережного отношения к исторической застройке, возрождения интенсивной городской жизни в ранее сложившихся микрорайонах. Опыт зарубежных стран рекомендует разработки методики и внедрения в практику реконструкции гражданских зданий современных индустриальных конструкций, строительной техники и совершенствования инфраструктуры и благоустройства застройки.

Сегодня не менее актуальна проблема пересмотра ранее существующих нормативных положений, и разработки новых по реконструкции, модернизации и капремонту гражданских зданий с учетом рыночных отношений и новой социально-экономической политики государства.

Решающим фактором при комплексной реконструкции жилой застройки является организация инвестиционной деятельности служб хокимиятов, Главархстроя Республики. Сегодня инвестору и жителям должны быть понятны приемы реконструкции, что позволит заказчику учесть свои финансовые возможности, а администрации и другим рыночным службам оценить перспективы преобразования жилой застройки. Модернизация крупнопанельных жилых домов не временное явление, а работа на перспективу по меньшей мере на 20 лет.

Аннотация. Строительство жилых и общественных зданий промышленных и гражданских сооружений - важнейшая задача народного хозяйства, которая приобретает особую значимость в сейсмически опасных районах. На территории Республики Узбекистана высокая сейсмичность отдельных регионов диктует необходимость создания проектов, отвечающих требованиям сейсмичности и в тоже время являющихся достаточно энергосберегающими и экономичными. Проектирование и возведение зданий и сооружений в сейсмических

районах составляет предмет изучения особой отрасли строительного искусства - сейсмостойкости сооружений, а также необходимо обеспечение энергосбережения за счет снижения тепловых потерь в ограждающих конструкциях с эффективными утеплителями.

Последствия Ташкентского землетрясения представляют особый интерес для специалистов по сейсмостойкости сооружений, так как позволяют изучить повреждения в зданиях различной планировочной схемы, построенных без антисейсмических и энергосберегающих мероприятий, а также с мероприятиями, соответствующими 7-8 бальной расчетной сейсмичности.

Актуальность темы исследования. Сейсмостойкость сооружений относится к числу дисциплин, которые имеют дело с большим количеством различных факторов сложной физической природы. Их изучение, обработка и построение необходимых выводов требуют применения современных математических выводов исследования. С этой точки зрения сейсмостойкости следует отнести к наиболее сложным разделам строительной механики. Решение задач теории сейсмостойкости оказалось возможным только на базе широкого использования современной вычислительной техники.

Строительство высоких и высотных зданий, крупных гидросооружений, башен и мачт для радио и телевидения, магистральных трубо- и газопроводов, линий метрополитена и других сооружений привело к интенсивному развитию новых расчетных и конструктивных методов обеспечения сейсмостойкости.

Экономия энергетических ресурсов рассматривается в настоящее время развитыми странами как важнейшая национальная экологическая и экономическая проблема, поскольку мероприятия, обеспечивающие энергосбережение, имеют более высокую рентабельность и

экологическую безопасность по сравнению с наращиванием энергоресурсов.

Объект исследования. В диссертации рассмотрены наиболее важные проблемы, связанные с последствиями значительных землетрясений, моделированием реальных сейсмических воздействий, учетом нелинейных деформаций в конструкциях сооружений, расчетом наземных и подземных сооружений, их взаимодействием с грунтом. Также посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию крупнопанельных зданий, которые являются наиболее массовым видом жилищного строительства в нашей стране, определению критериев их предельных состояний, оптимизации антисейсмических мероприятий.

Предмет исследования. Предметом исследования является задача определения динамических параметров крупнопанельного здания при сейсмическом воздействии с учетом упругопластических деформаций.

А так же исследование энергосбережение ограждающих конструкций старой постройки и новых многоэтажных каркасных зданий.

Цель и задачи исследования. Дальнейшее развитие теории сейсмостойкости характеризуется применением методов анализа сейсмических нагрузок и расчета сооружений, более широким использованием вероятностных методов, оценкой параметров работы зданий и сооружений за пределами упругости, пространственного характера деформирования, взаимодействия с грунтом и т.п. Получают развитие новые подходы к анализу сейсмостойкости сооружений: оценка сейсмического риска, методы оптимального проектирования конструкций, сейсмоизоляции сооружений и т.п.

Ташкентское землетрясение представляет особенно большой интерес для изучения технических воздействий, поэтому что в зоне эпицентра все здания оказались в различной степени поврежденными, тогда как число

обвалов было невелико. Именно такое положение наиболее благоприятно для изучения сейсмических воздействий в натуре: десятки тысяч зданий в течение долгого времени сохраняли все следы разрушительного воздействия, представляя собой как бы «сейсмограмму, записанную на камнях».

Определить экономическую эффективность внедрения в строительстве ограждающих конструкций с энергосберегающими параметрами зданий.

Степень изученности вопроса. В ходе развития теории и практики сейсмостойкого строительства в бывшей СССР большую роль играли исследования ученых Узбекистана проводившиеся под руководством академика АН УзССР проф. М.Т. Уразбаева. Наиболее характерная черта этих исследований – стремление к строгой научной постановке задач и разработке методов расчета конструкций на сейсмические воздействия, удобных для практического исследования. Как при теоретических исследованиях, так и при разработке сейсмостойких конструкций зданий и сооружений, большое внимание уделялось формулировке принципиальных положений, на основе которых строились дальнейшие выводы и принимались решения. В частности впервые был поставлен вопрос об уточнении и обосновании исходного понятия сейсмостойкости. Исключительная важность правильной постановки этого вопроса стала очевидной после Ташкентского землетрясения 1966г. Выяснилось недостаточность определения сейсмостойкости принятого в нормах, согласно которому целью антисейсмических мероприятий является обеспечение безопасности населения и сохранения ценного оборудования находящегося в зданиях. Своеобразие точки зрения ташкентских специалистов заключается в том что, наряду с этим выдвигается требование обеспечения сохранности самих зданий. Последствия

Ташкентского землетрясения показали, насколько существенны эти дополнения.

Фундаментом исследований в области повышения энергоэффективности является наука – строительная физика. Основоположниками строительной физики можно назвать О. Е. Власова, К. Ф. Фокина, В. Д. Мачинского, А. М. Шкловера, Б. Ф. Васильева, Н. М. Гусева, В. Н. Богословского, Ф. У. Ушкова, А. У. Франчука, Л. Л. Дашкевича, А. У. Зеленко, П. Ю. Гамбурга, Д. В. Бахарева, Д. С. Масленникова, Н. Г. Уманского, А. В. Лыкова, В. А. Белинского, Н. М. Данцига, А. П. Парфенова, Н. Ф. Галанина и других.

Теплотехническая научно – практическая школа Узбекистана благодаря трудам И.С. Суханова, Х.Н. Нуретдинова, А.М. Камилова, Е.А. Солдатова, А.А. Ерзина, П.А. Азизова, Ф.Ф. Харутдиновой, У.К. Каххарова, Е.И. Угрюмова, Ю.К. Рашидова, С.А. Хамидова, Р.Ю. Маракеева и многих других, а так же деятельности лаборатории строительной физики УзЛИТИ и ТАСИ известны не только в странах СНГ, но и в дальнем зарубежье[9].

Методы исследования. В докладах конференции подробно анализируются последствия сильных землетрясений в США, Японии, Перу, Иране, Турции, Узбекистана и других странах. Доклады свидетельствуют об эффективности мероприятий, направленных на развитие инженерно-сейсмометрической службы. Получаемая при землетрясениях информация используется при совершенствовании сейсмических шкал, разработке нормативных документов и проектировании многих зданий и сооружений.

Для исследователей представляют большой интерес доклады о разработке новых приборов, испытательного оборудования и методов обработки экспериментальных данных исследованиях новых конструктивных решений. О способах восстановления и усиления

сооружений. Ограждающие конструкции зданий должны соответствовать энергосберегающим и сейсмостойким требованиям. Ограждающие конструкции старой постройки необходимо при реконструкции усилить и утеплить.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость магистерской диссертации. В частности был поставлен вопрос об уточнении и обосновании исходного понятия сейсмостойкости. Исключительная важность правильной постановки этого вопроса стала очевидной после Ташкентского землетрясения 1966г. Выяснилось недостаточность определения сейсмостойкости, принятого в нормах, согласно которому целью антисейсмических мероприятий является обеспечение безопасности населения и сохранения ценного оборудования находящегося в зданиях. Своеобразие точки зрения ташкентских специалистов заключается в том что, наряду с этим выдвигается требование обеспечения сохранности самих зданий. Последствия Ташкентского землетрясения показали, насколько существенны эти дополнения.

Современный этап сейсмостойкого строительства характеризуется переходом к новым принципам нормирования на основе параметров реальных запасов прочности зданий и других сооружений, повышения экономичности и надежности объектов строительства.

На сегодняшний день для энергосбережения ограждающих конструкций все большее предпочтение отдается системам наружного утепления. Надежное утепление здания – одна из основных задач, которые реализуются при облицовке фасада. Наружное утепление стен здания – имеет внушительный ряд преимуществ: оно удерживает тепло, не изменяет внутреннего пространства, надежно защищает фасад от неблагоприятных погодных условий, позволяет стенам дышать и т.д.

Глава I. Землетрясения и их последствия.

1.1 Землетрясения и сейсмостойкое строительство.

Территория Центральной Азии, то есть районы активного горообразования или места, соответствующие глубинным разломам земной коры, в которых обычно происходит землетрясения. Сейсмически активная территория Центральной Азии, подверженной землетрясениям находится в 7-9 бальной шкале.

В Центральной Азии происходило много разрушительных землетрясений, которые нанесли огромный ущерб народному хозяйству. В последние годы, особенно в период с 1946г, в результате землетрясений пострадали такие крупные центры Центральной Азии, как Ташкент (1946 и 1980гг.), Газлийские 1976г, Каракумское 1985г. и Ашгабад (1948 г.). В Центральной Азии только в районах сейсмичностью 7,8 и 9 баллов проживает примерно 60 млн. человек. В сейсмически опасных районах Республики Узбекистан размещено 60% населения, и на долю этих районов приходится наибольший объем строительства.

Так за минувшую (1959-2014 гг.) в Республике Узбекистане введены в действие тысяча новых предприятий и крупных цехов. Объем государственных капитальных вложений в строительные- монтажные работы возрос в десятки раз. Широкий размах получило строительство жилых домов и объектов культурно- бытового назначения.

Рост культурно- бытового, жилищного и промышленного строительства выдвинул проблему обеспечения безопасности жизни людей, проживающих в районах, подверженных землетрясениям, в число важнейших народнохозяйственных проблем.

Постоянная угроза землетрясений и невозможность пока прогнозировать их поставили как одну из основных задач этой проблемы создание сооружений, которые в состоянии сопротивляться разрушительному воздействию сейсмических сил. Подходить к решению

этой проблемы необходимо дифференцированно, так как для отдельных республик Центральной Азии сейсмическая опасность различна.

Стоимость строительства при устройстве антисейсмических мероприятий возрастает для семибалльной зоны примерно на 4%, а для восьми- и девятибалльной — соответственно на 8 и 12%. Вместе с тем последние подсчеты, в которых учитывается крупнопанельная и каркасно-панельная застройка, указывают на возрастание стоимости за счет осуществления антисейсмических мероприятий при переходе от восьми- к девятибалльной сейсмичности на 7—8%.

Ввиду того, что антисейсмические мероприятия для районов различной балльности отличаются и различны размеры затрат на них, целесообразно развивать изучение этих вопросов в соответствующих заинтересованных республиках.

При этом следует иметь в виду, что зачастую даже землетрясения интенсивностью ниже 7 баллов (по данным макросейсмического обследования) приводят к значительным повреждениям и соответственно затратам на ремонт и восстановление объектов, превышающим намного стоимость антисейсмических мероприятий.

В качестве примера можно привести школу-интернат в поселке Пскент (Ташкентская область), которая сравнительно недавно была введена в эксплуатацию, а в результате землетрясения 17 марта 1965 г. была значительно повреждена. На рис. 1 можно видеть трещины в стене, местами шириной более 6 см, что не позволяет эксплуатировать здание без существенного его усиления, а значит требует больших капитальных вложений.

Для оценки интенсивности землетрясения в Республике Узбекистан 1952 г. пользуются 12-балльной сейсмической школой Института физики Земли АН СССР [1]¹, в соответствии с которой

проведено сейсмическое районирование территории страны. Таким образом, имеются исходные данные для ориентировочной оценки возможной максимальной силы землетрясений, на которую следует рассчитывать сооружения.

Согласно сейсмической шкале, землетрясения силой 7 баллов характеризуются для большинства одноэтажных зданий со стенами из местных материалов значительными повреждениями и в отдельных случаях разрушениями, а для зданий со стенами из обожженного кирпича легкими, а иногда значительными повреждениями.



Рис. 1. Трещина в стене после землетрясения 17 марта 1965 г.

При восьмибалльном землетрясении во многих зданиях со стенами из местных материалов наблюдаются разрушения и обвалы.

Как уже указывалось, территория Узбекистана является одной из наиболее опасных в сейсмическом отношении зон.

Если проследить в течение последних 100 лет за повреждениями зданий от сейсмических воздействий в крупных центрах Узбекистана и близко прилегающих районах, имея в виду, что этот район охватывает подавляющее большинство объектов строительства, то получится картина, приведенная в табл. 1.

Таблица 1

Количество землетрясений в Центральной Азии за период с 1866 по 1985гг

Сейсмичность, баллы	Ташкент	Ленинабад	Ура -Тюбе	Джизак	Чимкент	Ахангаран	Чуст	Самарканд	Коканд	Каттакурган	Фергана	Каган	Бухара	Андижан	Наманган	Ангрен	Алмалык	Джамбул	Арысь	Бричмулла	Чирчик	Замборун	Паркент	Бекабад	Пскент
3	7	4	2		3		1	1						4	2						2			1	
3- 4	5	1						2			1			2									1		
4	9	1	2		2		1	1			2	1		10	5		1	2		1	2				
4 -5	4	2	1		4			1					1	1	1								1		
5	6	2	1					1	1			1	1	1		1		1		1	1		1		
5 -6	6			2	3			1	2	1								1							
6		7		2	1			1	1	1				1	1			1	2	1					
6 -7	1						2							1	1					1			1		
7	3		2	1														1	1	1					1
7 -8	2	1																				1			
8			1													1							1		

Примечание: Для г. Ташкента учитываются землетрясения до 1965 г. включительно Землетрясения в г. Ташкенте, начиная с 26 апреля 1966г., рассмотрены отдельно.

Как видно из табл. 1, эксплуатируемые объекты в основных промышленных центрах Узбекистана неоднократно подвергались землетрясениям, которые приводили либо к разрушениям, либо к нарушению связей и постепенному нарастанию деформаций в несущих конструкциях. Карта микросейсмрайонирования территории г. Ташкента еще не завершена. На основании инструментальных записей землетрясений в различных точках г. Ташкента, гидрогеологических условий и макросейсмического анализа последствий землетрясений выполнены предварительные карты микросейсмрайонирования г. Ташкента. Однако эти карты составлены в расчете на воздействия дальних

очагов. Землетрясения 26 апреля, 8, 10 и 24 мая 1966 г. с эпицентром в Ташкенте должны внести существенные поправки в карту микросейсморайонирования.

1.2. Классификация сооружений по их механическим свойствам

Существуют различные классификации сооружений применительно к тем или иным вопросам теории сейсмостойкости. Не вдаваясь в детали этого вопроса, примем следующее подразделение зданий и сооружений на основные типы, удобные с точки зрения анализа форм разрушения при землетрясениях:

- 1) гибкие сооружения;
- 2) жесткие сооружения;
- 3) каркасные здания и сооружения*;
- 4) массивные сооружения.

При любом подходе к вопросу о классификации невозможно провести резкие границы между отдельными типами и всегда будут встречаться объекты со смешанными признаками.

Гибкие сооружения характеризуются малыми размерами в плане по сравнению с высотой, независимо от типа несущих конструкций. К разряду гибких относятся сооружения типа башен, труб, мачт, силосов, элеваторов. В зависимости от соотношения размеров, в гибкое сооружении могут иметь существенное значение деформации сдвига, но необходимое условие для отнесения сооружения к типу гибких заключается в том, что первая форма колебаний, по частоте и конфигурации кривой изгиба, в большей степени соответствует изгибным деформациям, чем сдвиговым. Именно этот признак является решающим, а не отношение высоты к наименьшему размеру в плане, которое иногда предлагается в качестве критерия для отнесения сооружения к типу

гибких. Это соотношение само по себе не определяет механических свойств сооружения, а предлагаемая здесь классификация основана на предпосылке о том, что динамические свойства сооружения определяются характером его деформаций.

Применение указанного критерия невозможно на основании только внешнего обмера и требует выполнения определенных расчетов.

К типу жестких относятся здания и сооружения, в которых горизонтальные сейсмические нагрузки воспринимаются стенами или сплошными диафрагмами, расположенными в плоскости действия сейсмических нагрузок. Стены и диафрагмы могут иметь проемы, и при очень большом количестве последних конструкция приближается к типу каркасных. Тем не менее, если каждая диафрагма имеет длину, равную полной ширине или длине здания, в зависимости от ее направления, и не делится вертикальными швами на участки, которые могли бы иметь свободный относительный сдвиг по вертикальным плоскостям, конструкцию следует относить к типу жестких. В жестких сооружениях при действии горизонтальных нагрузок преобладающими являются деформации сдвига как в отдельных конструктивных элементах, так и в сооружении в целом. При расчете таких сооружений не всегда можно пренебрегать деформациями изгиба, но преобладающими являются деформации сдвига.

