

Аварии жилых зданий ПевШепНа! ЫиНйшд ТаМигез
Книга "Аварии жилых зданий" является первой
попыткой в советской и зарубежной литературе
систематизировать и проанализировать причины аварий
жилых зданий. Рассматриваются повреждения и аварии
жилых индустриальных зданий в зависимости от
качества изготовления и монтажа конструкций,
совершенства проектных решений и уровня
нормативных характеристик. В книге анализируются
причины наиболее крупных аварий жилых
индустриальных зданий, происшедших в СССР и за
рубежом за последние 25 лет. На основе многолетних
испытаний и исследований жилых зданий описаны
неизвестные ранее закономерности в работе как
отдельных конструкций, так и всего здания в целом.
Автор утверждает, что аварии могли бы не произойти
если бы было обращено должное внимание на наиболее
"уязвимые" места, имеющиеся в каждой серии жилых
зданий. В жилых индустриальных зданиях имеются
неиспользованные возможности, так как практически
все жилые дома обрушились не в связи с исчерпанием
несущей способности конструкций, а в связи с потерей
устойчивости конструкций жилого дома. Книга
рассчитана на широкий круг инженерно-технических
работников, занятых изготовлением, монтажом,
проектированием и эксплуатацией жилых зданий. Тпе
Боок "ВезШепНа! ЫиМсМпд ^аПигез" 13 *пе Ягз* аиетр*
т 30V^e^ апс! т"оге1дп Н1ега1иге 1о 8уз*ета*12е апс1
апа1у8е *пе геазопз о^ гезМепНа! ЫиМсНпд {аМигез.
Апа1у8ей аге с!атаде8 апс1 ^аМигез о? гезМепНа!
ЫиМсЛпдз слез1дпес1 о* рге{аьпса1ес1 тетъегз *актд
т*о ассоиШ: . 1пе диаП*у о* зтгис*игез апс! *пе \л/ау
1пеу \л/еге егес*ес1, с!е8|дп сопсер*юп |тргоуетеп1:
апо* зрес|'Р|ес1 спагас*епз1:|С 1еуе1. Апа1узес1 аге
1:пе геазопз о? *пе тоз* зепоиз ^аМигез о* ргетаьп-

са*ес! гезМеп^а! ВиМсЛпдз т *Ъе 1155В апс! абгоаа"
йиппд 1пе 1аз1: 25уеаг8. Вазеа* оп тапу уеаг *ез*з апо*
з*ис!у от" гез1с1еп1|а1 ВиИсМпдз ргоу|с1ео! 15 а с!
езсг1р1|Оп о? р^еV^оизлу ипкпо\л/п гедьлагШез т 1Ъе
БепаV^ои^ о* 1пс!тс1иа1 з*гис1игез апо* *пе еп^ге
ВиМсНпд. Тпе ай*пог 15 о^ *Ъе ортюп гпа* ВиМсНпд
{аМигез сои И Вауе Бееп ауо\бед зпоик! опе рау с1ие
дие аНептлоп го *пе гтюз* '^Ыпегable" р1асез ауаМable
"т еVегу гез'|с1еп1'|а1 ВиМсНпд. Тпеге аге ип^аррео"
роззи ЪМИез *о |тргоуе 1Ъе зНиатЛоп 51 псе ргасйсану з
И гез1с1еп*1а1 ВиМсИпдз Ъаче соИарзео* с)ие Хо *пе
1озз от" з*гис*ига1 з1аЫН*у апс! пот. Бецаize о* *пе
1аск ш *Ъе Беаппд сарасИу о? *Ъе з*гис*игез. ТЪе Ъоок
15 тт.епйеа' тЪг епди пеегз апс! т.есптс1апз \л/по с!еа1
\л/Ип татЛасиге, егестлоп, с1ез|дп апс! орегаНоп от"
гез1с1еп*1а1 ВиМ- сИ пд\$ Москва М08СОЖ

ВВЕДЕНИЕ Непременное условие подъема жизненного уровня населения - дальнейшее улучшение жилищных условий. В Конституции СССР законодательно закреплено право советских граждан на жилище. В целях неуклонного соблюдения «того права в нашей стране усилена роль долгосрочного государственного планирования жилищного фонда и жилищного строительства исходя из роста населения страны, экономических возможностей общества и достижений научно-технического прогресса. В этой связи предусмотрена дальнейшая индустриализация строительства •• монтаж зданий из выполненных в заводских условиях изделий. В индустриализации и повышении экономичности жилищного строительства ведущая роль принадлежит крупнопанельному домостроению, ставшему в последние годы основным в государственном и кооперативном строительстве. В настоящее время в СССР действует более 640 предприятий крупнопанельного домостроения общей

мощностью более 60 млн м² общей площади в год. В целом по стране крупнопанельный метод обеспечивает более половины объема жилищного строительства, а во многих городах его доля превышает 76%. Наша страна - родина крупнопанельного домостроения. Вслед за нами • тот метод индустриального строительства стал основным и в большинстве европейских стран. Так, в государственном и кооперативном строительстве ЧСФР он составляет примерно 80%. Начиная с 1961 г. Дания, Норвегия, Франция, Швеция тоже перешли на индустриальное домостроение, а затем оно начало распространяться и по всему миру. Крупнопанельное домостроение позволило существенно уменьшить стоимость и трудоемкость строительства, значительно сократить сроки возведения полносборных зданий. Именно поэтому в нашей стране индустриальное домостроение стало главным техническим направлением развития жилищного строительства. Однако в этой книге речь пойдет не о достижениях индустриального жилищного строительства, не о достоинствах крупнопанельных зданий, а о недостатках, имеющих место при их строительстве, причем таких серьезных, которые приводят к недопустимым последствиям - повреждениям зданий еще в процессе строительства и даже к авариям, происходящим в индустриальном домостроении в результате неграмотности, неправильности, неточности, т.е. в результате низкого качества крупнопанельного домостроения. Авария (от итальянского *ауаг1а*, от арабского "авар") - его повреждение, ущерб, несчастный случай, крупная неудача. Частичные повреждения или обрушения зданий в процессе строительства, а также аварии происходили и происходят во всем мире, во всех странах. Меняются только причины и характер аварийных ситуаций. С развитием науки, с разработкой

новых конструкций и конструктивных систем зданий и сооружений возникают новые требования к их расчету, проектированию, изготовлению ■ монтажу. Возникают и новые, раньше не известные в практике строительства просчеты и ошибки и как следствие аварийные ситуации. Однако повреждения и обрушения зданий - это то, чего не должно быть вообще, что мы стремимся исключить из нашей строительной практики. Необходимо поставить прочный заслон всем нарушениям, всякой халатности, имеющим место при* выполнении строительно-монтажных работ. Эта задача сегодня стоит особенно З

ГЛАВА I. ОБРУШЕНИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ
ОБРУШЕНИЕ 5-ЭТАЖНОГО КРУПНОБЛОЧНОГО ДОМА СЕРИИ 1-435 В Г. ДОНЕЦКЕ В конце марта месяца 1960 г. температура наружного воздуха в г. Донецке стала положительной. Смонтированный на ленточном бутовом фундаменте 5-этажный 40-квартирный жилой дом начал потрескивать. Но потребовалось еще 23 дня для того, чтобы оттаял раствор бутовой кладки, уложенный на замораживание, и под действием нагрузки от смонтированного здания бутовый камень стал перемещаться в незасыпанные пазухи, чему способствовал уклон железобетонной подушки, на которую опирались ленточные фундаменты. В результате 15 апреля здание обрушилось {рис. 1). Жилой дом сооружался по типовому проекту серии 1-435-5 из крупных бетонных блоков. Строительные работы осуществляли два управления: фундаменты были выполнены СУ-3, а остальные работы - СУ-б. В нарушение существующих положений работы по объекту одним исполнителем другому не были переданы по акту. Кроме того, СУ-3 не передало исполнительных чертежей по устройству фундаментов, не предупредило об отступлениях от проекта. По

проекту фундаменты предусматривались сборные, из крупных бетонных блоков, укладываемых по монолитной железобетонной подушке. Фактически же они были выполнены из бутового, в основном рваного, камня, уложенного по такой подушке (рис. 2). Замену произвели без согласования с проектной организацией и заказчиком. Кладку выполнили способом замораживания. Бутовая кладка фундаментов из рваного камня должна была выполняться на цементных и сложных растворах не ниже марки 25 с добавкой хлористого кальция. Фактически кладка велась без использования химических добавок, ускоряющих процесс схватывания. Были нарушены также другие нормы и правила. Так, при раскопке (после разрушения здания) установлено, что ленточный железобетонный пояс фундамента на участке 30 м выполнен не горизонтально, как предусматривалось проектом, а с уклоном, достигающим до 40 см. Разрушение фундаментов и стен здания по всем продольным осям произошло именно на этом участке. Кроме того, же- б

Рис. 1. Обрушение 5-этажного крупноблочного до- } ма
серии 1-435 в г. Донецке Рис. 2. План ленточных
фундаментов крупноблочного дома в г. Донецке
ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА ПАЗУХ НЕ ПРОИЗВЕДЕНА /3) О) С/7)

лезобетонный пояс выполнялся без боковой опалубки, по конфигурации вскопанного котлована. В результате допущена несимметричность фундамента относительно оси стены на 25-- 40 см. Армирование выполнено некачественно, арматура местами оголена. Каменная кладка фундаментов недопустимо низкого качества: перевязка швов не соблюдена; пространство между двумя выложенными наружными верстами заполнено мелким камнем фракции до 100 мм и во многих местах даже без раствора. Не приняты меры по укреплению

фундаментов на период оттаивания кладки. В средней части здания пазухи фундаментов не были засыпаны грунтом. Технический надзор за строительством осуществлял представитель заказчика, который не только допустил перечисленные нарушения технических условий, но и подписал акт на скрытые работы, в котором было отмечено, что фундамент выполнен по проекту в соответствии с техническими условиями и разрешено производство последующих работ. Это ввело в заблуждение СУ-6, которое смонтировало наружные и внутренние стены из крупных блоков на всю высоту здания, перекрытия 1-го, 2-го и 3-го этажей, марши лестничных клеток, крупнопанельные перегородки между комнатами. Здание разрушилось вследствие уменьшения несущей способности фундаментов, что повлекло за собой постепенную осадку и деформацию несущих конструкций стен и перекрытий, а затем и разрушение. Неудовлетворительное состояние фундаментов и характер разрушения вызвали необходимость демонтажа оставшихся элементов здания, разборку фундаментов, усиления железобетонного пояса. После этого были заложены новые фундаменты из крупных блоков согласно проекту и повторно смонтирована наземная часть здания. Стоимость дополнительных работ составляла около 250 тыс. руб. Обрушение 5-этажного крупноблочного жилого здания в Донецке по причине оттаивания замороженного бутового ленточного фундамента позволило выявить влияние температуры грунта на оттаивание раствора в фундаменте.

Дата	Температура, °С	грунта	--,	воздуха	макс.	1 мин.	^	^	Дата	Температура, °С	_	Ш™	_	Г			
воз„УХ»	макс.		мин.		1нварь	3	6	9	-2	-2	0	-5	-9	-2	-4	-6	-1
Март	10	11	12	+3	+5	-И	-11	-10	-8	-6	-5	-3					

Продолжение табл. 1

Дата	12	15	18	21	24	27	30	Февраль																																
2	3	5	6	8	9	И	12	14	15	17	18	20	21	24	27	Март	2	3	4	5	6	7	8																	
9	Температура, грунта макс																																							
	-2	+2	+1	0	-2	+2	+2	-5	-2	-8	-6	-6	-6	+2	+1	+3	-5	+5	+2	+3	+2	+3	0	-5	+2	+2	+1	-5	-2											
0	+4 мин.																																							
	-8	-2	-9	-2	-10	-3	0	-19	-14	-19	-16	-29	-18	-5	-4	0	0	0	-2	-4	-1	-3	-20	-22	-16	-7	-8	-13	-18	-19	«С 1 воздуха									
	-6	+1	-2	-2	-9	+1	+1	-16	-И	-17	-15	-15	-13	-1	0	+4	+4	+4	+1	0	-2	0	+1	-14	-12	-8	-5	-8	-И	-14	-12	Дата	13	14	15	16	17			
•	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	, 30	31	Апрель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15*	Температура, °С грунта									
макс.	+6	+10	+13	44	+3	+1	+2	+9	+11	+10	+6	+17	+16	+17	+21	+22	+25	+27	+17	+16	+19	+10	+17	+22	+19	+20	+16	+10	+27	+20	+26	.+33	+34	+32	мин.	-7	-5	-3	-2	
	-2	-4	-10	-8	-5	-5	-4	-3	-4	-1	-2	-1	+2	+2	+3	+1	-3	-4	-5	-6	-6	-6	0	+8	+3	+1	-1	+1	-2	воздуха	-3	0	+1	-2	-1	-7	-5	-3	-1	0
0	+2	+1	+2	+5	+6	+9	+12	+7	+4	+2	0	0	+1	+1	+2	+4	+5	+7	+7	+10	+11	+11	+11	*Обрушение дома. Как видно из табл. 1, в период строительства имеют максимальное и минимальное значение температуры грунта. Даже при отрицательной температуре наружного воздуха возможно положительное значение температуры грунта. Сочетание положительных температур грунта и воздуха наступило 29 марта и продолжалось 4 сут., но этого оказалось недостаточным для полного оттаивания раствора в бутовом фундаменте. 9 апреля температура наружного воздуха поднялась до 6°С и в течение семи суток *гр и 'возд имели положительное значе-																