К каркасным относятся те сооружения, в которых несущими конструкциями при действии горизонтальных нагрузок являются изгибаемые вертикальные элементы. К числу последних относятся не только обычные стойки рамных конструкций, но и вертикальные диафрагмы, если они являются несущими при действии горизонтальных нагрузок перпендикулярно их плоскости. К этому типу относятся здания и сооружения с несущими рамными и каркасными конструкциями, если заполнение каркаса не является несущим или не учитывается в расчете; одноэтажные здания с

несущими стойками или стенами, работающими по консольной схеме перпендикулярно их плоскости.

В приведенных определениях основным признаком считается характер деформаций несущих конструкций. В отличие от других систем классификации, здесь не фигурирует величина периода основного тона собственных колебаний. Как правило, жесткие сооружения характеризуются малыми периодами первого тона колебаний— обычно $T \leq 0,5$ сек. Гибкие сооружения в большинстве случаев имеют период первого тона более 1 сек, а каркасные здания занимают промежуточное положение. Однако нередко встречаются и существенные отклонения от этих пределов. Некоторые виды жестких сооружений могут иметь периоды колебаний большие, чем сооружения, относимые по принятой здесь классификации к типу гибких.

Массивные сооружения типа плотин, высоких насыпей относятся к специальным видам строительства и в данной работе подробно не рассматриваются. Они упоминаются здесь в связи с вопросом о сейсмических нагрузках в нижних частях сооружений.

Ряд специальных сооружений, применяемых в транспортном строительстве, нельзя отнести ни к одному из указанных типов, и поэтому строительство на транспорте и некоторые другие специальные виды строительства потребуют введения еще нескольких типов сооружений. Такая классификация до настоящего времени не проводилась.

И в гражданском и в промышленном строительстве часто применяются такие конструктивные решения зданий, при которых расчетные схемы в продольном и поперечном направлениях не одинаковы. Чаще всего используется сочетание каркасной схемы в поперечном направлении и жесткой схемы в продольном. К этому типу относятся, в частности, промышленные цеха и большие

помещения гражданских зданий с несущими продольными стенами и внутренними стойками, а также некоторые виды панельно-рамных конструкций, применяемых в последнее время в жилищном и гражданском строительстве.

1.3. Особенности Ташкентского землетрясения 1966 г.

Ташкентское землетрясение в зоне наибольших разрушений имело интенсивность 8 баллов. По количеству разрушенных и поврежденных зданий, в том числе современной постройки, оно может быть поставлено в один ряд с сильными землетрясениями последнего времени.

Особенность механических характеристик землетрясения в Ташкенте связана со следующими сейсмологическими факторами. Очаг землетрясения расположен под городом на глубине порядка 8—10 км. Количество выделившейся энергии значительно меньше, чем при сильных глубоководных землетрясениях. В эпицентральной области, совпавшей с центром города, наблюдались объемные, или продольные, и сдвиговые, или поперечные, волны. Эти два рода волн зафиксированы Ташкентской сейсмической станцией.

Характерной особенностью землетрясения является отсутствие длиннопериодных поверхностных волн. Эти волны, по-видимому, не могут возникать в эпицентре, а за его пределами они имели незначительные амплитуды в соответствии с малой энергией очага.

Объемные волны в зоне эпицентра имели большой угол выхода на поверхность, что обусловило большую величину вертикальной составляющей ускорения почвы. По имеющимся данным, вертикальная составляющая в 1,5 раза превосходила горизонтальную. Из теории распространения упругих волн в земной коре известно, что (при всех возможных предположениях о ме-

ханизме импульсивных движений) в очаге возникают объемные и сдвиговые волны, и в каждой точке земной поверхности происходят движения по трем составляющим, причем это относится в равной мере и к эпицентральной зоне, и к более удаленным точкам. Поэтому, независимо от субъективных впечатлений, необходимо констатировать, что колебание почвы в эпицентре имело интенсивные вертикальные и горизонтальные составляющие, что и зарегистрировано приборами.

Колебания характеризуются преобладанием высокочастотных составляющих с периодами $0,1 \div 0,25$ сек., что связано с неглубоким расположением очага и является характерной особенностью данного землетрясения. Кроме того, для Ташкентского землетрясения характерна малая продолжительность главной фазы, всего около 6 секунд.

Перечисленные особенности привели к определенному отличию разрушительного эффекта по сравнению с Ашхабадским и большинством калифорнийских землетрясений. Установление непосредственной связи между видами разрушений и характеристиками воздействия является предметом дальнейшего изучения и так же, как и при других землетрясениях, решение этой задачи возможно только с такой степенью приближения к истине, которая соответствует определенному уровню развития теории сейсмостойкости. На современном этапе исчерпывающее теоретическое объяснение всех особенностей сейсмических воздействий еще не достигнуто.

При осмотре разрушений, вызванных землетрясением как в эпицентральной зоне, так и в зонах меньшей интенсивности, можно установить, что разрушениям и повреждениям подверглись почти исключительно здания и сооружения с жесткой конструктивной схемой, причем характер повреждений одинаков во всех районах и

в зависимости от расстояния от эпицентра изменяется только степень повреждений. Следует сделать оговорку, что под зоной эпицентра здесь подразумевается область максимальных разрушений, то есть имеется в виду так называемый макросейсмический, а не сейсмологический эпицентр. Последний, по имеющимся данным, расположен эксцентрично по отношению к области наибольших разрушений.

Каркасные здания гибкой конструктивной схемы, как правило, серьезных повреждений не получили. В центральной части города имеется несколько таких зданий, рассчитанных на восьмибалльное землетрясение и не получивших повреждений, что, в известной мере, может быть связано с особенностями спектрального состава землетрясения, в котором преобладают высокие частоты, менее опасные для гибких зданий. Все же отмечено несколько случаев повреждения железобетонных каркасных конструкций. Так, в шестиэтажном административном здании на улице 1 Мая большой зал, расположенный в двух верхних этажах, имеет в качестве основной несущей конструкции железобетонные колонны в плоскости продольных стен. Колонны работают по консольной схеме. В основаниях многих колонн, обнаружены трещины. Здание построено в 1965 г.

Крупнопанельных зданий в эпицентре не было, а в районе Чиланзара и на массиве Высоковольтный, где построено большое количество крупнопанельных зданий в 4—5 этажей, интенсивность землетрясения была не более 7 баллов. В этих районах одинаково хорошо сохранились как крупнопанельные, так и кирпичные здания. В тех и других выявлены небольшие трещины, вообще не характерные для сейсмических воздействий и свидетельствующие о неоднородности или отдельных дефектах строительных конструкций. Никаких выводов о сравнительной сейсмостойкости

крупнопанельных зданий по этим данным сделать нельзя.

Наибольшие повреждения получили жесткие здания двух типов: кирпичные и каркасные с кирпичным заполнением и самонесущими стенами.

Два каркасных здания с кирпичным заполнением внутреннего каркаса и самонесущими наружными стенами, высотой одно в 4, другое- в 3 этажа, получили существенные повреждения.

На рис 2 показан отрыв самонесущих торцовых стен, характерный для обоих зданий, а на рис 3- повреждение внутренних стен- заполнений. Степень повреждения настолько велика, что возможность эксплуатации здания полностью исключается до проведения восстановительных работ.



Рис.2 Отрыв самонесущей торцовой стены.



Рис.3 Повреждение внутренних стен-заполнений.

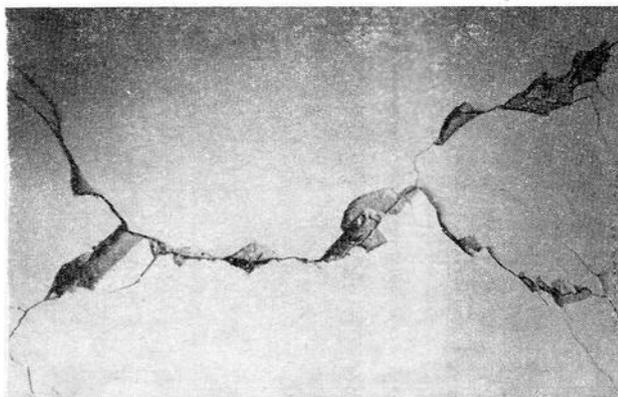


Рис. 10.

Рис.4 Горизонтальная трещина в поперечной и продольной стенах.

Повреждения кирпичных зданий характеризуются некоторыми качественными признаками, которые составляют отличительную особенность Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 г. Приведенное ниже краткое описание этих признаков относится не только к основному землетрясению, но и к суммарному воздействию основного и последующих толчков.

Горизонтальные трещины в кирпичной кладке. Этот вид деформаций встречается в самых разнообразных условиях. Простенки зданий из обожженного и сырцового кирпича имеют горизонтальные трещины в нижних и верхних сечениях (рис 4). Сплошные стены имеют горизонтальные трещины во всех уровнях, причем они наблюдаются вместе с косыми и косыми пересекающимися. В некоторых случаях горизонтальные трещины проходят по всему периметру помещения, по внутренним и наружным стенам, перерезывая как сплошные стены, так и стены с проемами (рис.5). В большинстве случаев трещины по периметру расположены в верхней части стен под перекрытиями, но нередко встречаются и в нижних сечениях стен.



Рис. 5 Горизонтальная трещина в верхней части стены.

На некоторых улицах (ул. Ленина, Лахути, Титова и др.) горизонтальные трещины в уровне подоконников зданий из сырцового кирпича проходят вдоль длинных рядов смежных зданий, распространяясь на целый квартал. В одних случаях трещины почти прямолинейны, в других — зигзагообразные.

Наряду с косыми, горизонтальные трещины являются основным видом повреждения кирпичных стен и представляют собой одну из

характерных особенностей Ташкентского землетрясения.

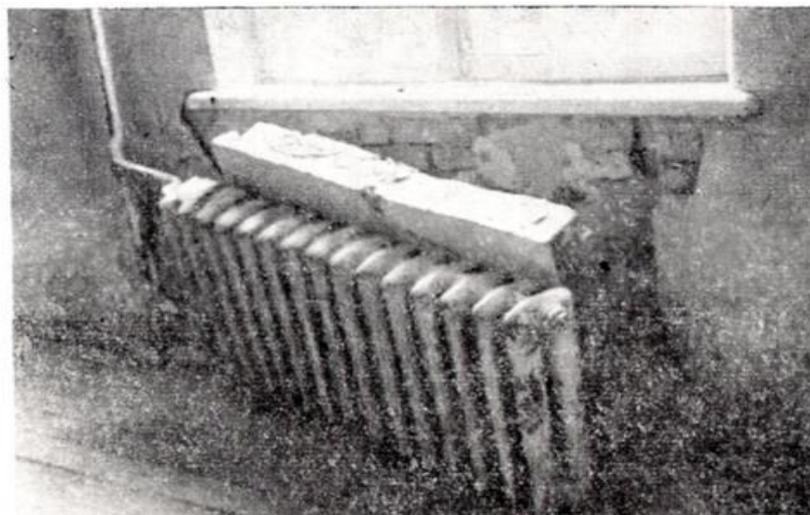


Рис. 2.

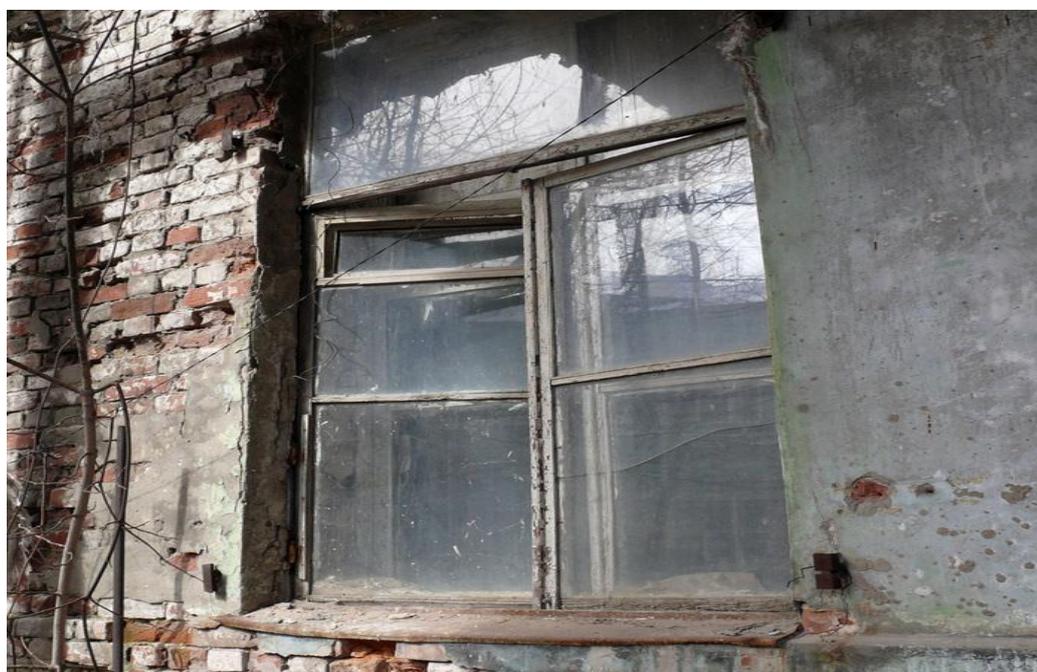


Рис.6 Горизонтальная трещина на уровне подоконников.

Повреждения верхних этажей многоэтажных зданий — вторая особенность данного землетрясения.

Повреждения пятого и четвертого этажей типичны для административных и жилых зданий. Преимущественная поврежденность верхних этажей наблюдается в зданиях высотой от двух до шести этажей, новой и старой постройки как с антисейсмическими, так и без антисейсмических мероприятий (рис.7). В Ташкенте двухэтажные здания из сырцового кирпича

получили наибольшие разрушения во вторых этажах. Повреждаемость верхних этажей — закономерность при Ташкентском землетрясении, но ее, конечно, надо понимать в статическом смысле. Отмечены здания с одинаковой степенью повреждений по высоте и в исключительных случаях — с преимущественным повреждением нижних этажей. Однако эти отступления немногочисленны. Выше указывалось, что анализ последствий большого числа землетрясений, в том числе и Ашхабадского,



Рис. 7 Повреждение стены на верхнем этаже

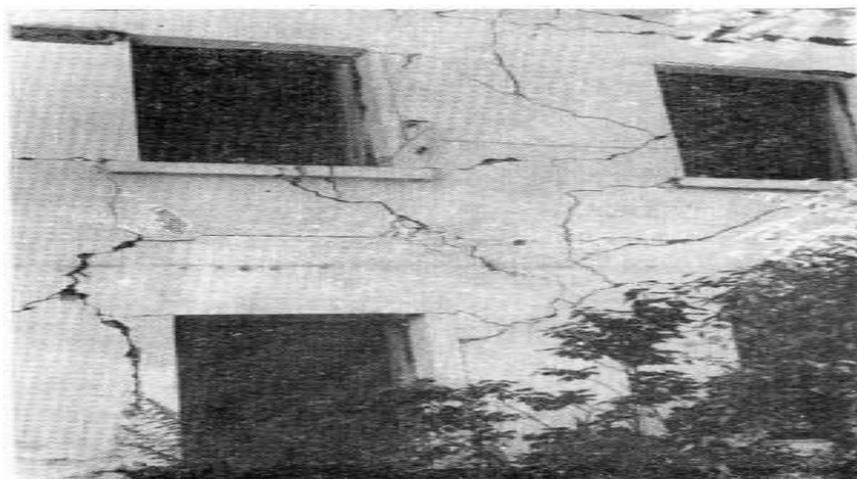


Рис. 9.

Рис. 8 Косые трещины во взаимно-перпендикулярных стенах. подтверждает равновероятность разрушений кирпичных зданий во всех этажах. Ташкентское землетрясение представляет аномалию, отмеченную многими специалистами.

Преимущественная повреждаемость внутренних стен при лучшей сохранности наружных. Этот признак выражен настолько определенно, что в первые дни после землетрясения на основе наружных осмотров создавалось неверное представление о масштабах катастрофы. Истинное положение можно было установить только путем детального осмотра зданий.

Многие здания по внешнему виду, казалось, вполне благополучно перенесли землетрясение. На самом деле, они получили очень серьезные повреждения, исключающие целесообразность восстановления.

Косые и пересекающиеся трещины в большинстве случаев наблюдались как в продольных, так и в поперечных стенах. На рис.8 показаны косые трещины в двух взаимно-перпендикулярных стенах.

Характерная косая трещина во втором этаже торцевой стены двухэтажного здания приведена на рис.9. По количеству и характеру косых и пересекающихся трещин (рис.10) Ташкентское землетрясение имеет сходство с Ашхабадским.



Рис. 11.



Рис. 12.

Повреждение перемычек. В кирпичных зданиях перемычки всех видов и конструкций получили значительные повреждения. В железобетонных перемычках это относится главным образом к

опорным частям, где сильно повреждена кирпичная кладка и во многих случаях имеются трещины в концах перемычек. Перемычки из кирпича — рядовые, арочные, стрельчатые — разрушены как в опорах, так и в середине пролета.

Много повреждений в виде косых и вертикальных трещин отмечено в междупроемной части кладки наружных стен (рис. 11).

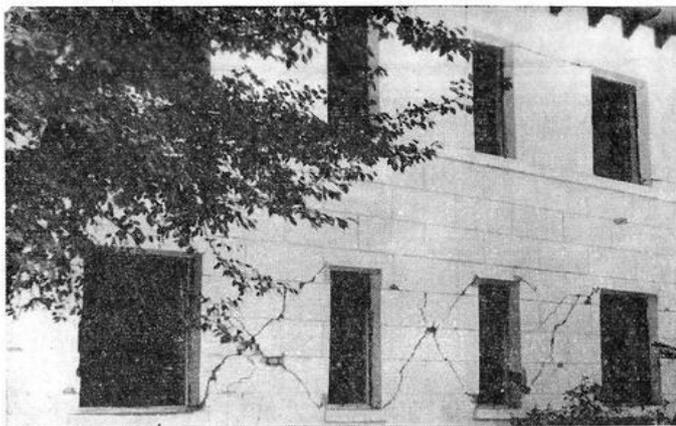


Рис. 8.

Рис.10 Косые пересекающиеся трещины

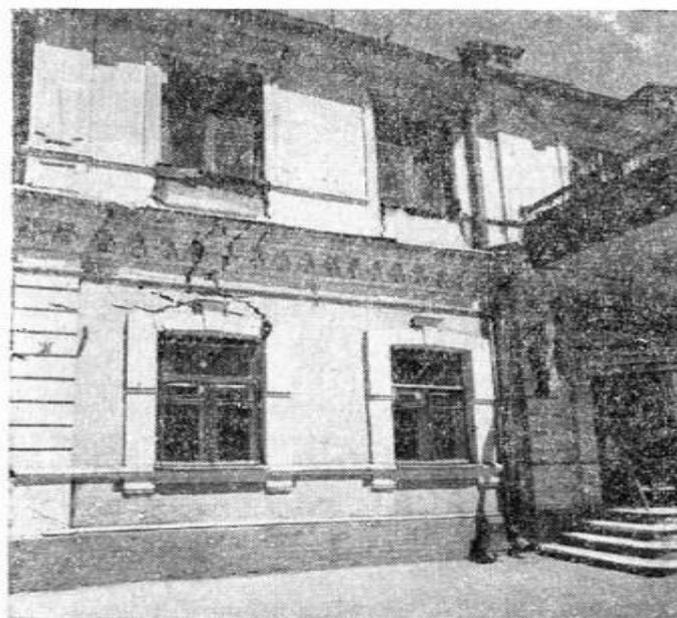


Рис. 6.

Рис.11 Повреждения междупроемной кладки

Обвалы и обрушения стен зданий группы А имели место в большом количестве случаев. В основном обрушивались несущие стены и печи (рис. 12 , 13). Обрушения перекрытий встречались

реже. Вместе с тем отрыв продольных стен от поперечных, сопровождавшийся значительным отклонением стен от вертикали и смещением опорных частей перекрытий, является массовой формой разрушения зданий. Таким разрушениям подверглись одноэтажные и многоэтажные здания, главным образом не имеющие антисейсмических мероприятий. Этот вид разрушения является предельным состоянием по отношению к обвалу. Здесь сказались третья характерная особенность Ташкентского землетрясения: десятки тысяч зданий достигли предельного состояния и оказались либо совсем непригодными к дальнейшему использованию, либо надолго вышли из строя, но не обрушились, благодаря чему последствия землетрясения оказались значительно смягченными.

Поведение гибких сооружений. Расположенная в эпицентре телевизионная мачта высотой 180 м повреждений не получила. В этом же районе кирпичная дымовая труба котельной, построенная в 1964 г., имеет небольшие повреждения в верхней части. Две кирпичные трубы высотой 45 м, постройки тридцатых годов, имеют повреждения верхних рядов кладки.

Эти трубы расположены в границах семибалльной сейсмичности. Интересно отметить, что кирпичная башня Ташкентских курантов, расположенных в эпицентре, не получила серьезных повреждений. Это обстоятельство находится в соответствии с установленным выше общим положением, согласно которому землетрясение воздействовало преимущественно на жесткие сооружения.

Поведение дымовых труб, карнизов, парапетов и т. п.

На общем фоне разрушений обращает внимание большое количество сохранившихся дымовых труб над кровлями зданий. В эпицентре разрушено немногим более 50% дымовых труб.

Закономерности, определявшие поведение дымовых труб при

данном землетрясении, имели, по-видимому, довольно сложный характер. Повреждения и частые обрушения карнизов, выступающих частей, парапетов и надстроек наблюдались на всех видах зданий и, по-видимому, не представляют каких-либо особенностей по сравнению с другими землетрясениями. Можно только отметить, что более гибкие элементы, например, высокие и неустойчивые парапеты, часто оставались неповрежденными.



Рис 12. Обвал стен и перекрытий.



Рис 13. Обвал стены здания.

Лестничные клетки. Стены лестничных клеток, особенно в верхних этажах, получили значительные повреждения в виде трещин разнообразного характера. Часто наблюдались трещины в нижней части стен, параллельных маршу (рис.15).

Во многих случаях отмечены косые пересекающиеся и горизонтальные трещины в поперечных и продольных стенах лестничных клеток. Эти повреждения характерны для зданий и старой и новой построек.

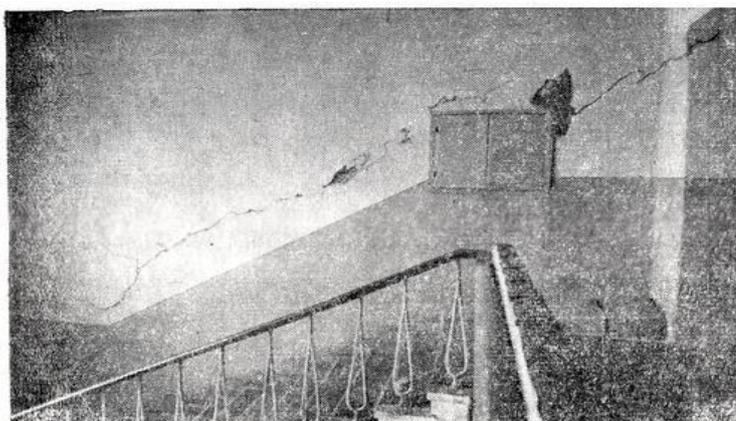


Рис. 5.

Рис 15. Трещины в стенах лестничной клетки.

Антисейсмические швы.

Во многих зданиях, где имелись антисейсмические швы, они раскрывались на всю высоту (рис.16). Заполнение шва разрушалось. Отсюда можно сделать вывод, что швы соответствовали своему назначению.

Поведение зданий за пределами эпицентра. Новое строительство последних лет, рассчитанное на 8 баллов (г. Ташкент переведен в восьмибалльную сейсмическую зону в 1951 г., до этого он был семибалльным), велось главным образом в районе Чиланзара и на массиве Высоковольтный. Сила землетрясения здесь была, по-видимому, менее семи баллов. При этих условиях можно было бы ожидать, что землетрясение не оставит сколько-нибудь существенных следов. На самом деле это

предположение оправдывается не полностью и по крайней мере на двух фактах следует остановиться.

Во-первых, выяснилось, что четырехэтажные кирпичные здания школ и в этих районах получили серьезные повреждения и надолго вышли из строя. В таком же положении оказались некоторые типы трехэтажных зданий детских садов новой постройки. Это обстоятельство нельзя отнести целиком за счет качества строительства, хотя оно было во многих случаях недопустимо низким.



Рис. 7.

Рис 16. Антисейсмический шов.

Наряду с этим необходимо подвергнуть анализу и проекты этих зданий, а также и методику определения сейсмических нагрузок.

Во-вторых, обследование кирпичных зданий показывает, что имело место массовое появление трещин во внутриквартирных перегородках и перемычках оконных и дверных проемов капитальных стен.

Перемычки в кирпичных зданиях, как правило, железобетонные сборные, заделанные в кладку на 20— 25 см (по проектам 35 см, но имеются массовые отступления от этого размера в меньшую сторону). В местах заделки образовались горизонтальные и наклонные трещины в кладке, в некоторых случаях трещины пересекают

весь простенок, на который с двух сторон опираются перемычки. Во многих случаях имеются трещины в бетоне опорных частей перемычек, наклонных под углом 45° к горизонтали. Эти явления не должны были иметь места и при землетрясении расчетной силы. Тот факт, что они появились в массовом порядке при землетрясении меньшей силы, свидетельствует о том, что конструкции перемычек в типовых кирпичных зданиях, жилых и гражданских, не соответствуют требованиям сейсмостойкости.

Влияние грунтовых условий. На территории эпицентра, площадь которой составляет 10—15 км², залегают мощные слои лессовидного суглинка разной степени влажности. Глубина грунтовых вод на этой территории колеблется в широких пределах. Между тем резкой разницы в поведении сооружений в связи со степенью обводненности грунта не обнаружено. Это обстоятельство, по-видимому, требует специального подхода к вопросам микросейсмораионирования городов.

Выше отмечены только основные факты, наиболее характерные для Ташкентского землетрясения.

Рассмотрим некоторые проблемы, непосредственно связанные с отмеченными особенностями воздействия землетрясения на здания и сооружения.

Прежде всего, на основании последствий Ташкентского землетрясения необходимо пересмотреть и уточнить определение понятия сейсмостойкости.* В действующих Нормах (КМК 2.01.03—96) к сейсмостойким зданиям предъявляется требование безопасности людей и сохранности ценного оборудования. С этой точки зрения все здания в Ташкенте следовало бы, вопреки, очевидности, считать сейсмостойкими, так как население почти не пострадало и оборудование не погибло. Необходимо, следовательно, дополнить условия сейсмостойкости требованием о

сохранности самих зданий. Полный выход зданий из строя или продолжительный перерыв в их эксплуатации, как показало Ташкентское землетрясение, приносит огромный материальный ущерб и представляет опасность для здоровья населения. Ташкентский опыт также говорит о том, что к детским учреждениям, школам и больницам необходимо предъявлять повышенные требования по сейсмостойкости.

Землетрясение показало, что сейсмические явления в эпицентральной зоне отличались от явлений, происходивших вдали от очага. Основные отличия заключаются в высокочастотном характере колебаний, большой величине вертикальной составляющей и отсутствии поверхностных волн. Конечно, эти особенности были известны и ранее, но при Ташкентском землетрясении выявилось, что их влияние на сейсмостойкость зданий и сооружений существенно и требует специального подхода к проектированию и строительству зданий в эпицентральной зоне.

В связи с этим приобрел вполне конкретную постановку поднимавшийся и ранее вопрос об уточнении принципов сейсмического районирования таким образом, чтобы сейсмические зоны характеризовались не одним, а несколькими показателями.

Таковыми показателями, помимо балла, должны быть спектральный состав землетрясения и относительная величина амплитуд вертикальных ускорений.

Среди проблем, поставленных землетрясением 26 апреля перед теорией и практикой сейсмостойкого строительства, остановимся прежде всего на происхождении горизонтальных трещин и влиянии вертикальной составляющей на сейсмостойкость зданий. Эти два вопроса должны рассматриваться во взаимной связи, но нужно предостеречь от попыток упрощенного подхода к их решению. В процессе обследования поврежденных зданий неоднократно

выдвигалось предположение, что горизонтальные трещины возникли в результате разрыва кладки под действием вертикального сейсмического усилия. Подобное явление обычно характеризуется словами «подбрасывание». Нетрудно показать несостоятельность такого объяснения происхождения горизонтальных трещин, но два обстоятельства, связанные с этим вопросом, представляют несколько больший интерес.

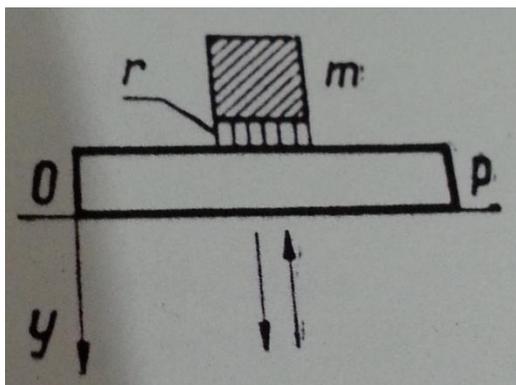


Рис 17. Схема вертикальных колебаний основания.

На рис. 17 показана масса m , прикрепленная связями r к основанию P , совершающему движение по вертикали по закону: $y = y(t)$.

Усилие в связи равно $r(t) = m(g - y)$.

Конечно, если связи отсутствуют, эффект «подбрасывания» возникает при $y > g$.

Подсчитаем, при каком условии может быть «подброшена» кирпичная кладка высотой i м, если она связана с основанием силой сцепления $r = 2 \text{ т/м}^2$.

$$y > \frac{r}{m} + g = \frac{2g}{1.7} + g = 2,2 g.$$

Прочность сцепления 2 т/м^2 соответствует раствору марки 4. Принимая во внимание массовое распространение горизонтальных трещин, нужно предположить, что вертикальные ускорения были более двух g , чтобы объяснить горизонтальные трещины эффектом

подбрасывания.

При оценке вероятных значений вертикальных ускорений почвы во время землетрясения необходимо принимать во внимание следующий факт. При осмотре зданий и сооружений в районе эпицентра нигде не было обнаружено повреждений цокольной части и фундаментов, связанных с относительными вертикальными перемещениями. Не отмечалось и каких-либо явлений типа осадок фундамента, нарушения отмосток в месте их примыкания к цоколям зданий. Наоборот, приходится констатировать очень малое количество осадочных трещин в зданиях, несмотря на многочисленные повторные толчки, создававшие благоприятные условия для развития осадочных деформаций.

Горизонтальные трещины в кладке нельзя объяснить воздействием только вертикальной составляющей сейсмических движений. С другой стороны, их нельзя объяснить и одним только воздействием горизонтальных усилий. Во всяком случае, эти трещины не имели массового характера при землетрясениях, вызванных удаленными очагами и имевших сравнительно малые амплитуды вертикальных ускорений. Следовательно, на основании данного опыта нужно ставить вопрос о необходимости одновременного учета вертикальных и горизонтальных составляющих, что действующими нормами не предусматривается. Это явление существенно не только для эпицентральной зоны, но и в более общем случае землетрясений с удаленными очагами.

В литературе, посвященной обследованию последствий разрушительных землетрясений, неоднократно отмечалось, что таблица 3 КМК 2.01.03-96 для определения сейсмических нагрузок на многоэтажные здания с жесткой конструктивной схемой не соответствует наблюдаемым фактам. Несоответствие заключается в том, что при расчете по этой таблице в наихудших условиях

оказываются стены нижних этажей, в стенах же верхних этажей нагрузки, как правило, не достигают предельных значений. В натуре же часто наблюдается одинаковая степень повреждения всех этажей и в некоторых случаях преобладает разрушение стен верхних этажей.

При Ташкентском землетрясении в наибольшей степени пострадали верхние этажи, в связи с чем вопрос об уточнении расчета зданий с жесткой конструктивной схемой становится одной из первоочередных задач прикладной теории сейсмостойкости. Приводится решение этой задачи на основе принципа равновероятности разрушений по высоте и дается дополнительный вариант для условий эпицентральной зоны.

Одной из основных проблем конструирования сейсмостойких зданий следует считать проблему повышения сейсмостойкости кирпичных зданий. Нельзя оставлять без внимания тот факт, что все кирпичные здания в зоне эпицентра, которые были спроектированы в соответствии с требованиями восьмибалльной расчетной сейсмичности, не выдержали землетрясения. Необходимо разработать дополнения и изменения норм, направленные на повышение прочности кирпичных стен и дальнейшее ограничение их применения.

Вывод к главе I

При Ташкентском землетрясении в наибольшей степени пострадали верхние этажи, в связи с чем вопрос об уточнении расчета зданий с жесткой конструктивной схемой становится одной из первоочередных задач прикладной теории сейсмостойкости.

Глава II. Сейсмостойкость многоэтажных зданий с гибкой нижней частью.

Строительство зданий высотой восемь и более этажей в сейсмических районах требует применения специальных конструкций, обладающих малым собственным весом и динамическими свойствами, в наибольшей степени соответствующими условиям сейсмостойкости. С другой стороны, большой объем строительства многоэтажных зданий заставляет искать пути для использования существующей строительной техники, в частности заводов крупнопанельного домостроения.

Несущие конструкции крупнопанельных зданий имеют относительно малый вес и удовлетворяют первому из указанных условий, но ввиду большой жесткости периоды их колебаний расположены в наиболее невыгодной зоне спектральной характеристики сейсмических воздействий. По этой причине строительство крупнопанельных зданий выше пяти этажей при восьми- и девятибалльной расчетной сейсмичности требует повышенной прочности панелей в нижних этажах и специальной конструкции стыков.

Применение гибких конструкций для нижних частей крупнопанельных зданий существенно улучшает их динамические свойства, сохраняя все основные преимущества.

Уменьшение сейсмической нагрузки, обусловленное снижением общей жесткости сооружений и увеличением периодов собственных колебаний, дает возможность довести высоту зданий до 7—10 этажей, причем наиболее рациональным является сочетание двухэтажной гибкой части с несущими конструкциями в виде железобетонных рам и расположенного на них крупнопанельного здания из обычных индустриальных элементов. Возможно устройство и одноэтажной гибкой части, однако в этом случае сейсмические нагрузки снижаются в меньшей степени.

В целом применение гибкой нижней части является одним из путей

развития массового многоэтажного строительства в сейсмических районах с использованием продукции существующих домостроительных комбинатов.

Конструкции с гибкой нижней частью могут найти применение и в других сочетаниях, например, с верхней кирпичной или крупноблочной частью. Гибкую конструкцию нижних этажей можно рационально сочетать с верхним рамносвязевым каркасом.

Ниже рассматриваются методы определения сейсмических воздействий на здания с гибкой нижней частью и даются некоторые рекомендации для проектирования*. Предполагается, что верхняя часть имеет жесткую конструктивную схему со значительным преобладанием сдвиговых деформаций.