Рис. 3. Общий вид обрушения средней части дома из крупных бетонных блоков в г. Куйбышеве ние. На 7-е сутки произошло полное оттаивание раствора в фундаменте и в связи с тем, что пазухи фундаментов не были засыпаны грунтом, произошло смещение бутового камня по оттаявшему раствору, деформирование несущих конструкций, опирающих на фундамент, а затем и обрушение здания. Выводы. Оттаивание

замороженного раствора в бутовой кладке ленточных фундаментов, выполненных без перевязки швов, отсутствие заполнения грунтом пазух ленточного фундамента в средней части дома, выполнение монолитной железобетонной подушки, на которую укладывалась бутовая кладка с уклоном, достигающим до 40 см, вызвали смещение бутового камня по оттаявшему раствору, деформирование несущих конструкций, опирающихся на фундамент, и обрушение здания. ОБРУШЕНИЕ 5-ЭТАЖНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ДОМА СЕРИИ 1-447 В Г. КУЙБЫШЕВЕ В марте 1961 г. в г. Куйбышеве был зарегистрирован случай обрушения стен пятиэтажного дома серии 1-447-5. После устройства фундаментов по проекту была выполнена кирпичная кладка цоколя. Кирпичная кладка выкладывалась на замораживание, а затем по ней смонтировали 6 этажей 10

крупных керамзитобетонных блоков и начались работы по монтажу панелей кровли. После наступления плюсовой температуры наружного воздуха произошло оттаивание раствора кирпичной кладки цоколя» и как следствие — потеря ею несущей способности. Кирпичный цоколь был раздавлен и произошло обрушение средней части крупноблочного 5-этажного дома (рис. 3). Обрушение крупноблочного жилого дома при оттаивании раствора в кирпичной кладке явилось результатом нарушения требований при производстве работ в зимний период времени. При выполнении кирпичной кладки особенно в нижних наиболее загруженных этажах в зданиях, монтируемых из сборных конструкций, следует обязательно добавлять в раствор противоморозные добавки и определять несущую способность кирпичной кладки на момент оттаивания раствора в швах. При проведении этих мероприятий, очевидно, не произошло бы указанное

выше обрушение крупноблочного здания. ОБРУШЕНИЕ 5-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМА СЕРИИ 1-468 В Г. СВЕРДЛОВСКЕ Морозы в Свердловске в январе—марте 1966 г. доходили до 30°C, однако работы по монтажу 5-этажного крупнопанельного дома не прерывались.

Таблица 2
Время монтажа
Температура
Время
наружного монтажа воздуха, °C
Температура
наружного воздуха, °C
Январь 1 5 10 15 20 25 30 31
Февраль 1 •5 10 15 20 25 -7,6 -9,5 -13,6 -29,8 -11,5 -7,6
-21,2 -22,4 -16,9 -26,7 -16,0 -15,0 -6,2 -11,1
Март 1 5 10 15 20 25 26 27 28 29 30» -25,0 -9,6 -5,5 -4,0 -4,8 -2,9 -4,1
+2,6 +4,0 +2,9 +2,6 #Обрушение конструкций. 11

7,5 150*60т 0,000 | ч|7~ -0,200 | Рис. 4. Узел опирания плит перекрытий па поперечные цокольные панели 1 - плита перекрытия; 2 - участки монолитного бетона 27 марта 1966 г. наступила положительная температура наружного воздуха (табл. 2). Началось оттаивание замороженного бетона и раствора. Потребовалось четверо суток с положительной температурой воздуха и 30 марта крупнопанельный жилой дом рухнул. Так как в этом жилом доме предполагалось на первом этаже разместить магазин, то потребовалось увеличить высоту помещений. Как известно, высота помещений в жилом крупнопанельном доме унифицированная и в то время равнялась 2,7 м, а высота помещений в магазине должна была быть не менее 3,5 м, для чего было решено опустить плиты перекрытий в магазине на 85 см по сравнению с перекрытиями первого этажа жилой части здания (рис. 4). В связи с переносом плит перекрытий в платформенном стыке образовались штрабы, которые следовало заполнить тяжелым бетоном. Однако нижнюю штрабу заделали кирпичом, а верхнюю забили бетоном с последующим его электропрогревом. Фактическую прочность бетона после электропрогрева не проверяли. Монтаж

конструкций здания произвели способом замораживания. Весной оттаял раствор в горизонтальных и вертикальных швах и бетон в штрабе. Поскольку бетон в штрабе не 12

Рис. 5. Обрушение 6-этажного крупнопанельного дома в г. Свердловске был достаточно прогрет и не набрал требуемой прочности, то он был раздавлен нагрузкой от вышележащих этажей и вся часть здания, расположенная между осями 2 и 4 обрушилась' (рис. 5). Нижняя штраба, выполненная в кирпиче на растворе, оказалась достаточно прочной и не разрушилась, так как находилась в грунте и раствор кирпичной кладки нижней штрабы не успел оттаять полностью. Причиной аварии крупнопанельного здания явилось оттаивание замороженного бетона и разрушение горизонтальной штрабы. Вывод. Оттаивание раствора в горизонтальных и вертикальных швах по всем этажам крупнопанельного дома, а также горизонтальной штрабы верхнего узла, образовавшегося в связи с переносом панелей перекрытий; недостаточная прочность бетона в штрабе, прогретого электропрогревом вызвали увеличение эксцентриситета от нагрузки от поперечной несущей стеновой панели первого этажа, опирающейся на оттаявший бетон в штрабе, и как следствие потерю устойчивости и обрушение. Вслед за несущей панелью первого этажа обрушились конструкции всех пяти этажей дома. 13

ОБРУШЕНИЕ ЧАСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ ШКОЛЫ В ИСТРИНСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
14 марта 1972 г. в поселке Глебовской птицефабрики Истринского района Московской обл. произошло обрушение части крупнопанельного 4-этажного корпуса школы. Все здание состоит из трех корпусов -- двух 2-этажных (Б и В) размерами в плане соответственно

26,8x12,8 и 80x12 м и 4-этажного (А) размером 76,8x12 м, часть которого, длиной 32 м, обрушилась. Серия проекта 2с-02-467А-3 разработана КБ по железобетону Госстроя РСФСР. Несущими конструкциями корпуса А являются поперечные стены толщиной 16 см и ригели, расположенные в основном через 7,2 м (рис. 6). На несущие стены через ригели опираются многопустотные плиты перекрытий. Опираемые панели на ригели осуществляется в виде платформенного стыка. Торцы многопустотных плит должны заполняться бетоном класса В25. Несущими конструкциями в осях 1-9 и 20-26 служат железобетонные колонны высотой в два этажа и балки пролетом 12 м, на которые уложены многопустотные плиты перекрытий. Наружные продольные стены — ленточной разрезки, самонесущие, из ячеистого бетона класса В3, б, толщиной 30 см. Торцовые стены — двухслойные, с внутренним слоем из тяжелого бетона класса В15 и наружным — из ячеистого бетона. Поперечная жесткость корпуса А обеспечивается поперечными стенами в сочетании с ригелями и опирающимися на них перекрытиями, а продольная жесткость — продольными стенами двух лестничных клеток и санузлов, расположенных между поперечными стенами по осям Н и Л, за счет заделки в них на 50 мм поперечных стен и соединения наружных стен с перекрытием. Обследование показало, что основание здания не имело неравномерных осадок, а фундаменты — повреждений. Строительство нулевого цикла было закончено к концу декабря 1971 г. Монтаж здания производился в зимних условиях при устойчивых морозах, доходивших до -18°С (табл. 3). В полдень 14 марта 1972 г. после потепления произошло внезапное обрушение части 4-этажного корпуса школы, ограниченной в плане осями 1-11 и Л--Н, на полную его высоту. Размеры обрушившейся части здания составили

по длине 32 и по ширине 12 м, площадь обрушившейся части около 380 м² (рис. 7). На строительстве в это время производились в основном внутренние работы по замоноличиванию стыков верхних эта- 14

Таблица 3 Время монтажа Средняя температура наружного воздуха, °С днем | ночью Декабрь 1971 г. Январь 1972 г. Февраль Март 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14* 15 -5,1 -12,7 -4,1 -0,8 -1,7 -1,9 -1,6 -2,2 -2,5 -1,7 -1,2 -1,4 -11,1 -10,3 -5,5 0 +6,7 +5,8 -5,9 -15,7 -9,2 -3,2 -2,8 -2,9 -11,2 -15,0 -14,3 -14,7 -13,7 -13,1 -11,1 -18,0 -16,4 -4,9 +3,2 -1,0 •Обрушение здания. жей и по указанию авторского надзора проводилась подготовка к усилению опорных узлов панелей поперечных стен в первом этаже. Завал конструкций, образовавшийся после обрушения части корпуса А, находился в основном внутри периметра его наружных стен. Только панели наружных стен нижнего этажа и части второго опрокинулись наружу за линии осей 19 Л и Н на 2—4 м. Панели верхних этажей этих стен упали внутрь здания. К моменту обрушения не были замоноличены вертикальные швы между наружными продольными и несущими поперечными стенами, что не позволило наружным стенам обеспечить продольную жесткость здания. Кроме того, перекрытия, опирающиеся на торцовые несущие стены, не были к ним приварены, а зазор между перекрытиями и верхом паза этих стен не был заделан бетоном. В целом монтажные работы отличались очень низким качеством: толстые швы, многочисленные закладки кирпичом, металлические подкладки, некачественное замоноличивание вертикальных швов или вообще отсутствие такового и т.п. (рис. 8). 15

Рис. в. План здания школы и разрез 1 -■ несущая поперечная панель; 2 - несущая панель; 3 - плита

перекрытия; 4 -- ригель; 5 -- наружная стеновая панель
Рис/7. Вид обрушенного здания школы

Рис. 8. Закладка кирпичом между внутренними стеновыми панелями Низкое качество монтажа вызвано в известной мере тем» что изделия имели большие отклонения от проектных размеров: разница по высоте панелей поперечных стен доходила до 40 мм, плиты перекрытий имели разную толщину (22-24 см), закладные детали утоплены на 3-4 см, что не позволило качественно выполнить монтажные узлы и т.д. Непосредственной причиной обрушения явилось оттаивание раствора в нижних швах южной торцовой стены корпуса А. Аналогичный шов на сохранившемся северном крыле здания имел толщину 8--12 см и был выполнен из очень слабого раствора. При оттаивании раствор потерял прочность прежде всего снаружи здания и южная торцовая стена потеряла устойчивость. Падая, она повлекла за собой перекрытия, которые, в свою очередь, потянули поперечные стены. 2-193 17

Рис. 9. Повреждение опорных частей многопустотных настилов перекрытий при монтаже 5б^11"Зий т^гЧ Рис. 10. Характер обрушения перекрытий 18

Можно предположить, что при оттаивании растворных швов происходили повреждения опорных участков плит перекрытий и внутренних стен (платформенные стыки) вследствие того, что торцы многопустотных плит заделывались не бетоном, а металлическими швеллерами, и в отдельных местах по длине швов применялись металлические подкладки, под которыми концентрировались напряжения в бетоне {рис. 9, 10). Расчеты подтвердили возможность местного разрушения стыков, что могло вызвать обрушение плит перекрытий. Вывод. Обрушение части 4-этажного

корпуса А было вызвано несколькими причинами, главными из которых являлись: зимние условия монтажа при стабильных отрицательных температурах привели к замораживанию раствора, а в период оттаивания - к значительным деформациям и снижению устойчивости стеновых панелей; использование многопустотных плит перекрытий с не заделанными бетоном пустотами; низкое качество строительно-монтажных работ и несвоевременное замоноличивание стыков. По результатам обследования причин аварии школы были отмечены недостатки принятой конструктивной схемы здания в части конструкций несущих внутренних стен, состоящих из панелей стен и ригелей. ОБРУШЕНИЕ 5-ЭТАЖНОГО ДОМА СЕРИИ 1-467А В Г. СУРГУТЕ 8 апреля 1975 г. в Сургуте на строительстве жилого восьмисекционного 6-этажного крупнопанельного дома серии 1-467А произошло обрушение средней части дома в осях 24-30. Дома серии 1-467А представляют собой систему поперечных несущих стен с шагом 6,4 и 3,2 м и самонесущих наружных стен (рис. 11, 12). Внутренние поперечные несущие стены выполнялись из тяжелого бетона класса В15 толщиной 15 см, продольные толщиной 12 см выполнялись кассетным способом. Вентиляционные блоки из тяжелого бетона толщиной 22 см располагались поперек здания и выполняли одновременно функции несущих поперечных стен. Перекрытия -- из многопустотных преднапряженных настилов толщиной 22 см из бетона класса В15. Наружные стены ленточной разрезки, керамзитобетонные толщиной 40 см. Фундаментные плиты рамного типа из бетона класса В15 на свайном основании с монолитным железобетонным