Вначале изучено влияние деформаций верхней части на частоты и формы колебаний здания и определены условия, при которых этими деформациями можно пренебрегать, что создает предпосылки для упрощения расчета. В некоторых случаях расчетная схема может приниматься в виде системы с одной степенью свободы, причем единственной учитываемой деформацией является горизонтальное перемещение верха гибкой части. Для более точного расчета необходимо принять во внимание угловое перемещение верхней части, обусловленное изгибными деформациями стержневых конструкций нижней части и податливостью основания, что приводит к системе с двумя степенями свободы. В расчете учитывается эксцентриситет вертикальных нагрузок, вызванный отклонением центра тяжести здания от первоначального положения при сейсмическом воздействии. Окончательные расчетные формулы получены в замкнутом виде, удобном для непосредственного применения при проектировании.

2.1. Исследование влияния деформаций жесткой части здания на величину сейсмических воздействий

Многоэтажные здания при расчетах на сейсмические воздействия рассматриваются как системы с числом степеней свободы, равным числу этажей, в уровнях которых сосредоточена вся масса здания. Расчетные схемы такого типа соответствуют сравнительно малым изменениям жесткости относительно горизонтальных смещений по высоте здания. При применении гибкой нижней части создаются предпосылки для упрощения расчетной схемы за счет того, что общая жесткость здания определяется главным образом жесткостью его нижней части и в очень малой степени зависит от жесткости верхней части.

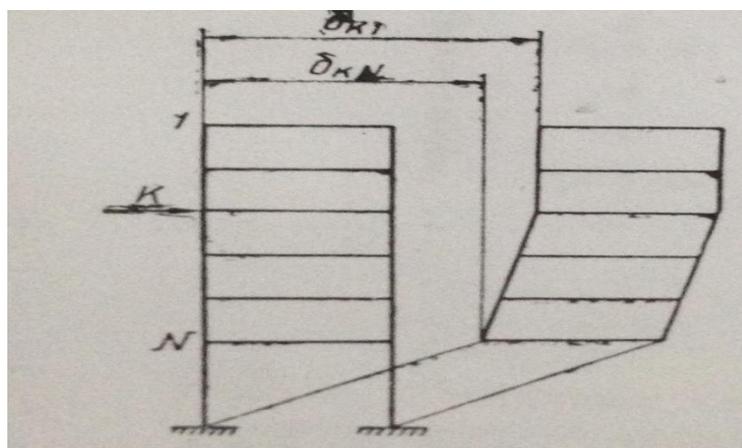


Рис 1. Деформация жёсткого здания с гибкой нижней частью.

На рис. 1 показана схема деформаций жёсткого здания с гибкой нижней частью. Единичная сила приложена в уровне k -го перекрытия, считая сверху. Прогиб верхнего конца δ_{k1} можно представить в виде суммы двух прогибов.

$$\delta_{k1} = \delta_{kN} + \sum_{j=k}^{N-1} \delta_{kj},$$

где δ_{kN} — горизонтальное смещение верха нижней части, а δ_{kj} — горизонтальное смещение перекрытия в уровне j относительно перекрытия в уровне $j+1$, характеризующее жесткость j -го этажа.

Сформулированное выше предположение о соотношении жесткостей нижней и верхней части можно записать в виде неравенства:

$$\delta_{kN} \geq \sum_{j=1}^{N-1} \delta_{kj}.$$

Если это неравенство выполняется для системы с N сосредоточенными массами, изображенной на рис. 2, б, то все элементы матрицы влияния горизонтальных прогибов будут относительно мало отличаться от единичного перемещении верха нижнего этажа. Отсюда следует, что можно пренебречь деформациями всех верхних этажей и учитывать только деформацию нижнего, причем получаемая ошибка при определении сейсмических нагрузок будет не существенна.

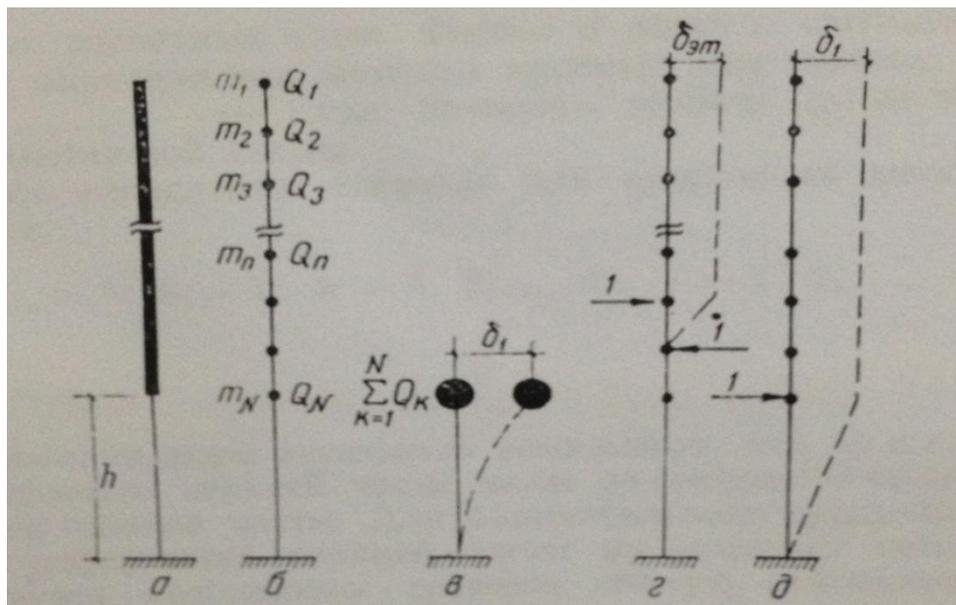


Рис. 2. Расчетные схемы здания с гибкой нижней частью:
 а — распределенная масса верхней части; б — сосредоточенные массы в верхней части; в — «приведенная» система с одной степенью свободы; г — деформация одного этажа жесткой части; д — деформация гибкой части.

Для количественной оценки этого фактора были исследованы периоды и формы колебаний нескольких систем, которые характеризуются следующими свойствами.

1. Масса гибкой части сосредоточена в его верхнем уровне, и массы всех этажей одинаковы.
2. Верхняя часть испытывает деформации сдвига. Жесткости всех этажей относительно взаимного горизонтального смещения двух смежных

перекрытий одинаковы.

3. Жесткость нижней части характеризуется отношением:

$$\mu = \frac{\delta_j}{\delta_N}, j=1,2,\dots, N-1,$$

где δ_j —взаимное смещение перекрытий j -го этажа при действии единичной горизонтальной силы;

δ_N —смещение верха нижней части.

Вычисления выполнены для трех значений μ : 0,1; 0,01; 0,001, что соответствует жесткости нижней части в 10, 100 и 1000 раз меньшей жесткости одного этажа верхней части.

Рассмотрены здания высотой 4, 6, 8 и 10 этажей, что при трех значениях гибкости нижней части дает 12 различных расчетных схем. Формы и частоты свободных колебаний определялись методом пробных подстановок, где приведен пример вычислений для десятиэтажной схемы.

Все вычисления сделаны для единичных масс и жесткостей:

$$M_k = 1; \delta_j = 1; k = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, N - 1$$

Анализ форм колебаний показывает, что во всех случаях деформации верхней части малы по сравнению со смещением верха нижней части. Для окончательного суждения о влиянии реформаций верхней части на величину сейсмических нагрузок необходимо сравнить полную сейсмическую нагрузку на здание, определенную с учетом деформаций верхней части, с нагрузкой, вычисленной в предположении, что верхняя часть не деформируется. Ввиду того, что вычисления частот и форм колебаний с учетом деформаций верхней части здания сделаны по схемам с единичными массами и жесткостями, полученные круговые частоты дают возможность для каждой схемы определить только отношения периодов первой и второй форм колебаний; сами периоды будут иметь смысл условных величин, характеризующих абстрактные модели сооружений.

Для расчета реальных сооружений следует выяснить их действительные

периоды колебаний. Так как для решения данной задачи достаточно сравнить сейсмические нагрузки, отнесенные к единичным массам, можно избежать вычисления истинных периодов колебаний; необходимо только установить их расположение относительно нормативной спектральной кривой сейсмических воздействий.

Для того чтобы охватить весь диапазон частот, представляющих практический интерес, примем для всех расчетных схем три значения периода первого тона колебаний:

0,5 сек; 1 сек и *2,5 сек*. Очевидно, здания с гибкой нижней частью не могут иметь период первого тона колебаний менее *0,5 сек*, так как это свидетельствовало бы о том, что устройство гибкого этажа не достигает цели. Периоды более *2,5 сек* едва ли возможны в практике строительства многоэтажных зданий.

Периоды колебаний по второй форме получаются с помощью вычисленных отношений круговых частот. Сейсмическая нагрузка по каждой форме колебаний определяется по формуле

$$S_{ik} = k_{c\beta} \eta_{ik}, \quad (\text{III.1})$$

в соответствии с тем, что для каждого этажа принимается $q_k = 1$.

Перерезывающая сила:

$$S_i = \sum_{k=1}^N S_{ik} = k_{c\beta} \sum_{k=1}^N \mu_{ik}. \quad (\text{III.2})$$

Расчетная перерезывающая сила определяется по двум формулам:

$$S_p = \sqrt{s_1^2} + \sqrt{s_2^2} \quad (\text{III.3})$$

$$S_p = |S_1| + |S_2|. \quad (\text{III.4})$$

Результаты вычислений для десятиэтажных схем сопоставлены в табл.

1, где принято $K_c=0,05$.

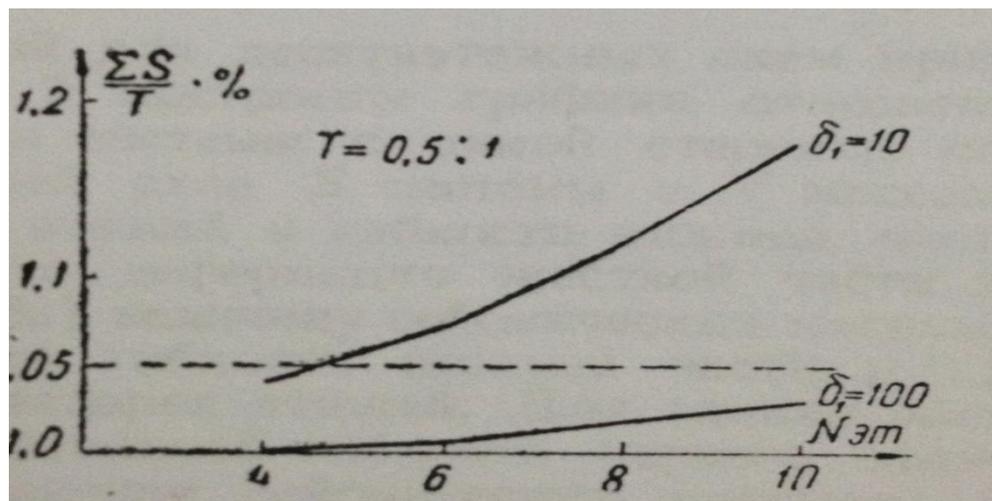


Рис 3. Отношения перерезывающих ил при различных расчётных схемах.

Анализ приведенных в табл. 1 величин показывает, что во всех случаях влияние второй формы колебаний не существенно. Так, для десятиэтажной схемы при $\delta = 10_N$, перерезывающая сила по второй форме колебаний составляет 5% от перерезывающей силы по первой форме. Во всех остальных схемах влияние второй формы колебаний еще меньше.

Отсюда следует, что исследование третьей и других высших форм колебаний не представляет интереса. Поэтому для анализа влияния деформаций жёсткой части здания вполне достаточно учёта двух первых форм колебаний абсолютно жестким брусом с той же массой и высотой (рис. 2, а).

Для всех рассмотренных систем определены периоды собственных колебаний, коэффициенты β и сейсмические Нагрузки по схеме с одной степенью свободы. При этом жесткость системы равна жесткости гибкой части, а масса равна сумме масс всех этажей:

$$\delta = \delta_N \quad (III.5)$$

$$m = N.$$

Условные периоды собственных колебаний систем с одной степенью свободы определены по формуле

$$T_0 = 2\pi \frac{T_{jy}}{T_j} \sqrt{m\delta}, \quad (\text{III.6})$$

где T_{jy} — период первой формы колебаний системы с N степенями свободы, принятый для расчета (0,5; 1,00 и 2,5 сек);

T_j —периоды колебаний, определенные для системы с единичными массами и жесткостями.

Результаты вычислений для десятиэтажных схем приведены в табл. 1. На рис. 3 построены графики отношения перерезывающей силы для системы с одной степенью свободы S_0 к перерезывающей силе S системы с N массами, в зависимости от числа этажей и гибкости нижней части.

Из графика видно, что деформация жесткой части заметно изменяет (более 5 %) величину сейсмических нагрузок только при относительной гибкости нижней части $\mu \leq 10$ и высоте здания свыше четырех этажей. Для здания высотой 10 этажей при относительной гибкости первого этажа $\mu = 10,0$, поправка к величине сейсмических нагрузок (в сторону уменьшения) достигает 12% при периоде основного тона колебаний до 1 сек. При больших периодах влияние собственных деформаций становится незаметным.

Таблица 1

Расчётная перерезывающая сила при различной гибкости нижней части

Число этажей N	10					
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Периоды колебаний						
Гибкость нижней части	$\delta N = 10$					
Периоды колебаний T_i	0,50	0,13	1,00	0,26	2,50	0,65

Коэффициенты β_i	1,80	3,00	0,90	3,00	0,60	1,40
Перерезывающая сила S_i	0,887	0,022	0,444	0,022	0,296	0,010
Расчётная перерезывающая сила $S = \sqrt{\sum_i S_i^2}$ $S = S_1 + S_2 $	0,887		0,445		0,296	
Система с одной степенью свободы	0,909		0,446		0,306	
T_0						
β_0						
$S_0 = K_c \beta N$	0,44		0,88		2,20	
	2,045		1,02		0,60	
	1,023		0,51		0,30	
Гибкость нижней части	$\delta N = 100$					
Периоды колебаний T_i	0,50	0,049	1,00	0,098	2,50	0,245
Коэффициенты β_i	1,80	3,00	0,90	3,00	0,60	3,00
Перерезывающая сила S_i	0,897	0,000	0,449	0,000	0,299	0,000
Расчётная перерезывающая сила $S = \sqrt{\sum_i S_i^2}$ $S = S_1 + S_2 $	0,897		0,449		0,299	
Система с одной степенью свободы	0,897		0,449		0,299	
T_0	0,49		0,98		2,45	
β_0	1,84		0,92		2,60	
$S_0 = K_c \beta N$	0,92		0,46		0,30	
Гибкость нижней части	$\delta N = 1000$					
Периоды колебаний T_i	0,50	0,017	1,00	0,034	2,50	0,08
Коэффициенты β_i	1,80	3,00	0,90	3,00	0,60	3,00
Перерезывающая сила S_i	0,874	0,007	0,437	0,007	0,291	0,00

Система с одной степенью свободы	T_0	0,50	1,00	2,50
	β_0	1,80	0,90	0,60
	$S_0=K_c\beta N$	0,90	0,45	0,30

Следовательно, при высоте зданий до десяти этажей и при отношении жесткостей больше десяти

$$\mu = \frac{\sigma_j}{\sigma_N} > 10, \quad (\text{III.7})$$

верхняя часть здания может рассматриваться как не деформируемое твердое тело. Это обстоятельство дает возможность в некоторых случаях применять приближенные формулы для определения полной сейсмической нагрузки по схеме с одной степенью свободы. При этом распределение сейсмической нагрузки по высоте можно производить в соответствии с первой формой колебаний. Рекомендуется следующий порядок расчета.

Определяется отношение жесткости одного этажа верхней части к жесткости гибкой части и, если $\mu > 10$, то система с несколькими сосредоточенными массами заменяется системой с одной сосредоточенной массой, по величине равной массе всего здания (рис. 2, в). Сейсмическая сила определяется как для системы с одной сосредоточенной массой, приложенной в уровне перекрытия гибкой части, по следующим формулам:

Период колебания:

$$T=2\pi\sqrt{m\sigma N} \quad (\text{III.8})$$

где m — масса, равная сумме масс всей системы,

$$m=\sum_{k=1}^N mk; \quad (\text{III.9})$$

σ_N —единичное перемещение верха гибкой части;

S_0 — сейсмическая нагрузка

$$S_0=k_1k_c\beta\sum_{k=1}^N Q_k, \quad (\text{III.10})$$

где k_c - коэффициент сейсмичности;

β — динамический коэффициент, принимаемый по нормам;

k_1 — коэффициент увеличения сейсмической нагрузки для зданий с числом этажей более пяти;

$$k_1= 1+0,1(N -5), \quad 5 <N\leq 10,$$

$$k_1= 1,5 \quad N\geq 10. \quad (\text{III.11})$$

Сейсмическая нагрузка S_0 распределяется поэтажно:

$$S_k=\epsilon_k S_0, \quad (\text{III.12})$$

где S_k —сейсмическая сила в k -ом уровне;

ϵ_k — коэффициент, пропорциональный ординатам 1-ой формы колебаний (см. табл. 2).

Расчет зданий с гибкой нижней частью, как системы с одной степенью свободы, иногда применяется в практике

Таблица 2

Коэффициенты распределения сейсмической нагрузки по этажам

Номер этажа	Число этажей в здании						
	4	5	6	7	8	9	10
10							0,116
9						0,130	0,112
8					0,145	0,125	0,108

7				0,16	0,139	0,120	0,105
6			0,183	0,155	0,133	0,115	0,102
5		0,221	0,177	0,149	0,128	0,111	0,098
4	0,275	0,210	0,170	0,143	0,122	0,106	0,095
3	0,259	0,200	0,163	0,137	0,116	0,101	0,091
2	0,241	0,189	0,157	0,131	0,111	0,097	0,088
1	0,225	0,179	0,150	0,125	0,105	0,093	0,085

Примечание: Номер этажа считается снизу проектирования.

В приведенном исследовании даны обоснования для упрощения расчета, определены границы применимости данной расчетной схемы и, кроме того, указан способ косвенного учета деформации верхней части по первой форме колебаний, при распределении полной сейсмической нагрузки по высоте. Существенным недостатком этого метода является то, что им не учитываются колебания поворота верхней части здания вокруг горизонтальной оси, обусловленные деформациями гибкого этажа и основания. Этот фактор должен иметь значение для многоэтажных зданий ввиду значительного возрастания эксцентриситета вертикальных нагрузок относительно стоек нижнего этажа. Поэтому приближенный метод расчета должен иметь ограниченное применение.

2.2 Определение сейсмических воздействий с учетом продольных деформаций стоек и податливости основания

Расчет многоэтажных зданий с гибкой нижней частью может быть уточнен на основе исследования влияния нормальных сил в стойках гибкого этажа и податливости основания на поступательное перемещение и поворот сооружения.

При этом, в соответствии с изложенными выше результатами, при построении расчетной схемы конструкцию верхних этажей можно считать

абсолютно жесткой. Масса гибкой части принимается сосредоточенной в уровне ее верхнего перекрытия.

Учет продольных деформаций стоек гибкой части и податливости основания приводит к значительному усложнению характера колебаний, которые становятся изгибно-сдвиговыми, так как перемещение сооружения зависит не только от перерезывающих сил, но и от изгибающих моментов в нижней части и в основании.

Приняв в качестве обобщенных координат горизонтальное смещение центра тяжести верхней части здания и угол поворота этой части вокруг ее центра тяжести, отсчитываемый от вертикали, можно привести задачу к колебаниям системы с двумя степенями свободы (рис. 4, *а*). Приводимые ниже расчетные схемы учитывают все виды возникающих деформаций.

Рассмотрим деформации, которые испытывает гибкая нижняя часть при действии единичной горизонтальной нагрузки и единичного момента, приложенных к центру тяжести здания. Переносим силу и момент в уровень верха гибкой части, получим расчетные схемы, приведенные на рис. 4, *б* и 4, *в*.

Первая схема нагрузок—сила $P = 1$ и изгибающий момент, который возникает от переноса точки приложения единичной силы из центра тяжести здания в уровень верха гибкой части, $M = \frac{1}{2}$.

Вторая схема—изгибающий момент $M = 1$.

Введем следующие обозначения:

l — высота жесткой части;

h —высота гибкой части; h_1 и h_2 — высоты этажей гибкой части;

h_3 —высота фундамента;

z_0 — расстояние от основания стоек гибкой части до центра тяжести сооружения;

B_0 — жесткость поперечного сечения стойки гибкой части;

B_i — жесткость поперечного сечения гибкой части как целого;

B_2 — жесткость основания при сдвиге фундамента;

B_3 — жесткость основания при повороте фундамента;

n — количество стоек гибкой части.

Предполагается, что жесткости всех стоек гибкой части одинаковы.

В противном случае в нижеследующих формулах необходимо величину nB_0 заменить на $\sum_{m=1}^n B_{0m}$, где B_{0m} — жесткость m -ой стойки.

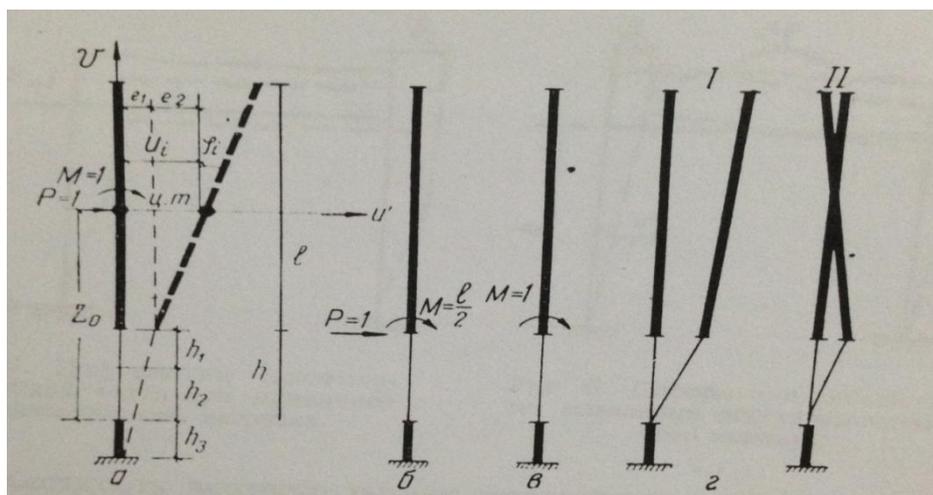


Рис. 4. Расчетная схема с двумя степенями свободы:

a — перемещения при единичных нагрузках, приложенных в центре тяжести; *б* — единичная горизонтальная нагрузка и момент, действующие на гибкую часть; *в* — единичный момент; *г* — формы колебаний.

Ввиду того, что в практике проектирования и строительства находят применение здания с одним и двумя нижними этажами гибкой конструкции, рассмотрено два варианта расчетных схем: с одноэтажными и двухъярусными рамами в нижней части.

Соответственно, формулы перемещения и углов поворота даются для обоих вариантов.

Рассмотрим деформации, которые будет испытывать гибкая нижняя часть при единичных нагрузках, и обусловленные ими перемещения жесткой части.

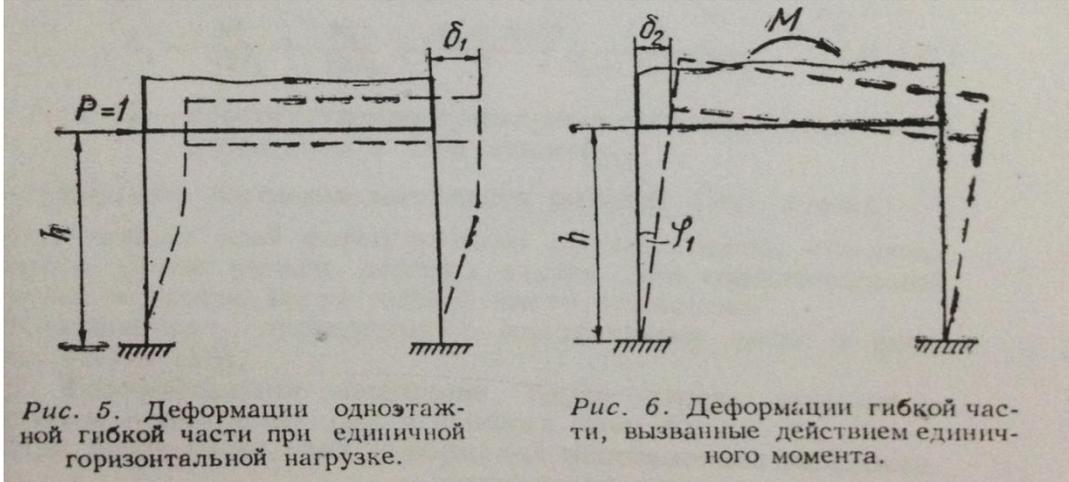
I. Действие единичной силы $P=1$.

При действии силы $P=1$ нижняя гибкая часть будет испытывать

следующие деформации;

1. Горизонтальное смещение верха стоек, которое можно определить по следующим формулам,

а) При одном гибком этаже (рис. 5).



Жесткость верхнего ригеля, связанного с вертикальными диафрагмами верхней части, и жесткость фундамента принимается бесконечно большой по сравнению с жесткостью стоек. Поэтому

$$\delta_1 = \frac{h^3}{12nBo} \quad (\text{III.13})$$

б) При двух гибких этажах.

Точные формулы сложны для расчета и неудобны для вычислений. Поэтому ниже изложен метод, который при достаточной точности дает простые формулы в замкнутом виде. Степень точности проверена сравнительными вычислениями.

Для удобства вычислений формула прогиб;) приведена к виду, аналогичному формуле (13):

$$\delta_1 = \frac{\lambda h^3}{12nBo} \quad (\text{III.13})$$

где h — полная высота гибкой части;

λ — коэффициент приведения

$$\lambda = \frac{12nBo}{h^3} \delta_1 \quad (\text{III.14})$$

Где δ_1 –прогиб двухэтажной рамы, который находится по приближённой формуле

$$\delta_1 = \frac{h_1^2}{12f_1} + \frac{h_2^2}{12f_2} + \left(\frac{h_1+h_2}{2}\right)^2 \frac{1}{f_1+f_2+12r_2} \quad (\text{III.14'})$$

Где f_1 и f_2 -соответственно суммарные погонные жёсткости стоек 2-го и 1-го этажей.

r_2 - суммарная погонная жесткость ригелей 1-го этажа.

При выводе этой формулы было предположено, что углы поворота узлов ригеля первого этажа при горизонтальной нагрузке в уровне верха гибкой части одинаковы.

Коэффициент приведения λ используется далее в формулах (41) и (43).

2. Горизонтальное смещение верха стоек, вызванное действием нормальных сил в стойках (рис. 6).

При вычислении этих деформаций использована методика, основанная на понятии неуравновешенного момента M_Δ .

При определении деформаций двухэтажной части жесткостью промежуточного ригеля пренебрегаем, так как его влияние на величину нормальных сил в стойках незначительно.

Согласно методике, неуравновешенный момент для стоек гибкой части определяется по формуле

$$M_\Delta = Ms_1 - \sum_{m=1}^n Mm_1 \quad (\text{III.15})$$

где M_{s1} —сумма моментов всех горизонтальных нагрузок относительно основания стоек;

Mm_1 —изгибающий момент в основании m -ой стойки, определенный при расчете рам каркаса на действие тех же горизонтальных нагрузок;

n — общее число стоек;

$\sum_{m=1}^n Mm_1$ —сумма всех „рамных“ моментов в основании стоек.

Нормальные силы в стойках определяются как внутренние усилия, вызванные изгибающим моментом M_Δ в поперечном сечении рамы, рассматриваемой как твердое тело.

Используя формулы главы II, находим перемещения верха стоек, обусловленные действием нормальных сил.

а) При одноэтажной гибкой части.

Как было указано ранее, верхние ригели нижнего этажа рассматриваются как абсолютно жёсткие ввиду того, что они по всей длине связаны с панелями (или стенами другого типа) верхней части. При этом эпюра моментов при горизонтальной единичной нагрузке может быть принята по схеме на рис 7.

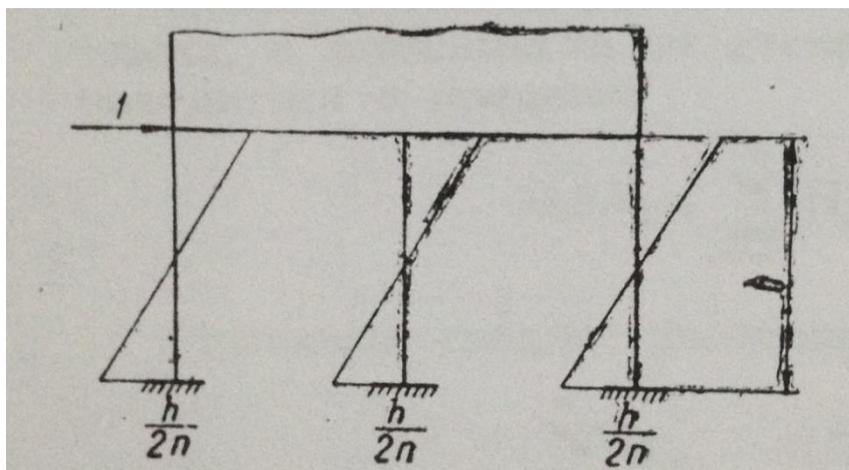


Рис 7. Эпюра моментов в стойках нижнего этажа

Неуравновешенный момент определяется следующим образом:

$$M_{s1} = h$$

$$\sum M m_1 = \frac{h}{2},$$

$$M_{\Delta} = h - \frac{h}{2} = \frac{h}{2};$$

угол поворота верхнего сечения рамы:

$$\varphi_1 = \frac{M_{\Delta} h}{B_1} = \frac{h}{2B_1}; \quad (III.16)$$

Горизонтальное смещение верхнего ригеля рамы:

$$\delta_2 = \varphi_1 \frac{h}{2} = \frac{h^2}{4B_1}; \quad (III.17)$$

б) При двух гибких этажах.

Предполагается, что конструкции с гибкой нижней частью будут

применяться, главным образом, для жилых и общественных зданий, имеющих увеличенную высоту первого этажа. Принимая, что первый этаж может быть в 1,4 раза выше всех остальных этажей, выведем приближенные формулы для определения неуравновешенного момента и перемещений верха двухэтажной части. Высота первого этажа будет равна:

$$h_2 \cong 0,58h = \alpha h,$$

где h - полная высота гибкой части.

Сумма изгибающих моментов в основании стоек первого этажа, в зависимости от степени заделки их концов, будет находиться в пределах

$$0,5 h_2 \leq \sum_{m=1}^n Mm_1 \leq 0,66 h_2.$$

Принимая среднее значение, получим:

$$\sum_{m=1}^n Mm = 0,58h_2 = 0,34h$$

Неуравновешенный момент

$$M_{\Delta} = h - 0,34h = 0,66h \quad (\text{III.18})$$

Угол поворота и горизонтальное перемещение верха гибкой части:

$$\varphi_1 = \frac{M_{\Delta}h}{2} = \frac{0,66h^2}{B_1} \quad (\text{III.19})$$

$$\delta_2 = \varphi_1 \frac{h}{2} = \frac{0,33h^3}{B_1} \quad (\text{III.20})$$

3. Смещение центра тяжести жёсткой части от поворота верха стоек гибкой части (рис.8,а)

а) при одном гибком этаже.

$$\delta_3 = \varphi_1 \frac{l}{2} = \frac{h^2 l}{4B_1} \quad (\text{III.21})$$

б) при двух гибких этажах.

$$\delta_3 = 0,33 \frac{h^2 l}{B_1} \quad (\text{III.22})$$

$$4. \text{Сдвиг фундамента (рис. 8,б)} \delta_4 = \frac{1}{B_2} \quad (\text{III.23})$$

5. Смещение центра тяжести жёсткой части от поворота фундамента(рис .8,в)

Опрокидывающий момент относительно основания:

$$M_o = h + h_3 \quad (\text{III.24})$$

Угол поворота фундамента:

$$\varphi_2 = \frac{h + h_3}{B_3} \quad (\text{III.25})$$

$$\delta_5 + \varphi_2(Z_o + h_3) \quad (\text{III.26})$$

При абсолютно жестком основании δ_1 , δ_5 и φ_2 равны нулю.

Остальные деформации вызваны нормальными усилиями в стойках.

При атом формулы углов поворота и прогибов для одноэтажной и двухэтажной гибкой части будут одни и те же, так как влияние промежуточного ригеля при определении нормальных усилий в стойках не учитывается.

II. Действие момента $M = \frac{1}{2}$

1. Смещение верха стоек гибкой части как целого (рис. 8). Угол поворота определяется так же, как для стержня, жесткость которого равна B_1 , при действии изгибающего момента, постоянного по его длине.

$$\varphi_3 = \frac{Mh}{B_1} = \frac{lh}{2B_1} \quad (\text{III.27})$$

$$\delta_6 = \varphi_3 \frac{h}{2} = \frac{lh^2}{4B_1} \quad (\text{III.28})$$

2. Смещение центра тяжести жесткой части от поворота верха гибкой части (рис. 8,а).

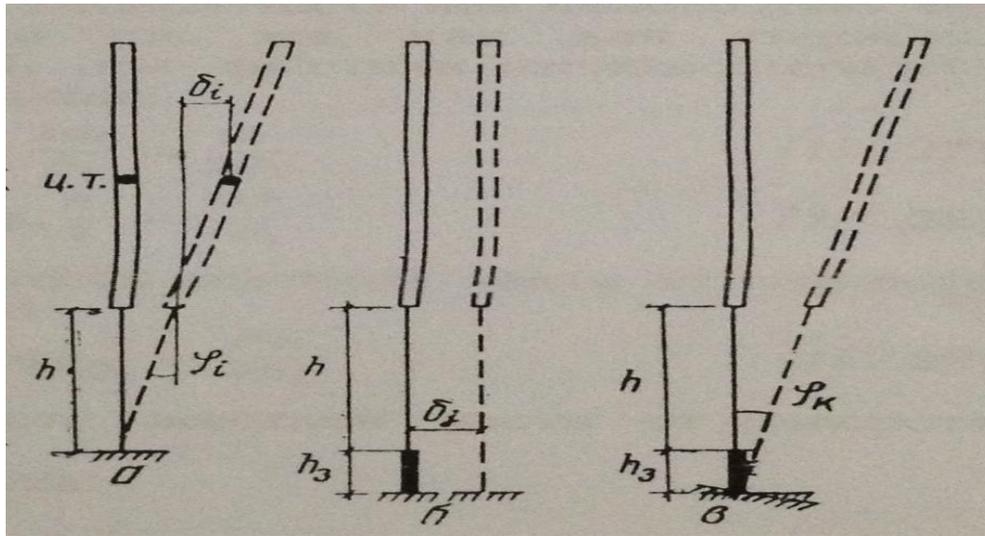


Рис.8 Перемещения центра тяжести здания.

$$\delta_7 = \varphi \frac{l}{3} = \frac{l^2 h}{4B_1} \quad (\text{III.29})$$

Смещение центра тяжести жесткой части от поворота фундамента (рис. 8, в).