§н]-Е ?-С т г ы а Ы ЦТ, дц ~ВД »® @ ® ЕЗ (ь (1)© <8>
Ф(8> (#> \$X§> \$> <&& © Рис. 11. План 1-го этажа дома

серии 1-467А, обрушившегося в г. Сургуте Рис. 12. Дом серии 1-467А в период монтажа ным ростверком. Стыки наружных и внутренних стен выполнены соединением петлевых выпусков из стен скобами, с последующим замоноличиванием бетоном класса В15. Монтаж дома производился в зимних условиях при отрицательных температурах (табл. 4). Здание было смонтировано полностью, когда 1 апреля 1975 г. после двухдневного потепления обрушились конструкции на участке, примыкающем А западной наружной стене по оси А и расположенном со стороны наибольшего солнечного нагрева (первый этап обрушения). 20

Таблица 4 Работы по монтажу дома
 Температура наружного воздуха, °С Этажи: 1-й 2-й и 3-й
 4-й 5-й Внутренние отделочные работы *Обрушенис
 западной стороны. **Обрушение восточной стороны.
 Декабрь 1974 г. Январь 1975 г. Февраль Март До 24 25
 26 27 28 29 30 31 Апрель 1* 2 3** -15 -17 -16 -10 -5 -4 -14
 -5 -2 -3 +0,2 +5 + 1,4 +2,6 3 апреля обрушились
 внутренние конструкции с восточной стороны (второй
 этап обрушения). Участок обрушения составил по длине
 20 м на всю ширину дома. Обрушились внутренние
 поперечные и продольные стены, плиты перекрытий,
 вентиляционные блоки, перегородки в средней части
 дома, ограниченной осями 20-30, В и В (рис. 13).
 Наружные стены не обрушились. По длине граница
 обрушения проходила по вентиляционным блокам (рис.
 14). При осмотре на наружных стенах в местах стыков с
 внутренними стенами остались висеть монтажные
 скобы, на вентиляционных блоках — монтажные
 стержни, которыми к ним крепились плиты перекрытий.
 Крепление перекрытий к наружным стенам
 электросваркой отсутствовало. Конструкция ростверка
 и свайного основания не имела видимых повреждений.
 После первого этапа обрушения были отмечены

трещины в верхнем ригеле, расположенном по оси 27 между осями В и В, т.е. в зоне последовавшего затем второго этапа обрушения (рис. 15). При осмотре оставшейся целой части дома обнаружены трещины в опорных зонах настилов перекрытий, свидетельств 21

Рис. 13. Вид дома после обрушения конструкций Рис. 14. Наружные стены дома после обрушения 22

Рис. 16. Обрушение конструкций дома вующие о местных повреждениях перекрытий в платформенном стыке. Опорные торцы перекрытий не были заделаны бетоном, что могло явиться причиной повреждения опор перекрытий. Высота плиты перекрытий составляла от 23 до 25 см. Отпускная прочность бетона внутренних стеновых панелей кассетного формования была ниже проектной. Толщины растворных швов в платформенных стыках доходили до 3—6 см. Вывод. Применение раствора беа противоморозных добавок, плохо выполненное крепление внутренних несущих стеновых панелей к наружным стеновым панелям в вертикальных стыках, отсутствие заведения плит перекрытия на наружные стеновые панели и большой пролет плит перекрытий, опирающихся с двух сторон на панели внутренних стен, в момент оттаивания раствора в горизонтальных швах привели к потере устойчивости стеновых панелей внутренних стен и обрушению части дома» Перечисленные дефекты, допущенные при изготовлении и монтаже конструкций, привели к разрушению платформенных стыков в результате того, что прочность раствора в стыках в момент оттаивания была практически нулевой. 23

ОБРУШЕНИЕ ЧАСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 1-468 БНЧ В Г. НИЖНЕКАМСКЕ 15 марта 1977 г. в Нижнекамске произошло обрушение части 5-этажного

крупнопанельного жилого дома серии 1-468 БНЧ, примыкающей к сквозному проезду. Устройство сквозного проезда в жесткой системе крупнопанельного дома потребовало убрать плиту перекрытия первого этажа и, не увеличивая длину примыкающей плиты перекрытия у платформенного стыка, заделать бетоном образовавшуюся горизонтальную штрабу. Конструктивное решение дома представляет собой систему поперечных несущих стен с шагом 6 и 3 м (рис. 16). Поперечные стены толщиной 15 см выполнялись из тяжелого бетона В15. Наружные стены толщиной 35 см ленточной разрезки выполнялись из керамзитобетона В5. Перекрытия представляют собой многопустотные настилы толщиной 22 см из бетона В15. Работы выполнялись с ноября 1976 г. и до момента обрушения — 15 марта 1977 г. Весь период производства работ температура наружного воздуха была отрицательной и только 12 марта — непосредственно перед обрушением — началось потепление (табл. 5). Потепление вызвало оттаивание горизонта бл и ца 5 Средняя температура наружного воздуха ± °С

Время монтажа	Ноябрь 1976 г.	Декабрь	Январь 1977 г.	Февраль	Март																																					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15*	16																												
днем	-3	-8	-12	-10	-6	-6	-9	-12	-11	-1	-1	-8	-8	-1	0	+2	+1	+2	+2	+1	1	ночью	-10	-16	-18	-20	-18	-24	-21	-20	-16	-6	-17	-19	-10	-14	-2	-1	0	0	0	-1

*Обрушился дом. 24

Рис. 16. Фрагмент обрушившейся части крупнопанельного 6-этажного дома серии 1-468 в г. Нижнекамске
 Рис. 17. Вид обрушившейся части дома 25

тальных и вертикальных швов, а также монолитного бетона, уложенного вместо отсутствующей балки со стороны сквозного проезда. Вышележащая внутренняя поперечная несущая стеновая панель, потеряв опору,

вышла из плоскости, повлекла за собой настилы перекрытий, а затем вызвала и обрушение всех конструкций двух пролетов по всей высоте дома (рис. 17). Надежность запроектированного узла не вызывает сомнений для домов высотой 5 этажей, поскольку проведенные расчеты показали, что устойчивость и прочность конструкций достаточно обеспечены. Через десять лет 10 апреля 1987 г. произойдет авария 0-этажного крупнопанельного жилого дома со сквозным проездом в Волгограде по той же причине - бетонирование монолитных балок выполнялось на замораживание и обрушение дома произошло в момент оттаивания бетона. Подробно авария дома описана ниже, но хочется отметить совпадение причин обрушения 5- и 9-этажных зданий практически одной и той же конструктивной системы. При строительстве дома в Нижнекамске были нарушены существующие правила монтажа крупнопанельных зданий: значительные смещения осей смежных стен по высоте, наличие не заполненных раствором горизонтальных швов в несущих стенах с передачей нагрузки через две стальные прокладки, что вызвало местные разрушения; толщина растворных швов под несущими стенами доходила до 50 мм; применение раствора без противоморозных добавок. Строительство велось организацией, не имеющей опыта в возведении крупнопанельных зданий. Вывод. Основной причиной аварии жилого дома в Нижнекамске явилась низкая прочность бетона в момент оттаивания монолитной железобетонной балки, заменившей отсутствующую панель перекрытия в платформенном стыке над сквозным проездом, а также оттаивание горизонтальных швов.

ОБРУШЕНИЕ ЧАСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМА СЕРИИ И-164-07 В Г. СУРГУТЕ
22 апреля 1979 г. произошло обрушение крупнопанельного 5-этажного дома общежития серии

И-164-07. Обрушились полностью все пять этажей в средней части дома протяженностью 36 м (общая длина здания 106 м). Конструктивная схема здания представляет собой систему из трех продольных несущих стен — одной внутренней и двух наружных (рис. 18, 19). 26

3200 | 3200 | 3200 | 6±00 [3200[3200 [3200 | биОО 31) (30) (29) (28] ® Рис. 18. План первого этажа дома серии 1-164-07 в г. Сургуте (обрушившаяся часть заштрихована) (р® ФФ ф Ф фф ффф (\$\$ ®\ ь ® ® № @@ @® ©®® @> Ф® (ь(ь(ь (ьь <8> @@ \$0 Рис. 19. План перекрытий дома серии 1-164-07 Внутренние стены толщиной 16 см выполнены из тяжелого бетона В15." Наружные несущие толщиной 45 см — из керамзитобетона В3,5. Перекрытия сплошные предварительно напряженные балочного типа с рабочим пролетом 6 м из бетона В25. При монтаже перекрытия соединяются между собой посредством электросварки закладных деталей по углам плит. Кроме того» перекрытия привариваются к панелям наружных стен. Внутренние стены соединяются между собой сваркой закладных деталей» наружные - сваркой петлевых выпусков и последующим замоноличиванием стыков. Работы по строительству дома производились с мая 1978 г. по 22 апреля 1979 г. После двухдневного потепления 22 апреля средняя часть дома обрушилась (табл. в). 27

Таблица 6 Работы по монтажу здания Начало строительства Возведение этажей: 1 2 3 4 5 Окончание монтажа здания *Обрушение дома. Время монтажа Октябрь 1978 г. Ноябрь Декабрь Декабрь Январь 1979 г. Январь Январь Февраль Март Апрель До 10 До 20 21 22* Температура воздуха, °С -5 -15 -40 -30 -35 -20 -35 -25 -15 -15 -5 +3 +5 Отпало предположение о возможной

деформации основания, так как не были обнаружены видимые признаки разрушения свайных фундаментов и осадок основания. Изделия, поставившиеся на объект, изготавливались в летне-осенний период 1978 г., т.е. при положительной температуре. Прочность бетона в изделиях соответствовала проектной и определялась неразрушающим методом (молотком НИИМосстроя) и прибором ГПНВ - методом выдергивания дюбелей. Монтажные работы производились в зимнее время при отрицательных температурах $-8...-30^{\circ}\text{C}$ с применением противоморозных добавок — нитрита натрия и поташа. Толщина растворных швов не превышала 30 мм, т.е. их качество можно считать удовлетворительным. Качество сварных работ также было признано удовлетворительным, кроме устройства сварных соединений в поперечных диафрагмах, состоящих из вентиляционных блоков и внутренних стен, где качество работ было низким. Обнаружено также, что в средней части здания сварка закладных деталей плит перекрытия между собой не была выполнена вообще. В проекте было предусмотрено соединение сваркой плит, укладываемых в средней части дома, с крайними плитами. Однако при монтаже средние плиты были заменены на укрупненные, закладные детали в которых не были установлены. Из-за отсутствия соединений между средними и 28

Рис. 20. Вид обрушения дома крайними плитами не были обеспечены условия для образования сплошного жесткого диска из плит перекрытия. По результатам контрольных замеров, выполненных при обследовании оставшейся части здания, было установлено, что существенных отклонений в соосности расположения несущих внутренних и наружных стен, а также в величине опирания перекрытий нет. Это позволило считать качество монтажных работ

удовлетворительным. Обрушение произошло в нерабочий воскресный день вечером в 19 ч {рис. 20). Монтаж здания был уже закончен, в доме шли отделочные работы, поэтому исключалась внешняя причина аварии (падение изделия или удар при монтаже). Единственным изменением внешних условий, которые могли оказать влияние на поведение конструкций, было резкое потепление после длительного периода отрицательных температур наружного воздуха. Перепад температуры наружного воздуха составлял 45°C , к этому добавилось действие солнечной радиации: темный цвет неокрашенных наружных стен способствовал их сильному нагреву до $+20\dots+25^{\circ}\text{C}$. Таким образом, общий температурный перепад составил примерно 70°C . Поскольку здание запроектировано без температурного шва, предусматривалось, что деформациям наружных несущих

Рис. 21. Плиты перекрытий, подпертые деревянными стойками, ■ жилым доме серии 1-164-07 в г. Сургуте щих стен будут препятствовать горизонтальные диски из плит перекрытий» сваренных между собой и с наружными и внутренними несущими стенами. Однако так как плиты перекрытий над коридором не имели закладных деталей» то перекрытия сваривались только с наружными продольными стенами, но не между собой. Таким образом, в момент оттаивания раствора могло произойти сползание перекрытий по оттаявшему раствору с внутренних продольных несущих стеновых панелей по направлению к наружным панелям, где была произведена сварка. Учитывая разные температуры внутри здания внутренних конструкций и наружных стен, остается предположить, что продольные деформации наружных стен вызвали их выпучивание из плоскости. Такой характер

деформирования подтверждается данными, полученными при осмотре и обследовании строящихся зданий аналогичной конструктивной схемы. В возводимых домах строители применяют усиление опорных участков путем установки стоек (рис. 21). Сдвигка панелей, как показывает анализ, могла произойти из-за отсутствия сварных соединений плит между собой в плоскости горизонтального диска и с внутренними стенами, но имелись прочные сварные соединения плит перекрытий с наружными стенами. О поперечном отрыве наружных стен свидетельствуют обнаруженные трещины в местах соединений наружных стен с внутренними. В строящихся домах была произведена геодезическая съемка поверхности наружных стен рано утром при температуре наружного воздуха $-10...-20^{\circ}\text{C}$ и во второй половине дня при температуре $+5^{\circ}\text{C}$, которая показала, что наружные стены деформируются из плоскости стены. 30