Угол поворота фундамента:

$$\varphi_4 = \frac{1}{2B_3} \quad (\text{III.30})$$

$$\delta_8 = \varphi_4 (Z_0 + h_3) \quad (\text{III.31})$$

При абсолютно жёстком основании δ_8 и φ_4 равны нулю.

Вывод к главе II

В целом применение гибкой нижней части является одним из путей развития массового многоэтажного строительства в сейсмических районах. Конструкции с гибкой нижней частью могут найти применение и в других сочетаниях, например в верхней кирпичной или крупноблочной частью. Гибкую конструкцию нижних этажей можно рационально сочетать с верхним рамносвязевым каркасом.

Глава III. Восстановление аварийных стен от сейсмических воздействий на энергосберегающие наружные ограждения.

3.1. Повышение несущей способности и ремонт кирпичных стен.

Дефекты кирпичной кладки и её разработка.

Кирпичная кладка иногда бывает выполнена очень небрежно, поэтому стены дома необходимо отделать так, чтобы они выглядели более красиво. Для этого надо восстановить все отбитые части кирпича, приготовив раствор точно такого же цвета, и обработать швы, заполнив их раствором заподлицо с кирпичами, или же расшить их, то есть придать им прямую, выпуклую или вогнутую форму.



Восстановление кладки.

Основными причинами деформаций и повреждений кирпичных и каменных стен являются: конструктивные и производственные ошибки, а также низкое качество проектирования и неудовлетворительная эксплуатация. В зависимости от напряженного состояния кладки различают четыре стадии ее работы.



Усиление кирпичной кладки.

- Первая стадия - напряженное состояние, не создающее в кладке повреждений;
- Вторая стадия - появление незначительных волосяных трещин в отдельных кирпичах
- Третья стадия - при увеличении нагрузки, трещины, объединяясь друг с другом и с вертикальными швами, расслаивают кладку на отдельные швы.
- На четвертой стадии происходит разрушение кладки.

Поэтому так важно уже на первых двух стадиях выявить причины появления деформации в кладке и оценить качество выполненной кладки-заполнение швов раствором, соблюдение горизонтальности, толщины швов и их перевязки.

Разборку каменных конструкций выполняют вручную - если повреждения не большие, с применением ручных машин, механизированным или взрывным способом. [65]

Ручная разборка требует больших затрат ручного труда, поэтому разборки кирпичных и бутобетонных конструкций вручную выполняют только при небольших объемах работ и в тех случаях, когда другие способы не могут быть использованы.

При ручной разборке кирпичной кладки, сложенной на растворах

низких марок, используют ломы и кирки. Разборку ведут горизонтальными рядами, начиная сверху стены. При разборке кладки, выполненной на прочных растворах, применяют скапель, клинья, кувалду и др. Ремонт стен с бутовой или бутобетонной кладкой проводится киркой, ломом и отбойным молотком.

Выветривание швов на значительную глубину ухудшает теплотехнические свойства кирпичной кладки на 10-15%, а также снижает до 15% ее несущую способность. Этот дефект устраняется путем укрепления швов цементным раствором.

Перекрышки с одиночными трещинами восстанавливают нагнетанием в них жидкого цементного или полимерцементного раствора. При ремонте арочных перекрышек с них вначале снимают нагрузку от перекрытий, а затем полностью перекладывают. При ремонте клинчатых и рядовых перекрышек их усиливают путем подкладки стальных или железобетонных балок.

Повышение несущей способности и ремонт кирпичных стен.

Процессы восстановления и повышения несущей способности кирпичных стен, а так же ремонт стен, традиционными способами (железобетонные рубашки, обоймы и т.д.) связаны с рядом проблем, обусловленных необходимостью восприятия нижележащими конструкциями и основаниями фундаментов дополнительных нагрузок от массы вводимых в конструкцию усиливающих железобетонных слоев. Так, при устройстве двусторонней железобетонной рубашки с толщиной слоя- 5 см дополнительная масса на 1 кв. м усиливаемой стены составляет 250 кг. К недостаткам этих способов можно отнести также их высокую материалоемкость, многодельность, уменьшение в чистоте внутренних размеров помещения и т.д.

Поэтому на сегодняшний день наиболее оптимален метод ремонта стен,

сущность которого состоит в способе повышения несущей способности кирпичных стен с низкой маркой кладочного раствора путем периферийной замены в горизонтальных швах кладки существующего раствора на полимерцементный, превосходящий по адгезионным и когезионным свойствам аналогичные показатели кирпичной кладки.

Несомненным преимуществом этого способа наряду со значительной экономией материалов и трудозатрат является возможность осуществления ремонтно-восстановительных мероприятий без повышения массы стены и без уменьшения внутренних размеров помещений.

Усиление кладки под опорами балок

При появлении трещин под опорами балок и прогонов перекрытий производят местную замену участков кладки, либо подводят распределительную железобетонную подкладочную плиту; до ее установки вначале под балки перекрытий подводят временные крепления, которые ставят на всех этажах строго по вертикали.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КЛАДКИ

Проемы и крупные отверстия заделывают кирпичом или камнями правильной формы, так же как и кладку стен соответствующей толщины, перевязывая со старой кладкой и расшивая швы.

Особое внимание при этом обращают на то, чтобы тщательно был заделан верх проема или отверстия. При укладке последнего верхнего ряда кладки шов между старой и новой кладкой зачеканивают жестким цементным раствором. При этом сначала кладут и зачеканивают последний ряд, а потом - лицевые.

При заделке небольшого отверстия, гнезда или борозды сначала очищают поверхность кладки от мусора и промывают ее водой. Затем подбирают и подгоняют с приколкой отдельные кирпичи. После этого забрасывают в гнездо раствор и укладывают подготовленные кирпичи. При этом не обязательно перевязывать старую кладку с новой. Борозды

заделывают на всю глубину или в виде перегородки, ограждающей устроенный в стене канал.

Заделка балок. Концы балок заделывают как при строительстве новых зданий, так и при ремонте стен. При возведении каменных зданий балки перекрытий укладывают по ходу кладки стен: доводят кладку до уровня низа балок или опорных подушек, размечают места под опорные подушки и укладывают их. Верх подушек выверяют по уровню или нивелиру. После этого кладку наращивают, возводят на два ряда выше уровня междуэтажного перекрытия, оставляя гнезда для балок. Гнезда высотой более четырех рядов закладывают с наклонной штрабой для лучшей перевязки при заделке. Укладываемые в гнезда концы балок закрепляют в стенах стальными Т-образными анкерами.

Заделка трещин. Прежде чем заделывать трещины, необходимо устранить причины, вызывающие их, а затем убедиться, что деформации стен закончились и трещины не увеличиваются. Для этого поперек трещины в нескольких местах накладывают маяки из гипсового раствора шириной 50...100, толщиной 6... 10 мм. Если стены оштукатурены, то в местах установки маяков штукатурку сбивают, расчищают швы кладки, очищают кладку и швы ее от пыли и промывают водой. Нельзя ставить маяки на неочищенную и непромытую кладку, так как они не будут сцепляться с ней и увеличение трещины в кладке не отразится на гипсовом маяке. На маяках пишут дату их установки. Если, например, через две-три недели после установки на маяках не появятся трещины, это значит, что деформация стены прекратилась. Срок контроля деформаций по маякам назначают в зависимости от предполагаемых причин деформаций. Тонкие трещины очищают от грязи и пыли и заполняют жидким цементным раствором, нагнетая его внутрь растворомасосом. Широкие трещины заделывают, разбирая части старой кладки и заменяя ее новой.

При заделке трещин в стенах толщиной 1,5 кирпича кладку разбирают и заделывают последовательно отдельными участками на всю толщину

стены в виде кирпичных замков. Если толщина трещин значительная, то для скрепления кладки часто ставят анкеры или балки. Эти балки заделывают в кладку так же, как над пробиваемыми проемами устраивают перемычки.

Пробивка отверстий, гнезд, борозд. Перед пробивкой отверстий размечают их положение и, если нужно, устанавливают подмости такой высоты, чтобы место пробивки находилось на уровне груди рабочего: в таком положении удобнее и легче работать.

Отверстия для электрокабелей и труб диаметром до 40 мм просверливают электрической сверлильной машиной или пробивают шлямбуром. Прямоугольные отверстия пробивают скампелем, отбойным молотком или электромолотком, начиная с верхней части отверстия.

При толстых стенах отверстия целесообразно пробивать сначала с одной стороны на половину толщины стены, а затем с другой.

Перед пробивкой больших отверстий и проемов сначала над размеченным проемом делают с обеих сторон стены борозды глубиной $1/3$ кирпича. В борозды закладывают железобетонные перемычки или стальные балки 1 из швеллера; длина закладываемых отрезков — на 500 мм больше ширины проема. Балки стягивают между собой болтами 2 на концах и в пролете через 1-1,5 м. Промежутки между верхом балок и кладкой зачеканивают жестким цементным раствором и после его затвердевания начинают пробивать проем сверху вниз. Сначала с обеих сторон ниже перемычки прокладывают борозды. Затем, углубляя и расширяя их, делают в стене сквозную щель на ширину проема, а дальше разбивают кладку рядами, применяя обычный ручной или механизированный инструмент.

Ремонт простенков. При ремонте простенков смежные проемы закладывают кирпичной кладкой на глиняном растворе или устанавливают в них временные стойки, воспринимающие нагрузку от вышележащей кладки. Затем последовательно разбирают и заменяют разрушенную кладку

новой и после того, как она приобретает необходимую прочность, разбирают временную кладку или снимают временные крепления.

3.2. Герметизация междупанельных швов стен.

Герметизация швов - важный этап в строительстве домов или их реконструкции. Неправильно заделанные или недостаточно загерметизированные швы полностью нарушают теплоизоляцию в этом месте. В межпанельный стык со временем начинает проникать влага, создавая благоприятные условия для образования и размножения плесени. Зимой стены с негерметичными швами промерзают, и помещение становится сложнее обогреть. А затем появляются грибки и мокрые черные пятна на обоях. Чтобы всегда чувствовать себя комфортно и уютно внутри здания, будь то квартира или офис, необходимо провести работы по герметизации швов между панелями.

Первичная и вторичная герметизация швов. Герметизация междупанельных швов возможна в двух вариантах. Первичную герметизацию обычно проводят в новостройках в панельных домах. Здесь швы еще не подвергались воздействию герметика, поэтому их просто заполняют утеплителем и наносят большой слой гидроизолирующей мастики сверху.

После проведения этой операции, если швы были заделаны с соблюдением технологий, стена надежно защищена от неблагоприятных погодных условий. Первичная обработка шва может исправно служить и сохранять внутреннее тепло дома несколько лет.

Вторичную герметизацию междупанельных швов проводят обычно лет через 5-7 после первичной. В этом случае, проводится анализ первичной герметизации и, если состояние шва удовлетворительное, просто наносят верхний слой гидроизоляционной мастики. Если же междупанельные утеплители подверглись хоть какому-то разрушению, то в этом случае

вскрывается и очищается межпанельный шов. Затем проводятся работы, аналогичные при первичной герметизации.

При реконструкции зданий максимально эффективной герметизацией швов считается вариант при обязательном удалении старого поврежденного утеплителя вместе с краской и остатками гидроизоляционной мастики. После чего шов тщательно очищается от пыли и грязи и заливается монтажной пеной. Затем в него кладется (если шов очень большой) уплотнительный жгут и после застывания пены сверху наносится необходимый слой специального герметика.

Вовремя проведенная качественная герметизация швов - это гарантия надежной защиты дома от сквозняков, сырости и плесени на долгие годы.

Очень давно бытует мнение, что в панельных домах не очень хорошие условия для проживания. Во многих случаях это справедливо для старых зданий, при строительстве которых иногда не брались во внимание множество негативных факторов оказывающих влияние на дом, расположение его по сторонам света, направления ветра и т.д.

Квартиры, находящиеся на угловых сторонах, как правило, выстуживались намного больше, на них необходимо было устанавливать больше батарей центрального отопления и ставить на окна двойные стеклопакеты. Для того чтобы сохранить тепло в помещении, необходимо, прежде всего, герметизировать и утеплить все стены вашего жилища с наружной стороны, это поможет предохранить жилье от промерзания и постоянной сырости, заметно улучшит пароизоляцию и микроклимат в квартире.

Для утепления стеновых панелей используется покрытие стен теплоизолирующей краской, как снаружи так и внутри. Такая краска, имеющая в составе стеклянные мини-сферы около сотни микрон диаметром, позволяет уменьшить теплопроводность окрашенной поверхности на 80-85%, ослабляет инфракрасное излучение на 90%, и отражает солнечный свет, не давая нагреваться стенам дома. Термоизолирующая краска является тонким

утеплителем, по своему составу напоминающая универсальную суспензию, которую можно использовать для утепления любой поверхности. Высокоэффективная теплоизолирующая краска применяется не только для утепления фасадов зданий, но и во время теплоизоляционных работ крыш и откосов стен, внутренних стен и бетонных полов, трубопровода горячего и холодного водоснабжения.

Герметизация межпанельных швов. Как известно, до строительства современных монолитных домов в России строили панельные железобетонные дома. Стыки (швы) между плитами (панелями) заделывали паклей и цементным раствором. [64] Хотя и современные строительные технологии герметизации швов в монолитных и панельных домах, далеки от совершенства. А качество современного строительства нередко оставляет желать лучшего.

Старые, как впрочем и современные, строительные технологии и материалы не отвечают нашим климатическим требованиям.

Герметизация швов качественными материалами и по технологиям, необходимым соответствующим сериям домов, необходима всем панельным зданиям.



Если в углах и на стенах Вашей квартиры образуется плесень, просачивается вода, постоянно дует ветер - это значит, что в Вашем доме давно не производилась необходимая *герметизация и утепление швов*. Это

означает, что между панелями есть полости, которые способствуют проникновению холодного воздуха и воды внутрь.

Типичные случаи проблем межпанельных швов.

Проблемы панельных домов типичны. В каждой серии домов свои недостатки. При строительстве между панелями оставляют пространство - межпанельный шов. Это деформационные швы, которые необходимы для подвижности панелей при осадке здания. Если грунтовые воды расположены очень близко к поверхности земли, поэтому осадка дома происходит каждый год. Швы деформируются, расстояние между плитами изменяется. Поэтому в межпанельный шов может проникать влага и холодный воздух, а в квартирах образуются протечки и плесень.



Плесень в углах, почерневшие обои, мокрые стены. Если межпанельный шов пустой, в этом месте стена значительно холоднее. На холодном участке образуется конденсат, который способствует образованию плесени. Если стена мокнет от протечек в швах, зимой такие стены могут промерзнуть, то есть буквально покрываться инеем. Плесень и мокрые стены локализованы либо в углах, либо на стыке пол - внешняя стена или потолок - внешняя стена, то есть именно вдоль межпанельного шва.



Протечки в оконных рамах и швах стеклопакетов. Компании по производству пластиковых окон, производят монтаж стекло-пакетов не всегда корректно. Стык между стеклопакетом и стенами просто запенивают монтажной пеной. В течении короткого времени пена мокнет и крошится. Образуются щели между стеклопакетом и стеной, в которые затекает вода и дует ветер.



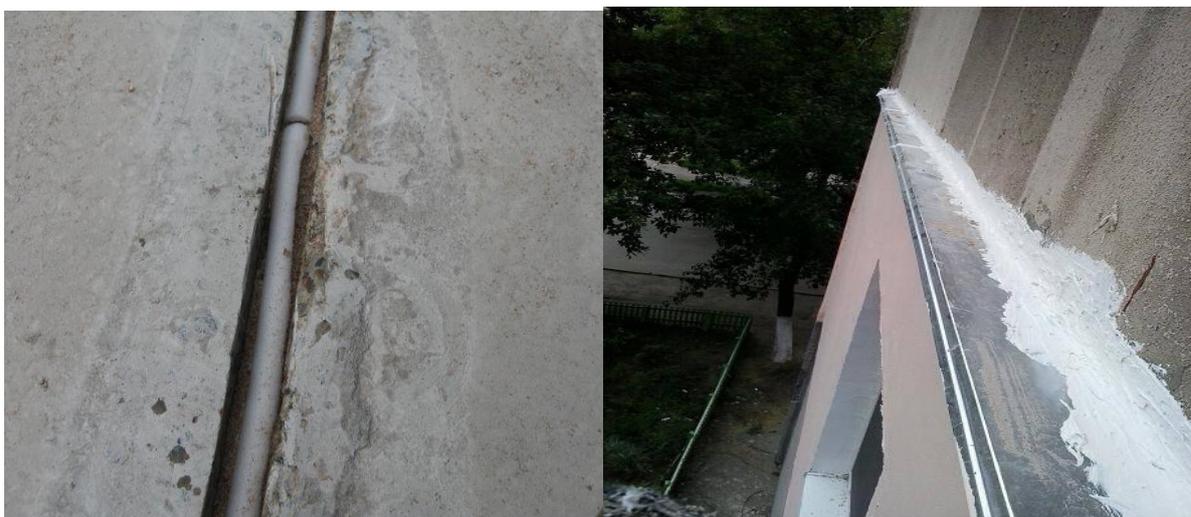
Монтажную пену нужно было закрыть хорошим слоем герметизирующей мастики, а сверху можно было смонтировать оцинкованные панели. Все стеклопакеты необходимо снабдить отливами. Вместо пены, по хорошему, щель между стеной и стеклопакетом нужно оштукатурить, а затем штукатурный шов загерметизировать мастикой.