Вывод. Оттаивание горизонтальных швов по всем этажам дома; выпучивание наружных продольных несущих керамзитобетонных стен под влиянием солнечной радиации из плоскости по длине дома (примерно $1/3$ общей длины) от оси 8 до оси 14; отсутствие поперечных диафрагм» а также сварки плит между собой в местах опирания на внутренние продольные несущие стены вызвало обрушение перекрытий» а затем и наружных стен. **ОБРУШЕНИЕ ЧАСТИ 6-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА В ПОС. ШЕРЛОВАЯ ГОРА ЧИТИНСКОЙ ОБЛАСТИ** Около 8 часов местного времени 4 апреля 1981 г. произошло обрушение всех смонтированных конструкций двух секций строящегося крупнопанельного 5-этажного жилого дома серии 1-447С (панельная) в поселке Шерловая Гора Читинской обл. По свидетельству очевидцев» признаки

деформаций были обнаружены 3 апреля 1981 г. в 19 ч местного времени по характерному треску во 2-й секции 1-го этажа дома. Было обнаружено смещение плит перекрытий 1-го этажа на 2 см с образованием скола опорной части внутренней несущей продольной стены до 10 см по длине панели. Монтажники покинули перекрытие 4-го этажа и сняли монтажную будку. Треск в конструкциях продолжался. Около 3 ч ночи 4 апреля обрушилась одна плита перекрытия 1-го этажа. Наружные и внутренние стены устойчивости еще не потеряли. К 7 ч утра 4 апреля обрушились еще 3 плиты перекрытия в том же пролете» а затем обрушилась еще одна плита смежной квартиры. Затем внутренние стены потеряли устойчивость, началось обрушение внутренних, а затем наружных стен. Некоторое время спустя (около 40 мин) обрушился еще участок здания, а затем рухнули обе секции дома (рис. 22, 23). Обрушение дома очень напоминает аварию крупнопанельного жилого дома серии 164 с продольными несущими стенами, имевшую место в Сургуте в 1979 г. Конструктивная схема здания — три продольные несущие стены и поперечные плиты перекрытий пролетом 6 м. Дом крупнопанельный 80-квартирный 5-этажный 4-секционный, длиной 74,4 м и шириной 12 м. Фундаменты дома - сборные железобетонные фундаментные блоки-подушки, в подземной части здания — техническое подполье высотой 2,15 м для прокладки инженерных коммуникаций. Наружные несущие стены — однослойные панели размером на комнату толщиной 400 мм из керамзитобетона класса В3,5. 31

Рис. 22. Обрушение крупнопанельного здания с продольными несущими стенами в поселке Шерловая гора Читинской обл. ^ мм1! - с1" ||#1Я1 с | Рис. 23. Обрушение крупнопанельного здания с продольными

несущими стенами в поселке Шерловая гора Читинской обл* 32

Внутренние продольные и поперечные несущие стены толщиной соответственно 22 и 18 см из бетона класс В12,5, а вентб- локи 27 см. Плиты перекрытий многопустотные толщиной 22 см пролетом 6 м. Земляные работы и монтаж фундаментных подушек велись с июня 1980 г., а монтаж конструкций здания начался с ноября 1980 г. по март 1981 г. до момента обрушения здания, т.е. вся подземная часть здания возводилась в условиях отрицательной температуры наружного воздуха (табл. 7). К моменту обрушения были полностью смонтированы 4 этажа всех 4 секций здания и почти полностью смонтированы стеновые панели 5-го этажа. Табл ица 7] Декабрь Январь 1980 г. | 1981г. | "П Дни месяца Февраль 1981 г. Март 1981г. Апрель ' 981 г. 1 -25 2 -24 3 -21 4 -13 5 -9 6 -6 10 -13 15 -15 20 -13 25 -16 30 -19 *Обрушение дома. -25 -22 -19 -25 -30 -34 -22 -25 -14 -21 -23 -20 -17 -20 -18 -20 -26 -19 -20 -17 -14 -12 -11 -10 -13 -18 -18 -17 -10 -15 -16 -13 -6 -2,4 -1,4 +2,3 +2,2* К моменту обрушения дома нагрузки на наружные и внутренние стены цокольного этажа составляли около 60% расчетных, так как не был закончен монтаж 5-го этажа, не было перегородок, покрытия кровли, полов, оборудования, а также отсутствовала полезная нагрузка. Забивки свай и рыхления грунта вблизи дома не производились. Журнал поэтажной приемки скрытых работ, акты на скрытые работы, на сварные соединения плит перекрытий всех этажей отсутствовали* На основании осмотра обрушения и обследования необру- шившихся двух секций жилого дома установлено, что деформации основания фундаментов не обнаружено, а прочность бе- 3-193 33

тона несущих внутренних стеновых панелей первого этажа, имевших признаки скалывания опорных частей, равна или превышает проектную прочность бетона. При монтаже конструкций дома применялся раствор без противоморозных добавок и к моменту проверки раствор практически имел нулевую прочность. Толщина растворных швов колебалась от 0 до 5 см, а в отдельных местах раствор вообще отсутствовал, что привело к созданию сосредоточенных нагрузок и скалыванию бетона опорных частей несущих внутренних стен. Раскладка плит перекрытий в плане не соответствовала проекту, что исключило возможность сварки плит перекрытий между собой и с панелями наружных стен. Также не была выполнена сварка диафрагм жесткости и стен лестничных клеток, а толщина и длина выполненных, сварных швов большинства соединений оказалась меньше проектных. Для монтажа плит перекрытий на проектной отметке в цокольном этаже был выполнен выравнивающий слой из одного ложкового ряда кирпича, что вызвало увеличение толщины растворного шва под панелями наружных стен первого этажа. Отмеченные дефекты установлены путем обследования сохранившихся частей здания, которые, вероятно, в большей степени имели место в обрушившихся двух секциях крупнопанельного здания. Вывод. Причиной аварии 5-этажного крупнопанельного дома серии 1-447С явилась недостаточная по количеству и по сечениям швов сварка плит перекрытий между собой и потеря прочности раствора в горизонтальных междуэтажных швах в период наступления положительной температуры наружного воздуха. В каждой серии крупнопанельных зданий есть конструктивные решения, которые обязательно следует выполнить - в противном случае может возникнуть аварийная ситуация. В домах с продольными несущими стенами

таким обязательным решением является проведение сварки плит перекрытий между собой и с несущими наружными стенами, которые могут деформироваться от температурных деформаций, а поскольку они являются не только ограждающими конструкциями, но и несущими, так как на них опираются плиты перекрытий, то в этом случае только сварка может удержать здание от обрушения в момент оттаивания растворных швов. 34

ЧАСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО 5-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 123 Лс/74 В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ 3 мая 1983 г. в первую смену в смонтированном 5-этажном жилом доме со встроенным магазином выполнялись работы по монтажу внутренней системы отопления и велись подготовительные работы по отделке здания. Около 23 часов жители двух вблизи расположенных домов слышали грохот. Один дом, где проживают очевидцы аварии, расположен с западной стороны в 50 м от обрушившегося здания, а второй дом-вагончик находится на северо-востоке в 100 м от обрушившегося здания. Очевидцы утверждают, что вначале обрушились конструкции внутри дома, затем начали падать наружные продольные стены внутрь здания, после чего просела крыша и упала торцовая стена. Конструктивная схема дома решена с тремя продольными несущими стенами, связанными панелями перекрытий и поперечными стенами. Район строительства не является сейсмическим и возведение жилых домов серии 123 выполняется в обычном варианте, однако 27-квартирный 5-этажный жилой дом в совхозе "Тень-кинский" разработан и строился в сейсмическом варианте, что потребовало создания монолитных сейсмических поясов по всем этажам здания. Возведение 5-этажного дома продолжалось с июля 1981 по 3 мая 1983 г. Однако длительность

строительства не помешала практически все основные работы выполнить в зимний период времени. Земляные работы по отрывке котлована были начаты в июле 1981 г. и прекращены 1 августа из-за наличия грунтовых вод. С декабря в зимний период продолжалась доработка котлована и был начат монтаж конструкций фундаментов. После укладки плит перекрытий над подвалом 30 марта 1982 г. работы были приостановлены и возобновлены с 20 сентября по монтажу конструкций первого этажа при температуре наружного воздуха плюс 12-15°С. Затем работы были вновь приостановлены и бетонирование армированных поясов в уровне перекрытий первого этажа было произведено 24—25 ноября 1982 г. при температуре наружного воздуха минус 38- 45°С. Монтаж конструкций 2—5 этажей выполнялся до 27 января 1983 г. Практически все монтажные работы и бетонирование армопоясов производились при низких отрицательных температурах. 28 апреля 1983 г. были закончены работы по устройству перегородок, монтажу отопления и пущено тепло в здание. В з* 35

Рис. 24. Обрушение 5-этажного крупноблочного здания с продольными несущими стенами ■ поселке Усть-Омчуг Магаданской обл. период возведения жилого дома температура наружного воздуха была отрицательной, но 30 апреля, 1 и 2 мая устанавливается положительная температура наружного воздуха. Совместное воздействие положительной температуры наружного воздуха и отопления здания привело к интенсивному оттаиванию бетона в монолитных сейсмических поясах и раствора в горизонтальных швах, что в сочетании с допущенными ошибками при возведении здания привело к аварии дома (рис. 24). К строительству был принят типовый проект 30-квартирно- го 5-этажного крупноблочного дома серии

113-123-1с/74. Здание с подвалом и магазином на площади трех квартир первого этажа. Размеры здания в плане: длина 33,2, ширина 13,1, высота 16,2 м. Конструктивная схема дома решена с тремя продольными несущими стенами, связанными поперечными стенами и поэтажно — плитами перекрытий пролетом 6,3 м. Ширина лестничной клетки в осях стен -- 2,7-м. Фундаменты - ленточные сборные. Стены наружные из керамзитобетонных блоков толщиной 50 см класса В6, внутренние стены из керамзитобетонных железобетонных блоков класса В7,5. Крыша — чердачная из преднапряженных железобетонных ребристых панелей с утеплителем -- керамзитовым гравием с плотностью 650 кг/м³. 36

Кровля рулонная из 4 слоев рубероида с наружным водостоком. Нагрузка в момент обрушения была ниже проектной» так как строительство дома не было завершено. Причин аварий жилого дома было более чем достаточно. А, именно» при возведении здания не была выполнена обязательная сварка плит перекрытий между собой и с продольными несущими стенами. Отсутствие сварки явилось причиной аварии жилого дома с продольными несущими стенами серии 1-164 в Сургуте в 1979 г. и жилого дома серии 1-447 в г. Чите в 1981 г. При замоноличивании сейсмических армопоясов в зимних условиях не был выполнен обязательный электропрогрев бетона» а прочность бетона не была доведена до проектных значений. Эти же факторы явились причиной аварии жилого сейсмостойкого крупнопанельного 9-этажного дома серии 1-451 в Ереване в 1983 г. Не были заделаны пустоты опорной зоны многопустотных плит перекрытий пролетом 6,3 м. Отсутствие заделки бетоном торцов плит перекрытий явилось причиной аварии 4-этажного здания школы в Московской обл. в 1982 г. Устройство магазина в трех

квартирах» расположенных на первом этаже дома» потребовало увеличение высоты помещения» т.е. переноса плит перекрытий и устройства штраб» что явилось также причиной обрушения домов в городах Свердловске в 1966 г.» Нижнекамске в 1976 г.» в Волгодонске в 1982 г. И» наконец» при устройстве монолитных поясов в зимних условиях не были применены противоморозные добавки» что в условиях Магаданской обл. совершенно недопустимо. Укладка раствора на замораживание также явилась одной из главных причин обрушения здания. Таким образом, обрушение жилого 5-этажного дома в Магаданской обл. произошло практически из-за ошибок» которые были допущены ранее при изготовлении» монтаже и проектировании зданий с продольными несущими стенами. Такие ошибки повторяются из-за отсутствия информации об аналогичных авариях зданий с продольными несущими стенами в Сургуте в 1979 г. и в Читинской обл. в 1981 г. Монтаж жилого дома выполнялся в сейсмических условиях с применением антисейсмических монолитных армопоясов. Суровые климатические условия Магаданской обл. очень осложняют производство бетонных работ зимой» а если все же решили использовать проект с монолитными армопоясами, то необходимо было специально оговорить обязательность электропрогрева бетона при отрицательной температуре наружного 37

воздуха» или проведение монтажа дома при положительной температуре наружного воздуха. Вывод. Авария 5-этажного крупнопанельного жилого дома с продольными несущими стенами произошла из-за отсутствия сварных соединений между плитами перекрытий и несущими продольными стенами» устройства большого количества монолитных участков - штраб и армопоясов» отсутствия заделки торцов плит

перекрытий и» наконец» укладки раствора и бетона на замораживание - без электропрогрева и применения противоморозных добавок. ОБРУШЕНИЕ 15-ЭТАЖНОГО ДОМА СЕРИИ ЛГ-600 В ЛЕНИНГРАДЕ 27 февраля 1979 г. в Ленинграде произошло полное обрушение 15-этажного крупнопанельного жилого дома серии ЛГ- 600.

Конструктивная схема здания представляет собой поперечные несущие стены с "узким" шагом 3,2 м. Здание в плане имеет размер 18х18 м и по высоте 44 м. Внутренние несущие стены толщиной 14 см из тяжелого бетона класса В15. Наружные стены навесные газобетонные класса В5, опирающиеся на консоли перекрытий. Перекрытия сплошные толщиной 14 см из тяжелого бетона класса В15, опирающиеся по трем сторонам. Первоначально были забиты железобетонные сваи для всего дома» однако при привязке на местности его потребовалось развернуть» поэтому между сваями была произведена засыпка гравийно-песчаной смесью и затем забетонирована железобетонная плита толщиной 800 мм. Во внутренних несущих стенах при формировании закладывались металлические фиксирующие штыри» что позволяет вести принудительный монтаж плит перекрытий» которые укладывались по трем сторонам в фиксированном положении. Эти штыри применялись при монтаже первых домов серии ЛГ-600, однако затем их стали редко использовать. Серия ЛГ-600 была разработана для 5- и 9-этажных крупнопанельных зданий, а для 16-этажных домов этой серии несущая способность внутренних несущих стен толщиной 14 см оказалась недостаточной, поэтому было решено строить дома высотой 15 этажей (рис. 25). Наружные газобетонные стены горизонтальной разрезки навешивались на консоли перекрытий. По оси А 38

Рис. 25. Крупнопанельный 15-этажный дом серии ЛГ-600 устанавливались трехметровые газобетонные вкладыши- простенки, которые опирались через раствор на газобетонную поясную панель, а сверху отделялись от нее мастикой УСМ-50, гермитовыми прокладками и антисептированной паклей и заделывались раствором только по краям. Но на строительстве вместо гермитовых прокладок был уложен раствор. Таким образом, газобетонные панели из навесных превратились в несущие, нагрузка от них передалась на консоль первого этажа. До аварии было смонтировано 23 крупнопанельных дома серии ЛГ-600 (рис. 26). Монтаж 21-го дома был остановлен, когда возводился шестой этаж, в связи с плохим качеством монтажа. В 22-м доме были установлены подпорки, поскольку в нем была нарушена конструктивная схема дома -- наружные стены из навесных стали несущими, т.е. произошло то же, что и в обрушившемся 23-м доме. При осмотре 22-го дома, подпертого бревнами, начиная от фундамента, было обращено внима-

дгашпГОЯ1111*
30

№11 | "ШИ1,1П Рис. 26. Крупнопанельные жилые дома N 21 (смонтировано в этажей) и дом N 22, стоящий на подпорках ние на выход из плоскости сжатых газобетонных панелей, разрушение консоли перекрытия по короткой стороне и ряд других повреждений конструкций, что и явилось причиной деформации и обрушения 23-го крупнопанельного дома (рис. 27), В табл. 8 приведены время монтажа этажей дома и температура наружного воздуха. Монтаж дома начался 19 января 1979 г. и был закончен 24 февраля — почти за один месяц. В течение этого периода постоянно сохранялась отрицательная температура наружного воздуха, 26 февраля 1979 г. первый день

была нулевая температура, начал оттаивать раствор в швах и стыках, трещать бетон. 40

Рис. 27. Вид обрушения 15-этажного крупнопанельного дома в г. Ленинграде Рис. 28. Обрушение крупнопанельного здания 41

Таблица 8 Э_в, Время Средняя температура монтажа воздуха, °С
Январь 1 19 -13 2 23 -10 4 29 -11
Февраль 5 1 -5 6 2 -3 7 5-8 8 7 -16 9 9 -10 10 12 -20 11 15 -20 12 17 -9 13 20 -7 15 24 -5 25 -5 26 0 27* 0

'Обрушение здания. На следующий день продолжалось оттаивание раствора в швах и стыках дома» треск усиливался: из-за перераспределения нагрузки трескался бетон, лопались консоли перекрытий. Вечером дом обрушился» почти вертикально. На рис. 28 видно» что обломки обрушившегося здания располагались равномерно в плане. Некоторое смещение завала к оси А подтверждает мнение о том» что обрушение началось с этой оси в связи с изменением конструктивной схемы дома. На рис. 29 видны бетон и арматура конструкций после обрушения дома: арматура и разбитый бетон — отдельно. Изделия для этого дома изготовлялись в декабре 1978 г. в период сильных морозов. Панели вывозились из теплого цеха сразу на монтаж. А» как известно» с падением температуры увлажненного бетона ниже -30°С аномально изменяются температурные деформации» а скорость разрушения по сравнению со стандартным замораживанием (до -20°С) увеличивается примерно в десять раз. Аномальность заключается в резком» скачкообразном расширении бетона» т.е. в уменьшении его температурного коэффициента линейного расширения. Следствием этого является возникновение концентраций напряжений: по толщине конструкции - между слоями

бетона» параллельными фронту охлаждения; между бетоном и арматурой; 42

Рис. 29. Бетон и арматура конструкций после обрушения здания между железобетонными перекрытиями и поперечными стенами в период строительства. На рис. 30, 31 показано качество изготовления и монтажа крупнопанельных конструкций. На рис. 32 -- обрушение крупнопанельного 15-этажного жилого дома. При обрушении дома жертв не было, поскольку в доме достаточно громко и продолжительное время раздавались трек и шумы» тем самым предупреждая о возможных обрушениях. Вывод. Причинами обрушения здания явились: оттаивание толстых горизонтальных швов по всем этажам дома; превращение наружных панелей из навесных в несущие и как следствие передача нагрузки от всех наружных стен пятнадцати этажей на консоль плиты перекрытия» которая лопнула» а опирающаяся на нее внутренняя несущая стеновая панель повернулась» потянув за собой железобетонную панель» расположенную на короткой стороне перекрытия и продавила плиту перекрытия. Внутренняя стеновая панель первого этажа» продолжая поворачиваться вслед за разрушающимся перекрытием» способствовала деформированию конструкций» расположенных по оси А с последующей потерей устойчивости всего здания. После обрушения 23-го 15*этажного крупнопанельного жилого дома в Ленинграде продолжал стоять 22-й 15-этгркный крупнопанельный жилой дом» подпертый деревянными стой- 43

Рис. .30. Горизонтальный шов между панелями перекрытия и внутренней стеной Рис. 31. Опираение панели внутренней стены на плиту перекрытия (видны металлические подкладки) 44

Рис. 32. Железобетонная фундаментная плита после расчистки завала ками от фундамента до 6-го этажа, которые в какой-то мере повысили устойчивость здания. Были различные предложения об усилении здания, в том числе об установке металлических колонн по всему его периметру. Однако было принято решение о разборке 22-го дома - рисковать никто не хотел. Хотя с нашей точки зрения дом можно было бы сохранить, выполнив следующие работы: удалив раствор из горизонтальных швов наружных стеновых панелей, для чего необходимо было разрезать газобетонные блоки и усилить продавленные плиты перекрытий. Усиление плит было вызвано тем, что нагрузка на них от бетонных стеновых панелей передавалась параллельно рабочей арматуре, т.е. фактически перекрытие не работало. Предстояла очень большая работа в аварийном крупнопанельном здании. Решение о разборке дома потребовало монтажа второго башенного крана -- один страховал монтажников, а второй кран демонтировал конструкции дома. Таким образом, два 15-этажных крупнопанельных жилых дома не были построены в Ленинграде из-за допущенных нарушений качества изготовления изделий, качества и точности монтажа дома, качества проектных решений и нормативных документов. 45

ОБРУШЕНИЕ ДВУХ БЛОК-СЕКЦИЙ 9-ЭТАЖНОГО ДОМА СЕРИИ 78 В ПОС. ВЬЮЖНОМ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ночь на 21 февраля 1980 г. произошло обрушение двух блок-секций 9-этажного крупнопанельного жилого дома №23 в пос. Вьюжном. Здание в плане представляет сложную конфигурацию и состоит из блоков - А, В, Д, Е серии 78-03 и поворотных кирпичных секций - В и Г (рис. 33). В момент аварии строительство находилось в стадии монтажа внутренних стен девятого этажа части здания, которая потом обрушилась (блок В). Блок А к

этому времени был смонтирован полностью, и в поворотном блоке В монтировался шестой этаж. В блоке Д велись работы по устройству фундаментов, а в блоке Е работы не начинались. Обрушение блока В произошло на всю высоту здания по всей его ширине 12 м и по длине 42 м.

Таблица 9	Время монтажа	Температура наружного воздуха, °С
	днем	ночью
	Ноябрь 1979 г.	Декабрь 1979 г.
	Январь 1980 г.	Февраль 1980 г.
	1	2
	3	4
	5	6
	7	8
	9	10
	11	12
	13	14
	15	16
	17	18
	19	20
	21	22
•Обрушение дома.	-4	-8
	-10	-26
	-18	-18
	-13	-17
	-18	-30
	-25	-20
	-19	-13
	-11	-14
	-15	-7
	-1Г	-6
	-6	-2
	+4	+1
	-8	-5
	-12	-15
	-30	-20
	-21	-22
	-20	-27
	-26	-25
	-20	-24
	-15	-19
	-15	-17
	-18	-12
	-12	-7
	-3	+4
	-8	-10
	46	

21000 ® -<\$ -Ф © Рис. 83. План типового этажа (а) и схема блокировки дома серии 78-03 (б)» построенного в Северо- морске Здания серии 78-03 (рис. 34) представляют собой систему из поперечных несущих стен с шагом 3 и 6 м. Наружные стены самонесущие. Внутренние стены толщиной 16 и 20 см были выполнены из бетона класса В25, наружные — из бетона класса В8,5 толщиной 35 см. Перекрытия — многопустотные преднапряженные плиты толщиной 22 см, пролетом 3 и 6 м из бетона класса В20. Фундаменты ленточные из сборных блоков» основание скальное. Работы по возведению блока В велись с ноября 1979 г. и до момента аварии. Две блок-секции дома после их обрушения показаны на рис. 35. При привязке здания в проект были внесены следующие изменения; по условиям рельефа введен дополнительный жилой цокольный этаж в осях Б-В. В осях В-Д сохранено решение типового проекта. В жилом цокольном этаже и техническом подполье поперечные несущие стены и наружные стены цокольного этажа толщиной 38 см в отличие от проекта выполнены из кирпича марки 100 на растворе В3,5. Между осями 82 и 33 йа уровне второго

этажа наружная стеновая панель была заменена в этом месте кирпичной кладкой. В период строительства температура наружного воздуха была отрицательной (табл. 9), а 19 февраля началось потеп- 47

Рис. 34: Жилой дом серии 78-03, построенный в Североморске Рис. 35. Обрушение двух блок-секций дома 48

Рис. 36. Обрушение дома ление и 20-го температура была уже $+4^{\circ}\text{C}$, что вызвало интенсивное оттаивание раствора. 20 февраля из дома был слышен шум, наблюдалось выпадение кусков бетона и раствора из швов наружных стеновых панелей и кирпичной кладки по оси Д. Затем было заметно постепенное выпирание наружных панелей лестничной клетки и кирпичной кладки. Строители, работающие на объекте, были немедленно выведены из опасной зоны, было выставлено оцепление. Вскоре началось обрушение — вначале выпала кирпичная кладка, заменившая отсутствующую бетонную наружную панель, затем выпали панели наружных стен. После этого непродолжительное время внутри здания падали отдельные перегородки и стены. 21 февраля около трех часов ночи было замечено втягивание внутрь здания наружных панелей второго и третьего этажей торцевой стены и слышался треск ломающихся железобетонных конструкций, после чего обрушилось все здание (рис. 36, 37). К моменту обрушения конструкции нагрузки на стены цокольного этажа и технического подполья блока В составили около 70% расчетных (не закончен монтаж девятого этажа и внутренних перегородок, не выполнены покрытия, кровля, 4—193 49

Рис. 37. Разрушение панельных конструкций Рис. 38.
Разрушение > кирпичной кладки 50

полы,оборудование, отсутствовала полезная нагрузка).
Дополнительных нагрузок, не предусмотренных проектом, перед обрушением не было. При наружном обследовании места аварии установлено, что конструкции всего блока сложились внутрь. Свидетели обрушения также показали, что торцовые панели в уровне второго и третьего этажей складывались внутрь. Все это позволило предположить, а затем подтвердить расчетом, что основной причиной аварии явилась потеря несущей способности одной из стен цокольного этажа, а именно кирпичной стены под несущими поперечными панелями. Раствор в кладке этой стены применялся частично без противоморозной добавки, и по данным лабораторных испытаний фактическая прочность раствора составляла 8,7 МПа в замороженном состоянии и 1,7 МПа -- в оттаявшем (рис. 38). При расследовании причин аварии был также установлен ряд грубых нарушений технологии монтажа, допущенных при строительстве. Так, в нарушение проекта монтаж велся без применения приспособлений Дейча, что не могло не сказаться на точности монтажа. Бетонирование стыков производилось без виброуплотнения, а уплотнение бетона осуществлялось в зимних условиях вручную путем штыкования арматурой. Не применялась очистка деталей от льда и снега. Сварные и монтажные работы выполнялись рабочими низкой квалификации. Вывод. Обрушение здания было вызвано оттаиванием раствора кирпичной кладки, уложенной в цокольном этаже на высоту 3 м под несущие внутренние стены первого этажа (вместо бетонных конструкций, как предусмотрено типовым проектом). Следствием этого были деформация кладки и ее разрушение, с последующим обрушением несущих