Если пена выкрошилась, вместо нее можно плотно проложить утеплитель **вилатерм**, а затем шов загерметизировать.



Вилатерм можно проложить и в стык отлива и панели.

Затем стыки аккуратно покрываются герметизирующей мастикой.



Технологии герметизации межпанельных швов.

Герметизация швов необходима всем панельным зданиям. Панели имеют сколы и неровности, внутри межпанельного шва существуют огромные проемы. Пространство между панелями должно заполняться, а стык плит должен гидроизолироваться при строительстве здания. Но в современном строительстве герметизация швов производится поверхностно. Стык между панелями часто замазывают цементным раствором, а не герметиком. Через неуплотненное пространство между

плитами просачивается вода и проникает холодный воздух.

3.3 Утепление наружных стен.

Утепление позволяет сократить теплопотери здания, сделать его более комфортным для жизни и работы, а также сэкономить на отоплении. Производив утепление здания различными методами - как при помощи монтажа навесных фасадов, так и напылением пенополиуретана.

Здание теряет тепло не только через окна и двери, но также через крышу и стены. Утепление здания помогает сократить теплопотери, а, следовательно, создать более комфортные условия для жизни и работы и сэкономить на отоплении. Утепление кровли здания может быть произведено как в процессе строительства, так и на уже готовую конструкцию. Мы практикуем устройство как традиционных, так и инверсионных кровель, в которых утепление находится под гидроизоляцией для лучшей его защиты.

Предлагаем нашим заказчикам широкий выбор материалов для утепления фасадов: полиалпан, сэндвич-панели, виниловый сайдинг и т.д.

Вы можете выбрать материал для утепления, который будет, во-первых, сохранять тепло в здании, а, во-вторых, подойдет к его общему стилю.

Дешевый и эффективный способ утепления - это использование пенополиуретана. Пенополиуретан можно распылять на трубопроводы, стены, мансарды, крыши, подвалы и т.д. Спектр применения этого материала широк.

Более подробную информацию о работе с этим материалом и предоставляемых нами услугах по утеплению им читайте в разделе «Напыление пенополиуретана».

Герметизация швов.

Герметизация швов помогает справиться с последствиями

проникновения в помещение сырого воздуха, который разрушительно влияет на стены. Предупредите разрушение стен и избавьте себя от лишних затрат.



Уже не для кого не секрет, что основным недостатком строительства из панельных блоков стало то обстоятельство, что межпанельные швы, как самая уязвимая часть конструкции, со временем становятся источником многочисленных проблем и дискомфорта для жильцов. [66]



Герметизация межпанельных швов-залог тепла и уюта в Вашем доме.

Первые признаки того, что пришло время провести герметизацию швов-это сквозняки в помещении, промерзание стен и углов в зимнее время года и возникновение протечек летом.

Плесневый грибок, образование конденсата и отсыревание углов- это также симптомы того ,что герметизация швов не произведена или произведена недостаточно хорошо. Плесень и грибковые организмы способны вызывать ряд заболеваний, и уничтожить внутреннее убранство помещений. А так же изменение теплового режима внутри здания в зимнее время- утечка тепла сквозь образовавшиеся трещины приводит к значительному снижению температуры в помещениях, в результате чего постоянно требуется использования дополнительного обогревательного оборудования.

Прежде чем бороться с последствиями, хорошо бы устранить причины, то есть заделать, загерметизировать швы, из-за которых в помещении и возникают все эти неприятные явления. Наша компания выполняет как первичную, так и вторичную герметизацию швов. Благодаря своевременно проведённой герметизации швов можно повысить температуру в доме в среднем на 3-5 градусов, устранить сырость и другие проблемы.

Межпанельные швы, как самая уязвимая часть панельной конструкции требуют проведения регулярных работ по очистке и герметизации. Способ проведение ремонта выбирают в зависимости от состояния шва и герметика:

- Полный ремонт межпанельных швов. Качественная герметизация швов требует вскрытия шва и удаления всего содержимого, как правило уже отработавшего свое. Далее проводится герметизация и заполнение всего шва.
- Частичный ремонт по герметизации с выборочным вскрытием швов.
- Ремонт без вскрытия межпанельного шва - проводится при

незначительном усыхании, разрушении старого герметика. Такая герметизация проводится следующим образом - поверх старого герметика наносят новый.

Все виды работ по герметизации межпанельных швов в нашей компании и герметизации проводятся опытными рабочими в соответствии со всеми технологическим требованиями. Все используемые материалы морозостойки, и соответствуют необходимым характеристикам. Современные материалы надежны, имеют сертификаты качества государственного образца. Герметизация может быть произведена и в зимнее время.

При герметизации швов мы используем материалы, которые не только изолируют сквозняки и препятствуют повышению влажности, но и создают барьер для плесени. Не затягивайте с герметизацией швов – ведь стены под воздействием сырого и влажного воздуха могут деформироваться, тогда на ремонт придется потратить больше денег, чем вы рассчитывали.

Не боритесь с последствиями - устраните причину!

Утепление фасадов.

Здание начинается с фасада, ведь именно он создаёт неповторимый, запоминающийся образ. Именно поэтому практически все архитекторы стремятся придать каждому новому зданию уникальный облик. Реализуется это в основном с помощью различных технологий отделки фасада. Наша компания давно и успешно применяет современные технологии в области утепления зданий , сооружений. Обученный , квалифицированный персонал позволяет нам предложить заказчику выгодное долговечное утепление.



На сегодняшний день все большее предпочтение отдается системам наружного утепления. Надежное утепление здания - одна из основных задач, которые реализуются при облицовке фасада. Наружное утепление стен здания - имеет внушительный ряд преимуществ: оно удерживает тепло, не изменяет внутреннего пространства, надежно защищает фасад от неблагоприятных погодных условий, позволяет стенам дышать, обеспечивает надежную звукоизоляцию и гарантирует достаточно долгий безремонтный срок эксплуатации. |

Теплоизоляция фасадов - это комплексная система, напоминающая слоеный пирог. На основу фасада (кирпичную, бетонную, панельную и т.п. стену) последовательно наносятся и скрепляются между собой элементные слои для термоизоляции и утепления фасада. |

Вопрос об утеплении фасада встаёт при возведении нового жилья, а так же при эксплуатации ранее построенного, ведь потери тепла через стены здания составляет до 60%. В настоящее время существует несколько технологий утепления фасада:

- легкие штукатурные системы утепления;
- тяжелые штукатурные системы утепления;
- фасадные системы с колодцевой кладкой и трехслойные системы;
- вентилируемые конструкции фасадов;

- утепление пенополиуретаном;
- герметизация межпанельных швов.

Штукатурные системы

Легкие штукатурные системы утепления

Область применения легких и тяжелых штукатурных систем схожа. Однако легкие системы пользуются большей популярностью за счет более низкой стоимости.

Легкие штукатурные системы утепления фасадов представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из полимерцементного клея, теплоизоляции, армированного стеклотканью полимерцементного слоя и отделочного покрытия (штукатурка, краска). Среди преимуществ легких штукатурных систем утепления фасадов – использование современных экологически чистых материалов. Недостатком же является необходимость проведения «мокрых» работ.

Тяжелые штукатурные системы утепления

Системы тяжелого типа - это системы утепления фасадов с подвижными элементами крепления теплоизоляции и штукатурным слоем 20-30 мм (толщина слоев после утеплителя может достигать 50 мм). Особенностью тяжелых штукатурных систем утепления фасадов является раздельная работа стены и теплоизоляционного слоя. Таким образом, при изменении погодных условий в декоративном покрытии возникает меньше деформаций. К достоинствам тяжелых штукатурных систем утепления можно отнести менее жесткие требования к ровности основания и к плотности применяемого утеплителя. [67]

Эти два способа утепления принято называть - «мокрыми». Появились эти системы утепления фасада в России более десяти лет назад и уже успели завоевать большую популярность. Это обусловлено относительно невысокой ценой (по сравнению с навесными фасадами), и значительным количеством достоинств:

- возможность индивидуального цветового и фактурного решения,
- возможность утепления откосов,
- незначительная трудоемкость выполнения работ,
- возможность дальнейшего обновления фасада дома,
- неограниченная возможность архитектурных решений,
- сравнительно невысокая себестоимость.

«Мокрые» фасады можно монтировать на различные поверхности: монолитный и сборный бетон, ячеистый бетон, кирпичи, фанеру, ОСП, ДСП, нецилиндровый брус и т.д. На современном строительном рынке существует множество систем утепления фасада таких как- «БИРСС», «Тех-Color», «CERESIT», «Kreisel», «Vaucolor». Каждая из систем имеет свои преимущества и отличаются только компонентами системы-видом утеплителя (пенополистирол, минераловатная плита), клеевым составом, сеткой, декоративными свойствами штукатурки. Выбор системы всегда остается за клиентом, наши специалисты могут дать консультацию и подобрать именно то, что больше всего подходит Вашему зданию.

Этапы выполнения работ по утеплению фасада с использованием штукатурки

- Подготовка поверхности. Обязательно сбить старую рыхлую отделку, удалить плесень, грибок, растительность. Демонтировать навесный конструкции. При значительных неровностях стен их необходимо также подготовить - сбить выступающие части, сровнять штукатурно-реставрационной смесью ямы и заделать отверстия. Сильно впитывающие, пыльные и крошащиеся основания очистить механическим способом, вымыть, и после просушки прогрунтовать грунтовкой глубокого проникновения.
- Монтаж костылей оконных сливов и цокольных планок.
- Приклеивание плит термоизоляции и их крепление с помощью анкеров. Для утепления используются специальные фасадные теплоизоляционные плиты (50x100). Клеевой раствор наносить «ленточно-точечным методом».

Теплоизоляционные плиты приклеиваются к несущим основаниям, плотно прилегая друг к другу. В рядах плиты устанавливаются «вразбежку».

На углы проемов фасада наклеиваются специальные полоски армирующей стеклосетки это дополнительно укрепляет углы и препятствует образованию на них трещин.

- Защита углов и откосов перфорированными алюминиевыми уголками.
- Армирование поверхностей стеклосеткой, утопленной в слое клеевого состава.
- Нанесение выравнивающего слоя клея, либо водоотталкивающей штукатурки.
- Декоративная отделка фасада — покраска либо нанесение декоративно-отделочной штукатурки.

Фасадные системы с колодцевой кладкой и трехслойные системы

В фасадных системах с колодцевой кладкой утеплитель располагается внутри ограждающих конструкций. Рассмотрим послойно эту систему утепления - первый слой это сама несущая стена, второй слой - утеплитель, третий, лицевой слой - это керамический, силикатный или клинкерный кирпич.

Такие фасадные системы представляют облегченные конструкции. Они относительно недороги, но имеют существенный недостаток - конденсируют влагу внутри конструкции.

Вентилируемые конструкции фасадов

Навесные вентилируемые фасады похожи на колодцевую кладку с воздушным зазором, но вместо устройства наружной стены применяются облицовочные материалы. [67]

Вентилируемый фасад состоит из слоя утеплителя, примыкающего к несущей стене, пароизоляции, крепёжной подсистемы и декоративной наружной части.

Сохраняет тепло такая система благодаря воздушному зазору между утеплителем и панелями, этот зазор обеспечивает вертикальный поток воздуха и удаление влаги, поступающей из атмосферы и массива стены.

Преимущества навесного вентилируемого фасада:

- возможность выравнивать неровности стены,
- длительный безремонтный срок эксплуатации,
- возможность проводить монтаж в зимнее время

Недостаток всего один: система вентилируемых фасадов — достаточно дорогое удовольствие. Наиболее дорогостоящая часть вентилируемого фасада — облицовка, стоимость которой составляет до 70% стоимости всей системы.

Утепление пенополиуретаном.

Процесс утепления пенополиуретаном занимает на много меньше времени и позволяет теплоизолировать конструкции любой конфигурации и сложности. Стоит так же отметить такие положительные свойства пенополиуретана, как акустическая изоляция, устойчивость к воздействию таких сред, как бензин, животные и растительные жиры, дизтопливо.

Так же напыление пенополиуретана широко применяется в строительстве для теплоизоляции: трубопроводов, тепло-водоснабжения, а также криогенных трубопроводов, подвалов, потолков, стен, крыш, мансард, жилых и промышленных сооружений, резервуаров.

Как и все утеплители пенополиуретан имеет определенные особенности использования. Которые однозначно относить к недостаткам их не стоит, так как есть конструктивные способы их нейтрализации.

Пенополиуретановая «скорлупа» может сократить свой срок службы под воздействием ультрафиолетовых лучей. Это не так опасно внутри помещений, где нет прямого доступа солнечного света. На открытых пространствах этого дефекта можно избежать, если пенополиуретановую поверхность окрасить, или покрыть специальным составом.

Не всякие погодные условия подойдут для проведения работ по утеплению фасадов этим способом. Неприемлемы отрицательные температуры, атмосферные осадки, не возможна работа при высокой влажности воздуха. Однако, большой опыт проведения разного рода строительных и реставрационных позволяет подстроиться и под погодные условия. Заказчику, так же следует знать, что перевозка этого оборудования и материала требует минимум газели. А в холодный период - термокунга. [68]

Тем не менее, утепление пенополиуретаном - экономически выгодное и технически правильное решение в любой области строительной теплоизоляции.

Вывод к главе III

В целом реконструкция наружных стен охватывает утепление глухой части ограждающей конструкции, утепление откосов и замену окон и балконных дверей. Сборный вариант утепления требует применения деревянного или легкого металлического каркаса, прикрепленного к стене и служащего для навески на отnose облицовочных плит. Зазор между облицовкой и стеной заполняется утеплителем.

Выводы и рекомендации:

1. Проведенный анализ последствий сильных землетрясений еще раз выявил существенное влияние грунтовых условий, особенностей конструктивных решений и качества производства работ на сейсмическую реакцию зданий и других сооружений. Это диктует необходимость тщательного анализа площадки строительства, принимаемых проектных решений, условий распространения сейсмических волн, так как при комплексном учете реальных условий строительства степень повреждения объектов во время землетрясений может быть существенно снижена.
2. Одной из основных проблем конструирования сейсмостойких зданий следует считать проблему повышения сейсмостойкости кирпичных зданий.
3. В 8 и 9-ти бальной сейсмической зоне кирпичные здания можно строить не выше 4-х этажей с комплексной конструкцией.
4. Строительство зданий высотой восемь и более этажей в сейсмических районах требует применения специальных конструкций обладающих малым собственным весом и динамическими свойствами, в наибольшей степени соответствующими условиями сейсмостойкости.
5. Выявленная высокая сопротивляемость крупнопанельных зданий сейсмическим воздействиям обусловлена особенностями их конструктивной системы и способностью к интенсивному рассеиванию сейсмической энергии за счет

неупругого деформирования и податливости стыковых соединений.

6. Предложенный практический метод расчета позволяет на стадии проектирования учесть особенности их неупругой работы при сейсмических воздействиях.
7. Строительство в сейсмических районах связано с дополнительными затратами на обеспечение сейсмостойких зданий и инженерных сетей.
8. На сегодняшний день все большее предпочтение для энергосбережения отдается системам наружного утепления .
9. Вопрос об утеплении фасада встает при возведении нового жилья, а также при эксплуатации ранее построенного, ведь потери тепла через стены здания составляет до 60%. В настоящее время существует несколько технологий утепления фасада.
10. При значительных масштабах или сплошном утеплении предпочтительно расположение теплоизоляции по наружной поверхности стены. Такое решение более трудоемко и менее технологично, но обеспечивает лучший теплотехнический режим ограждающей конструкции, поскольку большая часть сечения стены находится в зоне положительных температур и меньше накапливает влагу.