стен и плит перекрытий, которое привело к общему обрушению несущих конструкций двух крайних блок-секций. ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 111121 В Г. ЧЕРКАССЫ 30 декабря 1981 г. произошло частичное обрушение 9-этажного крупнопанельного, 180-квартирного, 5-секционного жилого дома № 20 в Юго-Западном районе в г Черкассы. Монтаж дома выполнялся в зимний период времени ускоренными темпами (табл. 10). Плиты перекрытий укладывались насухо на подкладки, а вертикальные стыки практически не бетонировались. 4* 51

Таблица 10
Время монтажа здания
Температура наружного воздуха, °С
Декабрь 15 -7,2 16 -3,1 17 -2,1 18 -3,5 19 -5,8 20 -1,2
Начало монтажа здания 21 -5,1 22 -8,6 23 -2,3 24 -0,7 25 +0,7 26 +0,7 26 +1,4 27 +1,0 28 +0,2 29 -0,2 30* +1,3 31 +2,3
*Обрушение здания. Как известно» в зданиях с узким шагом поперечных несущих стен вертикальные стыки с петлевыми соединениями в трех уровнях по высоте не обеспечивают устойчивость поперечных внутренних и продольных наружных стеновых панелей и должны быть забетонированы. После окончания монтажа 9 этажей начался монтаж панелей 10-го технического этажа. Наружную панель 10-го этажа смонтировали без раствора и закрепили не двумя» а одним подкосом» в результате чего панель опрокинулась» ударила по плитам перекрытий 9-го этажа» затем по плитам перекрытия 8-го этажа» разрушила их и вытолкнула наружные стеновые панели. В результате произошло обрушение части крупнопанельного здания (рис. 39). Как отмечалось в акте комиссии» толщина горизонтальных швов составляла от 10 до 60 мм» а монтаж плит перекрытий производился насухо. Сварные соединения выполнялись с отступлением от проекта» имелись подрезы основного металла» кратеры

и т.п. Поэтажная приемка работ заказчиком отсутствовала. Монтаж крупнопанельного дома серии 111-121 без замоно- личивания вертикальных и горизонтальных стыков не обеспечивал необходимой жесткости конструкций» поэтому достаточно было удара одной стеновой панели» чтобы произошло прогрессирующее обрушение всех 9 этажей. 52

Рис. 39. Обрушение 9- этажного крупнопанельного жилого дома серии 111-121 в г. Черкассы Как видим, 9-этажное крупнопанельное здание, с узким шагом поперечных несущих стен серий 464, 121 и 90 можно довести до аварийного состояния, если производить монтаж перекрытий на прокладках, т.е. насухо, одновременно не бетонируя вертикальные стыки или производя частичную заделку вертикальных стыков. Монтаж дома был начат 20 декабря 1982 г., а 30 декабря, т.е. через 10 дней, уже все 9 этажей дома были смонтированы, -- рекордный монтаж в зимний период времени. Однако спешка, низкое качество производства работ, отсутствие бетона в вертикальных стыках и раствора в горизонтальных швах все это и явилось причиной обрушения крупнопанельного дома в г. Черкассы. Обрушение дома, происшедшее в декабре, совершенно не соответствует представлению о том, что обрушение крупнопанельных зданий происходит в период оттаивания раствора в 53

горизонтальных швах и бетона в вертикальных стыках, т.е. по статистике аварий в марте-апреле. В г. Черкассы в декабре при отрицательной температуре раствор замерз и приобрел прочность около 10 МПа. Как видно из табл. 10, начало монтажа всех этажей дома пришлось на период отрицательной температуры наружного воздуха. 30 декабря в день обрушения здания температура воздуха была положительная, но

дело не в этом, поскольку монтаж дома велся насухо. Обрушение всех конструкций произошло из-за того, что они не имели надежной связи между собой. ОБРУШЕНИЕ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЙ 12-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА В МОСКВЕ

Наиболее часто повреждения и аварии происходят с конструкциями перекрытий при использовании их не по назначению. Чистые, гладкие поверхности плит перекрытий нередко применяются строителями вместо подмостей при кирпичной кладке цокольного этажа, бетонировании вертикальных стыков и других работах. Так, использование плит перекрытий не по назначению стало причиной обрушения 12-этажного крупнопанельного дома серии П-46-12, которое произошло в районе Новогиреево Москвы. В конструкции здания были использованы поперечные несущие стены и плиты перекрытий, опертые по контуру пролетом 4,2 и 3 м и длиной 4,8 м. При монтаже 10-го этажа дома необходимо было забетонировать вертикальные стыки в местах опирания плит перекрытий пролетом 4,2 м. Строители решили вместо подмостей установить на две стены с пролетом 4,2 м плиту перекрытия размером 4,8х3 м и с нее производить бетонирование. Подняв на плиту перекрытия бадью с бетоном, рабочие ушли, а примерно через десять минут лопнул бетон в растянутой зоне и плита перекрытия 10-го этажа обрушилась и повлекла за собой плиты перекрытий всех этажей (рис. 40). От удара первой обрушившейся плиты, все остальные плиты перекрытий срезались на опоре (рис. 41). Почему произошло обрушение плит перекрытий? Как известно, плита перекрытия, опертая по контуру, работает по короткой стороне, там же расположена рабочая арматура. При использовании перекрытия вместо подмостей, т.е. при опирании по двум сторонам, рабочей оказалась длинная сторона

плиты, где рабочая арматура отсутствует. Это и явилось при- 54

Рис. 40. Общий вид пробитых плит перекрытий 12-этажного крупнопанельного дома серии П-46-12, возводимого в районе Новогиреева г. Москвы Рис. 41. Срез бетопа опорной части плит перекрытий 55

чиной обрушения плит перекрытий. Указанный случай достаточно распространен в практике строительства. Подобный случай произошел на 1-м этаже другого крупнопанельного здания в Москве. После окончания монтажа цокольных панелей необходимо было выложить кирпичную кладку. Вместо подмостей уложили по двум сторонам плиту перекрытия, рассчитанную на работу по трем сторонам и армированную рабочей арматурой по короткой стороне, и нагрузили ее кирпичом. Бригадир, который собирался выполнять кирпичную кладку, послал рабочего в подвал за оставленным там мастерком. В момент нахождения рабочего под перекрытием, плита лопнула и обрушилась. При опирании плиты по двум сторонам рабочая арматура на работала и это явилось причиной аварии. Чтобы избежать повторения подобных случаев, плиты перекрытий следует устанавливать согласно конструктивной схеме, принятой в проекте. ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМА СЕРИИ 84 В Г. ВОЛГОДОНСКЕ 6 марта 1982 г. в Волгодонске произошло обрушение блок-секции № 1 строящегося 9-этажного трехсекционного крупнопанельного жилого дома № 273, в микрорайоне А-2. Дом возводился по типовому проекту серии 84, разработанному в 1974 г. с учетом корректировки по расходу металла. Здание состоит из трех блок-секций со сдвижкой их в плане таким образом, что каждая блок-секция представляет собой отдельно стоящее здание (рис. 42).

Конструктивная схема дома представляет собой систему несущих поперечных внутренних стен из Железобетонных и бетонных панелей (в нижних пяти этажах бетон класса В15, в верхних - В12,5, толщина стен 160 мм) и самонесущих наружных стен из керамзитобетона (рис. 43). Наружные торцовые стены толщиной 350 мм двухслойной конструкции с несущими бетонными слоями (бетон В12,5 и В15) и наружным слоем из керамзитобетона (В3 в нижних этажах и В3,5 в верхних). Цокольные наружные стены из керамзитобетона В7,5, цокольные внутренние стены толщиной 160 мм из бетона В20. Перекрытия из железобетонных плит толщиной 160 мм с рабочим, пролетом 4,8 и 6 м из бетона класса В20 для первого-четвертого этажей и В12,5 для верхних плит перекрытий с предверительным натяжением арматуры. 56

4 01 •Л1И1' ШГ; м рЖ!л* к : ' I Ш !■■■■> »■■" '|7> ** ■
 «4ВТ' ИР «< «-»■*«■«■* «•"»■* Рис. 42. Обрушение
 блок-секции №1 крупнопанельного дома серии 84 в г.
 Волгодонске Рис. 43. Примыкание поперечных несущих
 стен к продольной стене в крупнопанельном доме серии
 84

Таблица И Состояние строительства Время монтажа
 Температура наружного воздуха, <>С Земляные
 работы, отрывка котлована Устройство монолитных
 фундаментов Монтаж цоколя Монтаж дома по этажам:
 1-й 2-й 3-й 4-й 5-й 6-й 7-й 8-й 9-й Чердак и кровля
 Монтаж инженерных сантехнических устройств
 Отделочные работы Октябрь-ноябрь 1981 г. Декабрь
 1981 г. 20 декабря 1981 г. - 5 января 1982 г. Январь
 1982 г. 6-8 9-12 13-15 16-19 20-22 23-26 27-29 30. 1-2
 февраля 1982 г. Февраль 3-4 5 Февраль 1982 г. 3-4
 марта 1982 г. 5-6* +3 +1 -1 +6 -12 -4 -2 -10 -8 -4 0 -И -И

-2 0 +2 • Обрушение дома. Строительство дома было начато в октябре 1981 г. Земляные работы и бетонирование фундаментов производились в ноябре 1981 г. Монтаж конструкций надземной части начат 4 января и закончен 4 февраля 1982 г. (табл. 11). К моменту обрушения были смонтированы: блок-секция № 1 полностью» блок-секция № 2 - до уровня девятого этажа» блок-секция № 3 - до уровня первого этажа, монтаж надземной части осуществляется при стабильной отрицательной температуре наружного воздуха. В период, предшествующий обрушению блок-секции № 1, температура была от 0 до +6°C. По свидетельствам очевидцев можно предположить такую последовательность обрушения блок-секции: сначала произошло разрушение кирпичного столба* вставки в панели входа дома» затем — выпучивание из плоскости, отслоение и падение двух панелей наружных стен по фасаду, затем выпали панели торцовых наружных стен в первом и втором этажах; обруши- 58

Рис. 44. Повреждение стенок и плит лоджий в блок-секции N² при обрушении блок-секции №1. лась половина дома от фасада, обращенного на юго-восток до продольной стены с образованием завала (первый этап обрушения). Далее обрушение распространилось на другую половину дома. Обрушившаяся блок-секция разрушила стенки и плиты лоджий с первого по четвертый этажи блок-секции № 2 {рис. 44). При обследовании состояния конструкций блок-секций № 2 были выявлены повреждения наружных керамзитобетон-ных стен, а также выкрашивание горизонтальных растворных швов во внутренних стенах. Повреждения наружных стен в виде трещин в перемычках и выпирание стен из плоскости свидетельствовало о перераспределении на них нагрузки от внутренних стен при оттаивании в них

горизонтальных растворных швов. При испытании проб раствора было установлено, что при монтаже сборных элементов в условиях отрицательных температур применявшийся цементный раствор не имел противоморозных добавок. Толщина горизонтальных швов в платформенных стыках по длине составляла от 20 до 40 мм с разницей до 20-30 мм. 59

Вертикальные стыки внутренних и наружных стеновых панелей не были заполнены раствором. При разборе завала блок-секции № 1 выяснилось, что была установлена панель ЦП-2 вместо ЦВ-13. В этой панели четверть обращена в сторону входного холла (в отличие от блок-секции № 2, в которой была установлена панель ЦВ-3 с четвертью, обращенной в сторону лестничной клетки), что потребовало произвести монолитную заделку в блок-секцию № 1 более длинного участка, чем блок-секции № 2. Заделка монолитного участка штрабы была выполнена раствором на замораживание и в момент его оттаивания, а также оттаивания раствора под поперечной несущей стеновой панелью произошла потеря устойчивости несущей стены, что повлекло за собой обрушение всего здания. - Таким образом, это был третий крупнопанельный жилой дом, обрушившийся в стадии его возведения, в момент оттаивания раствора в горизонтальной штрабе. Впереди еще четыре крупнопанельных здания обрушатся по этой же причине у нас в стране вплоть до 1988 г. Вывод. Причиной полного обрушения крупнопанельного жилого дома явилось некачественная заделка раствором на замораживание горизонтальной штрабы, образовавшейся в связи с заменой цокольной панели. В момент оттаивания раствора произошла потеря устойчивости стеновой панели, в результате чего обрушились все 9 этажей крупнопанельного здания. После обрушения блок-

секции № 1 необходимо было решить вопрос о блок-секции № 2, так как обрушившаяся блок-секция № 1 разрушила стенки и плиты лоджий с первого по четвертый этажи блок-секции № 2. Кроме того, визуальный осмотр состояния конструкций и стыков блок-секции № 2 показал, что здание деформировалось в значительной степени от осадки фундаментов. Очевидно, что горизонтальная штраба, которая образовалась в связи с заменой сплошных цокольных панелей на панели с четвертью для последующего монтажа на них плит перекрытий, также была заделана раствором на замораживание. Как видно из табл. 11, температура наружного воздуха была отрицательной и раствор замерз. Замерзший раствор имеет прочность до 10,0 МПа, что позволило провести полный монтаж всех 9 этажей здания и приступить к отделочным работам. В марте месяце наступила положительная температура наружного воздуха, оттаял раствор в горизонтальной штрабе цокольной панели и передача нагрузки на фундамент здания происходила с очень большим эксцентриситетом, что вызвало значительные повреждения наружных керамзитобетонных 60