Список использованной литературы

Нормативно – правовые документы:

1. Закон Республики Узбекистан «О рациональном использовании энергии» от 25 апреля 1997 года, № 412-І.
2. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития в 2013 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2014 год / Газета: Вечерний Ташкент, от 20 января 2014года.
3. Указ Президента Республики Узбекистан И. Каримова „О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии” определяет важность и перспективность использования для нашей страны возобновляемых источников энергии. 1 марта 2013 года.
4. Доклад Президента Республики Узбекистан И. Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященного итогам социально-экономического развития страны в 2011году. (газета«Народное слово»)
5. КМК 2.01.01-94 Климатические и физико – геологические данные для проектирования / Госархитектстрой РУз – Тошкент, АQATM, 1994-28с.
6. КМК 2.01.04-97* Строительная теплотехника / Госархитектстрой РУз – Тошкент, АQATM, 2011-98с.
7. КМК 2.01.18-2000* Нормативы расхода энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий и сооружений / Госархитектстрой РУз – Тошкент, ИВЦ АQATM, 2011-40с.
8. Anderson B. The Solar Home Book: Heating, Cooling and Designing with the Sun.Harrisville, USA, 1979.
9. Аюпджанян В.А. Проблемы проектирования жилых домов с системами солнечного энергообеспечения (на примере Узбекистана). Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. М., 1979.\
10. К.С. Завриев, Г.Н. Карцивадзе, А.Г.Назаров «Руководство по проектированию сейсмостойких зданий и сооружений»

11. Андерсон Б. Солнечная энергия (Основы строительного проектирования)/ пер. с англ.- М.: Стройиздат, 1982.- 375 с.
12. Беляев В.С. Степанова В.Э. «Об использовании альтернативных источников энергии». Жилищное строительство. М.4/2005
13. Беляев В.С., Хохлова Л.П. «Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий» М. «Высшая школа»,1991.
14. Богусловский Л.Д. «Экономия теплоты в жилых зданиях», Стройиздат, М., 1985.
15. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. М.,Госстройиздат,1962.
16. Housner G.W. Earthquake Resistant Design Based on Dynamic Properties of Earthquakes.Journal of the American Concrete Institute,July,1956. Vol.28.I
17. Gteinbrugge K.V., Moran D.F. An Engineerin Study of the Eureka,California, Earthquake of December 21,1954. Bull of the Seismolvigical Sos.of America,Vol.47,2,1957
18. Пильдиш М. Я., Поляков С. В. Каменные и армокаменные конструкции зданий. М., Госстройиздат,1955.
19. Лейдерман. Ю. Р., Рассказовский В. Т. О частотах и формах свободных колебаний консольного стержня переменного сечения. Доклады АН УзССР.№6,1954
20. The Fukui Earthquake,Hokuriku Region, Japan,28 June, 1948.Tokyo, 1949.
21. Инструкция по расчёту сечений элементов железобетонных конструкций.(И123-55) М., Госстройиздат, 1956
22. Корчинский И.Л. Расчёт сооружений на сейсмические воздействия. М.,Госстройиздат ,1954
23. Корчинский И.Л., Поляков С. В., Быховский В. А., Дузинкевич С. Ю., Павлык В. С. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. М., Госстройиздат ,1961
24. Цшохер В. О., Быховский В. А. Антисейсмическое строительство. М.,1937
25. Завриев К. С. Сейсмостойкость инженерных сооружений.Труды закавказского института сооружений. Вып,III. Тифлис,1931
26. Пильдиш М.Я. вопросы сейсмостойкого строительства.М.- Л.,Стройиздат ,1950
27. Пильдиш М. Я., Бирюков В. В. Конструкция зданий для сейсмических районов. Изд. АН УзССР. Ташкент,1953
28. Оразымбетов. Н.О., Сердюков М. М., Шанин С.А.Ашхабадское землетрясение 1948г.М.,Госстройиздат 1960

29. Бухвостов Н. В. Анализ деформаций здания при землетрясениях на основе современных методов расчёта строительных конструкций и сейсмостойкость. Бюллетень Совета по сейсмологии АН СССР, №3 М., 1957.
30. Гольденблад И.И., Николаенко Н. А. Расчёт конструкций на действие сейсмических и импульсивных сил. М., Госстройиздат 1961.
31. Николаенко Н. А. Динамика и сейсмостойкость конструкций, несущих резервуары. М., Госстройиздат, 1963
32. Завриев К. С. Динамика сооружений. М., Трансдориздат, 1946
33. Корчинский И. Л. Влияния протяжённости в плане зданий на величину возникающей в нём сейсмической нагрузки. Сейсмостойкость промышленных зданий и сооружений. М., Госстройиздат 1962
34. Багдавадзе В. А. интенсивность сейсмической инерционной нагрузки, определённая вероятным методом с учётом протяжённости сооружения. « Сейсмостойкость сооружений». Тбилиси, изд-во (Мецниереба), 1965
35. Уразбаев М. Т. Сейсмостойкость упругих и гидроупругих систем. Изд. (Фан) УзССР Ташкент. 1966
36. Федорков Т. В. О затухании собственных колебаний систем со многими степенями свободы. Труды МИИТ, вып. 76, 1952
37. Гантмахер Ф. Р., Крейн М. Г. Осцилляционные матрицы и ядра и малые колебания механических систем. М.-Л., Гостехиздат, 1950
38. Лейдерман Ю. Р., Рассказовский В. Т. О начальных условиях движения механических систем при действии сейсмических сил. Известия АН УзССР, серия технических наук, №1, Ташкент, 1957.
39. Бакрадзе Е.И., Меликян А.А., Олишария А. В., Туркеншанишвили О. А. Построение спектральных кривых динамического коэффициента сейсмической силы по сейсмограммам землетрясения Кавказа. Изд-во (Мецниереба), Тбилиси, 1965.
40. Biot M.A. A Mechanical Analyser for the Prediction of Earthquake Stresses. Bull of the Seismological Soc. Of America, 1940
41. Biot M.A. Analitical and Experimental Methods in Engineering seismology. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 1943. Transactions 108
42. Рассказовский В. Т. Методы расчёта сооружений на сейсмические воздействия. (Юбилейная научная сессия, посвящённая Великой Октябрьской социалистической революции). Изд. АН УзССР, Ташкент, 1956

43. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах (КМК 2.01.03-96)
44. Барштейн М. Ф. Приложения вероятностных методов к расчёту сооружений на сейсмические воздействия. Строительная механика расчёт сооружения, 2, М., Госстройиздат, 1960.
45. Housner G.W. Properties of Strong Ground Motion Earthquakes. Bull of the Seismological Soc. Of America, vol.45,3. July 1955
46. Thomson W. T. Spectral Aspect of Earthquakes. Bull of the Seismological Soc. Of America, vol.49,1. January, 1959
47. Гольденблад И. И. О возможности построения стохастической теории сейсмостойкости. Сб «Методы расчёта зданий и сооружений на сейсмостойкость». М., Госстройиздат 1958.
48. Болотин В. В. Статистические методы в строительной механике. М., 1965.
49. Рассказовский В. Т. Колебания гибких сооружений, вызванные действием кратковременных инерционных нагрузок. Ташкент, Известие АНУзССР, №6, 1956
50. Рабинович М. И. Основы динамического расчёта сооружений на действие мгновенных или кратковременных сил. М.-Л., 1945
51. Назаров А. Г. Сейсмические толчки и удары и их действия на сооружения. Изд АН Грузинской ССР. Труды бюро антисейсмического строительства. Тбилиси, 1945
52. Тищенко В. Г. К вопросу о действии на элементы конструкции нагрузок большой интенсивности, длящихся короткий промежуток времени. Труды сейсмологического ин-та АН СССР №117, М.-Л., 1945.
53. Кабулов В. К. Интегральные уравнения типа баланса. Изд. АНУзССР, 1961, Ташкент
54. Медведев С. В. Ускорение колебаний грунта при сильных землетрясениях. Труды института физики Земли. Вопросы инженерной сейсмологии, вып.3. Изд. АН СССР. М., 1960
55. Медведев С.В. Корф М. Г. материалы для экспериментального проектирования и технических исследований сейсмостойких сооружений. Вып. 1. Таблицы ускорений грунта прошедших землетрясений интенсивностью 7 и 8 баллов. Издание Гипротис, М., 1961
56. Напетваридзе Ш. Г. Сейсмостойкость гидротехнических сооружений. М., Стройиздат, 1959

57. Нечаев В. А. Онарямировании сейсмостойкого строительства. Сб.(Строительство в сейсмических районах). М., Госстройиздат 1957.
58. Деркачев А. А. Об определении расчётных значений сейсмических сил. Сборник статей по сейсмостойкому строительству. Изд. АН Таджикской ССР.1960
59. Hisada N. M. Design and Analysis of Tall Tapered Reinforced Concrete Chimneys Subjected to Earthquakes. Proceedings of the World conference of Earthquake Engineering. Berkly, California, June, 1956.
60. Мартемьянов А. И., Широва З. Х. О спектральной кривой для расчёта выступающих элементов сооружений на вертикальную составляющую сейсмического воздействия. Доклады АН УзССР, №1, 1967.
61. Мартемьянов А. И., Широва З. Х. О расчёте выступающих конструкций на вертикальные сейсмические силы. « Строительство и архитектура Узбекистана», №8, 1966.
62. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. М., Издательство «Наука», 1964
63. Рассказовский В. Т. Определение сейсмических воздействий на железобетонный цилиндрический силос с гибкими опорами. Доклады АН УзССР, №2, 1961.
64. Гипсовые материалы и изделия (справочник) под ред. А. В.Феронской-М: Ассоциация строительных вузов:2004-488с
65. Журавлёв И. П. Облицовщик, Мастер отделочных строительных работ. Ростов н/д; Феникс, 2000-320с.
66. Отделочные и строительные работы; учебник [А. А. Ивлиев, А.А. Калыгин, О. М. Скок], - М.,:Профобриздат, 2000, -488с
67. Филимонов Б. П.; отделочные работы, современные материалы и новые технологии; учеб. Пособия. Б. П. Филимонов-М: Ассоциация строительных вузов, 2004-176с
68. В. А. Елизарова; Технология монтажа каркасно-обшивных конструкций М; Издательский центр « Академия» , 2012-181с.
69. Захидов М.М. Исследование влияния элементов системы солнечного теплоснабжения на объёмно-планировочные решения сельских малоэтажных жилых зданий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. М., 1982. Стр-133.
70. Захидов М.М. Норов Н.Н. Перспективы использования пассивной технологии солнечного отопления в Узбекистане. Тезисы Всемирной научно-практической конференции «Современное состояние архитектурной физики, проблемы и задачи на будущее», Т., 2011.

71. Захидов М.М. Солнечный дом -дом будущего «Народное слово» от 21 января 2011г.
72. Захидов М.М. Энергоэкономичное здание с использованием пассивной технологии солнечного отопления, «ГЕЛИОТЕХНИКА» №2 2007г.
73. Иванов Г.С. и др. Энергосбережение при реставрации и капремонте зданий. М. Жилищное строительство. 1/2002.
74. Лицкевич В.К., Конова Л.И. «Учет местных климатических условий в архитектурном проектировании жилища», М., 1975. Стр-48.
75. Мак-Вейг Д. «Применение солнечной энергии», (пер. с англ.) «Энергоиздат» М., 1981г.
76. Махкамов А.А. «Сельские жилые дома юга страны», Стройиздат, М., 1984.
77. Селиванов Н.П. и др. Энергоактивные здания. М. Стройиздат, 1988.
78. Солдатов Е., Азизов П. «Архитектурно-строительные средства повышения тепловой эффективности гражданских зданий» Ташкент, 1994.
79. Строительные санитарно-гигиенические нормативы жилища (обзор) /М.С.Горомосов, В.К.Лицкевич – ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1975-48 с.
80. США: Возобновляемая энергетика - путь к энергетической безопасности, Журнал "Чистая энергия", №3 2006г.
81. Терной С., Бекл Л. и др. «Проектирование энергоэкономичных общественных зданий», Стройиздат, М., 1990.
82. Щипачева Е.В. К методике определения параметров климата по территории Республики Узбекистан //Вестник ТашИИТ, -Ташкент, - 2007 г.- № 3 / 4 .- С. 13 – 19.
83. Щипачева Е.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА ,*Учебное пособие для студентов магистратуры по специальности 5А340201 «Строительство зданий и сооружений»*
84. Экономия энергии при застройке городов/ Под ред. Р.Кортни; Сокр. Пер. с англ. А.С.Гусева и др./ Под ред. Э.В.Сарнацкого, - М.: Стройиздат.- 1983.- 520 с.
85. Progress in Solar Energy, Passive Systems Division, vol. 6, 1986, New York, American Solar Energy Society

86. Алиев Г. А. К вопросу создания теории сейсмостойкости монолитных сооружений. Труды Аз.НИИ стройматериалов и сооружений им. Дадашева, т IV, Баку, 1949.
87. Амасян Р. О., Назаров А. Г. К стохастической теории сейсмостойкости.
88. Бакрадзе Е. И. Экспериментальные данные по измерению периодов колебаний зданий. В сб.: «Исследования по сейсмостойкости зданий и сооружений». Госстройиздат, 1961.
89. Е.И.Беленя, Н.Н.Стрелецкий «Металлические конструкции» Специальный курс. Москва Стройиздат 1991
90. Баркан Д. Д. Динамика оснований и фундаментов. Стройвоенмориздат, 1948,
91. Барштейн М. Ф. Приложение вероятностных методов к расчёту сооружений на сейсмические воздействия. «Строительная механика и расчёт сооружений», 1961, №2.
92. Бергиев Б. Б. Сейсмические силы и деформации в процессе землетрясений, вычисление с помощью электронных машин. Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР, 1963, №14,
93. Бергиев Б. Б., Дергачёв А. А. Некоторые вопросы расчёта сооружений по фактическим акселерограммам землетрясений. Доклады АН Тадж. ССР, т. VII, №8, 1964,
94. Болотин В. В., Гольденблат И. И., Смирнов А. Ф. Современные проблемы строительной механики. Стройиздат, 1964.
Болотин В. В. Применение статистических методов для оценки прочности конструкций при сейсмических воздействиях, «Инженерный сборник», Изд. АН СССР, №25, 1959,
95. Быховский В. А. Экспериментальное исследование сейсмостойкости зданий и сооружений. Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР, 1952, №3.
96. Быховский В. А., Гольденблат И. И. К вопросу о надёжности и оптимальности сейсмостойкого строительства. В сб.: «Сейсмостойкость зданий и сооружений», Стройиздат, 1967,
97. Гольденблат И. И. Перспективы развития теории сейсмостойкости. В сб.: «Снижение стоимости и улучшение качества сейсмостойкого строительства». Госстройиздат. 1957,
98. Гольденблат И. И., Быховский В. А. Актуальные вопросы сейсмостойкого строительства. В сб.: «Строительство в сейсмических районах». Госстройиздат, 1957,

99. Гольденблат И. И., Быховский В. А. О развитии методов расчёта сооружений на сейсмостойкость. В сб.: «Методы расчёта зданий и сооружений на сейсмостойкость». Госстройиздат, 1958,
 100. Деркачёв А. А. Сейсмические нагрузки и их нормирование. Труды Ин-та сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Тадж. ССР, т. XI, Душамбе, 1962,
 101. Джамбуа Ш. А., Чураян А. Л., Лордкипанидзе Р. С. Разрушение построек при Чаткальском землетрясении. Тбилиси, Изд. АН Груз. ССР, 1949,
 102. Егунов В. К. Расчёт зданий на прочность, устойчивости и колебания. Киев, Изд. «Будівельник», 1965
 103. Завриев К. С., Назаров А. Г. Теория сейсмостойкости. Сб. «Сейсмостойкость сооружений», Труды ТНИСГЭИ, вып. XXVIII, Тбилиси. 1937,
 104. Зенкевич О. К. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975
 105. Зенкевич О. К., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. – М.: Мир, 1986,
 106. Инструкция по определению сейсмической нагрузки для зданий и сооружений. Госстройиздат. 1962,
 107. В.А.Ржевский «Сейсмостойкость зданий в условиях сильных землетрясений» Издательство «ФАН», Ташкент 1990г.
 108. Синтезированные акселерограммы сейсмических воздействий для выполнения динамических расчетов при проектировании зданий и сооружений на территории г.Ташкента. Институт сейсмологии АН РУ 1998г.
 109. Watson D., Design and Building a Solar Home. Charlotte, USA, 1978.
 110. Zakhidov M.M. Energy Efficient Building with the Use of Passiv Solar Heating Technjlygy «APPLIED SOLAR ENERGY» vol 43, Number 2 April-June
- Статьи из научных журналов:**
111. Аскарлова А. За скандинавским опытом в области энергоэффективного строительства // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2010 – № 5, 6 – С. 50.

112. Ахмедов С.И. и др. О методике проектирования ограждающих конструкций энергоэффективных зданий // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2009 – № 5 – С. 36-37.
113. Гибсон С. Теплоизоляция – что выбрать? // Дом – Москва, 2014 - № 1 – С. 18-23.
114. Изамова И. Энергосберегающие здания в рамках нового проекта ПРООН в Узбекистане // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2010 – № 2 – С. 38.
115. Кучкаров Р. Вопросы повышения энергоэффективности 3-х, 4-х и 5-ти комнатных сельских жилых домов, проектируемых с применением новых нормативных документов // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2013 – № 4, 5, 6 – С. 38-42.
116. Кучкаров Р. Результаты анализа и сравнения переработанных нормативных документов (КМК, ШНК) с целью повышения энергоэффективности зданий // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2011 – № 6 – С. 47-50.
117. Кучкаров Р. Применение энергоэффективных технических решений в экспериментальных демонстрационных объектах // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2012 – № 5, 6 – С. 50-52.
118. Маракаев Р.Ю. Передача тепла через ограждающие конструкции и их теплофизический расчет на энергоэффективность: «ТАСИ».
119. Маракаев Р.Ю., Ходжаев Ш.Х. Эффективность двух способов защиты покрытий зданий от перегрева // Архитектура – курилиш фани ва давр: XXIII анъанавий конференция материаллари – Тошкент, 2014 - № 2 – С. 135-137.
120. Усмонов К. Время поговорить о результатах – проект «Повышения энергоэффективности в общественных зданиях»

набирает обороты // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2010 – № 5,6 – С. 46-47.

121. Ходжаев С.А. и др. Концептуальные аспекты и нормативно – методологические подходы к созданию системы сертификации зданий по энергоэффективности // Архитектура и строительство Узбекистана – Ташкент, 2012 – № 3, 4 – С. 69-72.

122. Интернет:

123. <http://www.stroyka.uz> (Строительный портал Узбекистана).
124. <http://www.masterok.uz> (Строительство в Узбекистане).
125. <http://www.rsustroy-servis.ru> (Стройсервис).
126. <http://www.abok.ru> (Некоммерческое партнерство инженеров по строительной теплофизике).
127. <http://www.meteo.uz> (Центр гидрометеорологической службы при Кабинете Министров РУз).
128. <http://www.pogodaiklimat.ru> (Погода и климат).
129. <http://www.wikipedia.org> (Википедия).
130. <http://www.meteonovosti.ru> (Метеоновости).
131. <http://www.master-otoplenie.ru>
132. <http://www.promobud.ua>
133. <http://www.vsaduidoma.com>
134. <http://www.stroy38.ru>
135. <http://www.otoplenie-gird.ru>
136. <http://www.penoizol.zp.ua>
137. <http://www.teplo58.ru>