стен и деформации горизонтальных растворных швов во внутренних стенах. С учетом полученных зданием разрушений и повреждений было принято решение о разборке крупнопанельного дома. ОБРУШЕНИЕ ЧАСТИ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 111-121 В Г. КОСТРОМЕ 5 марта 1982 г. произошло обрушение части 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии 111-121 в г. Костроме. Обрушение крупнопанельных зданий с "узким" шагом поперечных несущих стен явление довольно редкое. Однако обрушение 9-этажного крупнопанельного жилого дома этой же серии в г. Черкассы в декабре 1981 г. еще раз подтвердило, что монтаж крупнопанельных зданий в

зимний период независимо от конструктивной схемы дома необходимо производить весьма тщательно с соблюдением всех Строительных норм и правил, без каких-либо отступлений. Что же произошло в Костроме? Монтаж крупнопанельного жилого дома велся в течение зимнего периода времени захватками вплоть до температурного шва. Необходимо обратить внимание на монтаж крупнопанельных конструкций, образующих деформационные или температурные швы. В этом случае поперечные несущие стены несут нагрузку от панелей перекрытий только с одной стороны, т.е. возникает большой эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки на поперечные несущие стены. При большом эксцентриситете приложения вертикальной нагрузки необходимо особенно тщательно выполнять закрепление поперечных несущих стен в вертикальном и горизонтальном стыках. Поскольку крупнопанельный дом серии 111-121 в Костроме имел "узкий" шаг поперечных несущих стен, то вертикальные стыки имели только петлевые соединения в трех местах по высоте поперечных внутренних и продольных наружных стеновых панелей. В этом случае необходимо поэтажное бетонирование вертикальных стыков бетоном проектных марок, с тем чтобы обеспечить жесткость конструктивных элементов и всего здания в целом. Однако вертикальные стыки не были забетонированы, а накидные петли не смогли обеспечить устойчивость поперечных несущих стен при одностороннем загрузении их вертикальной нагрузкой (Температурный шов). Кроме того, при 61

Таблица 12
 Время монтажа Температура наружного воздуха, °С
 Декабрь, 1981 г. 1 5 10 15 20 25 30
 Январь 1982 г. 1 5 10 15 20 25 30
 Февраль 1 5 10 15 20 25
 Март 1 2 3 4 5 6 -4,7 +1 -3,0 -2,1 -15,1 -7,8 -7,8 -0,6 -23,8 -31,6

-2,2 -6\7 -14,2 -14,9 -9,5 -5,7 -15,9 -3,5 -7,9 -7,1 -9,3 -5,5
-3,8 +1,8 +1,3* +1.0 •Обрушение здания. зимнем
монтаже необходимо применить для горизонтальных
швов раствор с противоморозными добавками, с тем
чтобы раствор в момент оттаивания набрал
необходимую начальную прочность. Поскольку раствор
получали с двух растворобетон- ных узлов, то
содержание противоморозных добавок в нем
практически не контролировалось, и раствор в
горизонтальные швы укладывался на замораживание.
Как видно из табл. 12, средняя температура наружного
воздуха в Костроме в декабре 1981 г. и до момента
обрушения части крупнопанельного жилого дома в
марте 1982 г. была отрицательной. В январе 1982 г.
температура наружного воздуха доходила до -30°C .
Естественно, что все горизонтальные растворные швы,
выполненные на замораживание без добавок --
замерзли. 4 марта 1982 г. был первый день с
положительной температурой $1,4^{\circ}\text{C}$ и начали оттаивать
горизонтальные растворные швы у 02

Рис. 45. Обрушение 9- этажного крупнопанельного
жилого дома серии 111-121 у температурного г.
Костроме деформационного шва. 5 марта температура
осталась положительной $+1,3^{\circ}\text{C}$, что способствовало
интенсивному оттаиванию раствора. Оттаяли
замороженные горизонтальные растворные швы
односторонне нагруженных внутренних поперечных
несущих стеновых панелей и поскольку не были
забетонированы вертикальные стыки» то поперечные
стены фактически оказались без связей в вертикальных
стыках и под действием односторонней вертикальной
нагрузки стеновая панель второго этажа потеряла
устойчивость с последующим прогрессирующим
обрушением части дома (рис. 45). Вывод. Причиной
обрушения 9-этажного крупнопанельного жилого дома

явилось отсутствие бетона в вертикальных стыках внутренних стеновых панелей, не имеющих сварных соединений, и как следствие, потеря устойчивости поперечных несущих стеновых панелей. Кроме того, горизонтальные швы были заделаны раствором на замораживание и в момент оттаивания произошло выдавливание поперечных несущих стеновых панелей на втором этаже дома, что повлекло за собой обрушение части жилого полносборного здания. 63

ОБРУШЕНИЕ БАЛКОНА БОЛЬШОЙ ВАННЫ В ЗДАНИИ БАССЕЙНА В Г. ЕГОРЬЕВСКЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ 4 апреля 1982 г. в 11 ч 35 мин в здании бассейна, находящемся в III микрорайоне Егорьевска, произошло обрушение балкона большой ванны плавательного бассейна (рис. 46). Здание крытого бассейна с двумя ваннами размерами 26x10 и 10x4 м выполнено по типовому проекту 294-3-5. Зал большой* ванны запроектирован в сборном железобетонном каркасе на свайных фундаментах, а стены выполнены из кирпича. Консольный балкон размером 30x14 м расположен вдоль стены зала большой ванны (рис. 47). Отметка чистого пола балкона +2,8 м. Несущими элементами балкона являются сборные железобетонные консоли, приваренные к закладным деталям, колонн и сборные железобетонные Многопустотные плиты, опирающиеся на консоли и кирпичные торцовые стены. По наружной стороне перекрытия балкона предусмотрено устройство монолитного железобетонного участка сечением 250x220 мм. Зазор шириной 150 мм между плитами перекрытий и продольной кирпичной стеной заделывается по месту монолитным железобетоном. Пол балкона запроектирован из линолеума по цементной стяжке толщиной 25 мм. Ограждение балкона решено в виде столярной плиты шириной 450 мм и толщиной 22 мм, крепящейся к металлическим

стойкам сечением 40x40 мм и высотой от пола балкона 820 мм, устанавливаемым через 1200 мм с привязкой к закладным деталям наружного монолитного участка. Строительство крытого бассейна было начато в июне 1977 г. и продолжалось до ноября 1980 г. Устройство кровли велось в мае месяце 1981 г., а отделочные работы выполнялись с марта по декабрь 1981 г. Монтаж конструкций балкона большой ванны выполнялся с перерывом, консольные ригели смонтированы 9 января 1980 г. Плиты перекрытий балкона монтировались в октябре 1980 г., а устройство монолитных участков полов и ограждений балкона проводилось в сентябре — декабре 1981 г. Поверочный расчет проектного решения узла сопряжения консольного ригеля с колонной показал, что несущая способность ригеля обеспечивается. При производстве работ были допущены существенные отступления от проекта: 64

Рис. 46. Обрушение балкона в здании плавательного бассейна Рис. 47. Консольный балкон после обрушения опорные столики были изготовлены не по проекту и приварены к закладным деталям колонн выше проектного положения на 150--180 мм, что вызвало смещение верха консолей за пределы закладной детали колонны, в результате чего верх ригелей не был приварен к колоннам или приварен к закладным деталям колонн, не предназначенным для этих целей (рис. 48); в осях 4-6 в качестве консолей были использованы прогоны, рассчитанные для работы на двух опорах, т.е. с рабочей арматурой в нижней зоне; сам балкон был выполнен с уширением на 200 мм; 5-193
05

Рис. 48. Узел крепления консольного ригеля к опорному столику и закладным деталям колонны после сварки 11111 подготовка под полы выполнена в два слоя:

первый из цементно-песчаного раствора толщиной 120—150 мм» второй -- толщиной 30—50 мм (рис. 49); полы выполнены не из линолеума, как запроектировано, а из керамической плитки; ограждение балкона вместо деревянного по металлическим стойкам выложено из кирпича и дополнительно устроен подвесной потолок балкона из асбестоцементных листов, закрепленных на металлическом каркасе из уголка. Отступления от рабочих чертежей не согласовывались с проектной организацией. Представитель авторского надзора не участвовал в рабочей и государственной приемочной комиссиях. Отсутствовал операционный контроль для своевременного выявления дефектов и принятия мер по их предупреждению и устранению. Слабо был организован и приемочный контроль для проверки и оценки качества скрытых работ и отдельных ответственных конструкций. 4 апреля 1982 г. состоялось открытие бассейна. В зале большой ванны было намечено проведение показательных выступлений пловцов. В 11 ч 15 мин был открыт смотровой консольный балкон, расположенный на продольной стене зала по всей его длине, в 11 ч 35 мин произошло обрушение балкона зала большой ванны. Авария началась, по свидетельству оче- 66

Рис. 49. Фактическая толщина раствора, используемого в качестве подготовки под полы, выполненная по многопустотным плитам перекрытий видцев, со средней осью и вслед за этим произошло полное обрушение балкона. Вывод. Грубое нарушение производства работ по креплению сборных консольных несущих ригелей к закладным деталям колонн; применение сборных железобетонных прогонов, не рассчитанных на работу консолей (рабочая арматура расположена в нижней растянутой зоне); увеличение нагрузки на консольные ригели в результате

завышения веса конструкций против проектных величин и отсутствие контрольных испытаний балкона — все это привело к его обрушению в момент максимальной нагрузки. ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМА СЕРИИ А 1-451 В Г. ЕРЕВАНЕ 13 марта 1983 г. в 21 ч 40 мин началось постепенное обрушение односекционного 36-квартирного 9-этажного крупнопанельного жилого дома в Ереване. 5* 67

Таблица 13 Этап монтажа Время монтажа Температура наружного воздуха, °С Начало монтажа, этаж: 1-й 2-й 3-й 4-й 5-й 6-й 7-й Обрушение: 1-е 2-е 3-е 15 декабря 1982 г. Январь 1983 г. 10 17 21 26 Февраль 1 28 Март 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 -6 -15 -12 -6 -10 -8 -2 -5 -5 -1 0 Н +6 +6 +6 +4 +4 +6 +6 До разрушительного землетрясения в Армении, происшедшего 7 декабря 1988 г., оставалось еще более пяти лет. Как известно, 5- и 9-этажные крупнопанельные жилые дома: два в Спитаке, четыре в Кировакане и шестнадцать домов в Лени- накануне выдержали испытание стихии и не обрушились, и люди, проживающие в этих домах, не пострадали, что подтверждает достаточную надежность выбранной конструктивной схемы зданий. Почему же обрушился 9-этажный сейсмостойкий жилой дом в Ереване без воздействия сейсмической нагрузки? По данным метеослужбы г. Еревана, зимний период 1982/83 г. характеризовался длительным воздействием низких отрицательных температур (табл. 13). Минимальная температура достигла -26°C , а среднесуточная -10°C , что было значительно ниже температуры воздуха предыдущих лет. Крупнопанельный дом находился в процессе строительства и к моменту обрушения 13 марта 1983 г. было возведено семь этажей из девяти, предусмотренных проектом. Здание в плане имеет

размер 22,8x22,8 м, привязка дома выполнена в 1978 г. (рис.50). Проектная этажность здания — 9 этажей, высота этажа - 3 м. Несущими конструкциями являются продольные и поперечные стены с шагом внутрен- 68

Рис. 50. План типового этажа крупнопанельного сейсмостойкого хилого дома серии А1-451 КП в г. Ереване них стен 6 м. Наружные стеновые панели из шлакобетона плотностью 1350--1450 кг/м³, толщиной 300 мм, бетон класса В5. Внутренние стеновые панели из легкого бетона класса В15 плотностью 1800 кг/м³, толщиной 250 мм. Плиты перекрытий преднапряженные многопустотные из бетона класса В15 толщиной 220 мм. Замоноличивание горизонтальных и вертикальных узлов осуществлено из легкого бетона класса В15 69

Рис. 51. Устройство сейсмостойко- Рис. 52. Устройство сейсмостой- го тлезобетопого монолитного поя- кого железобетонного монолитного са по наружным стенам пояса по внутренним стенам / - плита перекрытия; 2 - каркасы; 3 - хомуты; 4 -- внутренняя стена на заполнителях Джаберского месторождения плотностью 1800 кг/м³. Горизонтальные монолитные пояса являются одновременно и антисейсмическими поясами, армируются каркасами и устраиваются над всеми внутренними и наружными стенами (рис. 51, 52). Основания под фундаменты служат песчаные грунты¹ с нормативной нагрузкой на основание 0,25 МПа (2,5 кг/см²). Фундаменты ленточные железобетонные из тяжелого бетона класса В15 по бетонной подготовке. Подготовительные и земляные работы были начаты в ноябре-декабре 1981 г. и закончены в феврале 1982 г. Бетонная подготовка и фундаменты выполнялись в марте-апреле, а монтаж цокольного этажа — в июле 1982 г. Монтаж незавершенной части цокольного, первого и

последующих этажей до 7-го включительно и замоноличивание стыков были начаты 15 декабря 1982 г. и завершены 10 марта 1983 г. Весь монтаж и замоноличивание производились при отрицательной температуре наружного воздуха. Обрушению здания предшествовало выпадение плиты перекрытия лоджии над 1-м этажом и смещение балконного ограждения по вертикали вниз на 800 мм. Обрушение одной ячейки с пристроенными лоджиями произошло 13 марта в 70

21 ч 40 мин. Выпала наружная стеновая панель лоджии на 1-м этаже и в таком состоянии ячейка здания простояла 2« 3 мин» после чего смонтированные элементы наружных стен, лоджий и перекрытий семи этажей обрушились. На седьмом этаже выпали также внутренние стены. На шестом этаже выпала одна панель, а панель с проемом отклонилась на 800 мм от вертикального положения и зависла. На остальных этажах смещение не наблюдалось. По оси В по всем семи этажам смещений внутренних стеновых панелей не наблюдалось, а было выявлено свисание внутренней стеновой панели второго этажа до 100 мм над такой же панелью первого этажа. Эта свисающая панель 15 марта в 20 ч сползла вниз без нарушения узлов соединения. Для предотвращения дальнейших деформаций и обрушения стеновых панелей были закреплены временными распорками из железобетонных сборных плит. В период с 14 по 18 марта наблюдались дальнейшие раскрытия трещин вследствие смещения стен лоджий первого этажа. Имело место также раскрытие горизонтальных швов между монолитными участками и сборными плитами перекрытий на 2—5-м этажах, где монолитный бетон был разрушен и наблюдалось выпучивание вертикальных арматурных стержней каркаса. На уровне 2-го этажа железобетонный порог был выдавлен вверх

на 50 мм (разлом порога). На первом этаже нарушена цельность вертикальных стыков соединения наружных панелей. 15 марта 1983 г. в 20 часов выпала внутренняя стеновая панель, что явилось следствием дальнейшего раскрытия швов вертикальных узлов соединения, а также деформации монолитных горизонтальных поясов. С 14 до 16 марта наблюдались разрушения внутренних перегородок из пемзобетонных плит. Марш-площадки и лифтовые шахты деформациям не подвергались. После обрушения в монолитных горизонтальных железобетонных поясах на уровне пола 2-го этажа обнаружено вкрапление льда и снега в трех местах высотой 30-40 мм длиной 20—25 см. Заполнение вертикальных и горизонтальных поясов местами было неполное, а бетон слабо уплотнен. При осмотре незакрытых частей фундаментов и цокольного этажа деформаций фундаментов и стыков соединения элементов цокольного этажа не обнаружено. Бетонирование монолитных железобетонных поясов и монтаж сборных панелей, производившиеся при отрицательных температурах без прогрева бетона и без применения противоморозных добавок, привело к замерзанию бетона и раствора. Стеновые панели и плиты перекрытий устанавливались на эа- 71

Рис. 53. Начало аварии дома. Обрушение угловой секции 9-этажного сейсмостойкого крупнопанельного жилого дома в г. Ереване мерзшее бетонное основание (монолитные железобетонные пояса). Повышение температуры наружного воздуха и воздействие солнечной радиации способствовало оттаиванию растворных швов и монолитных железобетонных поясов. Воздействие солнечной радиации усугубляло неравномерность оттаивания, дополнительно нагревая поверхности наружных стен и стыков, обращенных к солнцу (рис. 53). Так, неравномерное оттаивание по

сечению горизонтальных стыков приводило к изменению характера передачи вертикальной нагрузки в наружных стенах. В начальный период — при оттаивании растворных швов, расположенных у наружной поверхности стен — вертикальная нагрузка передавалась через более жесткий (замерзший) бетонный пояс (по внутренней грани наружной стены). По мере оттаивания бетонных поясов происходила передача вертикальной нагрузки через наружную грань наружной стены и возникал значитель-

Рис. 54. Выпуск арматуры в вертикальных стыках наружш панелей крупнопанельного втлого дома серии 1-451 в г. Ереване ный эксцентриситет и горизонтальный распор, нащ к наружной грани наружных стен. Соединение панелей в жесткую коробку здания о ется за счет монолитных железобетонных поясов. Г вании замороженного бетона поясов эти соединения ски. не работали, поэтому и сопротивление констру ния воздействию горизонтальных усилий (распора) 1 вании значительно ослабло. Можно предположить следующий механизм < конструкций дома. Оттаивание швов и бетонных п вело к резкому увеличению деформаций стыковых с и их ослаблению и перераспределению усилий мех рукциями дома. При смещении траектории перед) кальной нагрузки к наружной грани наружных сте выпирание последних. Итак, мощные горизонтальных антисейсмическ бетонные монолитные пояса в момент нагрева бете нечной радиации оттаивали и не могли нести вер нагрузку, в связи с чем происходило сползание вы] женных сборных конструкций.

Рис. 55. Продолжение обрушения крупнопанельного жилого дома в г. Ереване Ну а как же вертикальные стыки? Сварка сборных элементов в вертикальном

стыке должна была держать конструкции здания. К сожалению, в крупнопанельном доме был применен выпуск арматуры из наружных и внутренних стеновых панелей, так называемая, "щетина" с последующим ее бетонированием, в связи с чем сварка арматурных стержней отсутствовала. Если бы бетон схватился и набрал прочность, "щетина" бы сработала. Но поскольку бетон укладывался на замораживание, то в момент оттаивания последнего арматурные стержни вышли из вертикального стыка и не могли обеспечить несущую способность всего здания (рис. 54). Таким образом, бетон в горизонтальных монолитных поясах и в вертикальных швах, будучи замороженным в период отрицательных температур наружного воздуха, был достаточно прочным и позволил смонтировать 7 этажей здания. После нагрева конструкций и оттаивания бетона дом стал обрушиваться по частям, по мере прогрева отдельных участков. В одну из ночей, когда слегка подморозило, строители рискнули начать разборку конструкций верхних этажей дома и работали до утра. 74

Были демонтированы конструкции верхних этажей крупнопанельного здания, но дальше работать было опасно, так как появилось солнце и начался прогрев конструкции дома и оттаивание замороженного бетона в горизонтальных монолитных антисейсмических поясах и в вертикальных стыках. В итоге крупнопанельное здание обрушилось полностью (рис. 55). Выводы* Авария крупнопанельного 9-этажного дома в Ереване произошла вследствие нарушений правил зимнего производства работ. Оттаивание бетона в горизонтальных монолитных антисейсмических поясах и в вертикальных стыках, уложенного на замораживание, привело к значительному росту деформаций и ослаблению стыковых соединений, что

вызвало перераспределение усилий между элементами, перегрузку отдельных из них и обрушение крупнопанельного дома. ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО ДОМА-ОБЩЕЖИТИЯ НА 745 МЕСТ СЕРИИ 88, Г. СМОРГОНЬ, БССР Жители г. Сморгонь встречали весну. После морозных января и февраля месяцев 1986 г. третий день подряд стояла положительная температура наружного воздуха. Строители города монтировали 9-этажный крупнопанельный жилой дом-общежитие для рабочих, которые должны были возводить вторую очередь завода, выпускающего знаменитые белорусские большегрузные автомашины "БелАЗ". На третий теплый день пришелся и женский праздник 8 Марта. В этот день строители отдыхали... 7 марта в монтируемом 9-этажном крупнопанельном жилом доме был слышен треск и видны околы внутренних стеновых панелей — рабочие второй смены были сняты с объекта. Наступило 8 Марта. В 7 ч 40 мин в зоне осей 1-7 снизу доверху произошло обрушение части конструкций жилого дома. Дом как бы разрезался вдоль, при этом начала падать южная сторона, а северная сторона дома продолжала стоять. В 9 ч 40 мин обрушились конструкции, оставшиеся в доме и державшиеся на сварке по осям 5-6 (рис. 56). 8 11 ч продолжилось обрушение уже к осям 7-8, а с 12 ч 45 мин до 14 ч 40 мин - обрушение конструкций по осям 8-9. Затем наступил перерыв, который продолжался до 20 ч 45 мин, после чего началось обрушение конструкций в осях 9-12 (рис. 57). 75

МНИЛ I ■ "■Г Ш Г Рис. 56. Начало обрушения 9-этажного жилого дома серии 88 в г. Сморгонь БССР ЦП. V Рис. 57. Продолжение обрушения 9-этажного дома 76

и Рис* 58. Окончательное обрушение 9-этажного жилого дома В таком состоянии (рис. 58) оставшаяся часть

дома простояла с 8 по 30 марта 1986 г., когда произошло практически полное обрушение оставшейся части дома от середины до оси 14 и сразу от середины до оси 2. Осталась стоять часть здания по двум осям. Имеются очевидцы аварии дома, так как обрушение происходило в течение; довольно длительного периода времени. В чем же причина аварии такого довольно большого жилого дома с таким длительным сроком обрушения с 8 по 30 марта? Общежитие на 745 мест запроектировано из двух 9-этажных жилых блоков, расположенных со сдвижкой в плане и связанных между собой лифтовыми холлами и пристроенного 2-этажного блока обслуживания. Здание оборудовано техническим подпольем. Для привязки принят типовой проект общежития серии 88, разработанный институтом "Белгосщюект". Общая площадь здания 7439 м², объем -- 33 582 м³, сметная стоимость всего — 1590 тыс. руб., освоено на момент обрушения — 322 тыс. руб. В проекте общежития приняты следующие основные несущие конструкции. 77

Фундаменты ленточные прерывистые из сборных железобетонных плит. Стены технического подполья из сборных железобетонных блоков. Наружные стены - газосиликатные панели двухрядной разрезки, навесные. Внутренние поперечные несущие стены -- панели из плотного силикатобетона В15 шаг поперечных стен 6 м. Железобетонные многопустотные плиты перекрытий шириной 1,3 м. Общая устойчивость здания по проекту обеспечивается совместной работой вертикальных и горизонтальных диафрагм жесткости. В качестве вертикальных диафрагм жесткости приняты поперечные и продольные стены, горизонтальных -- диски перекрытий. Вертикальные нагрузки поэтажно принимаются и передаются стенами через платформенные стыки. Основанием фундаментов

служит супесь моренная твердая, песок пылеватый средней плотности и супесь пылевая твердая. Монтаж основных несущих конструкций здания производился в декабре 1985 - феврале 1986 г. По состоянию на момент обрушения здания было смонтировано в осях 1-6 на высоту 9 этажей, в осях в на высоту 7--8 этажей, в осях 7-12 на высоту 7 этажей, а в остальной части здания -- 6 этажей. По данным метеостанций температура воздуха с декабря 1985 г. по в марта 1986 г. была отрицательной. Как видно из табл. 14у начиная с 6 марта температура воздуха стала положительной до момента обрушения здания, т.е. 8 марта 1986 г. Как указывалось выше, обрушение южной стороны здания происходило в течение всего дня 8 марта, а остальная часть дома продолжала стоять до 30 марта, хотя тоже должна была бы обрушиться, однако в эти дни опять наблюдалась отрицательная температура наружного воздуха и раствор в горизонтальных швах и бетон в вертикальных стыках замерз и фактически здание держалось на прочности замороженного раствора и бетона. Начиная с 27 марта наступила положительная температура наружного воздуха, которая продержалась до 30 марта, когда рухнула вся остальная часть здания, кроме конструкций, расположенных в двух осях, где панели заклинило и эту часть дома растаскивали тросами трактора. Конструктивная система зданий серии 88 с "широким" шагом поперечных несущих стен (6 м), требует тщательного производства работ, особенно в зимнее время при отрицательной температуре наружного воздуха. 78

Та 0 лица 14
 Время монтажа здания Температура
 воздуха, °С
 Декабрь 1985 г. 1 10 19 31
 Январь 1986 г. 1 10 20 31
 Февраль 1 7 20 26
 Март 1 2 3 4 5 6 7 8* 9 12 14
 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
 -2,5 -2,3
 -13,8 -13,8 -16,1 -8,8 -5,4 -4,1 -П.1 11,0 -14,5 -т17,5 -21,5

-15,5 -16,7 -13.2 -4.2 +1.0 +0,5 +0,7 -2.5 -5.2 -11,0 -8,1
-7,0 -7,3 -5,5 -3,4 -5,2 -1,9 -0,0 -0.5 -0.4 +0.4 +3.4 +3,8
+2,3 Окончательное +0,3 обрушение дома • Обрушение
здания. До строительства 9-этажных домов-общежитий
в БССР возводились только 5-этажные жилые здания из
силикатобетона, которые хорошо себя
зарекомендовали. При переходе на строительство 9-
этажных крупнопанельных жилых домов необходимо
было провести расчеты конструктивной системы
здания. 79

При нагрузке на поперечные несущие стены - 60 т/м
важна проектная прочность бетона, а поскольку шаг
между поперечными стенами только 6 м, и наружные
навесные стены передавали нагрузку тоже на
внутренние стены, то возрастает роль вертикальных
стыков, а их число увеличилось в связи с тем, что
поперечные стены изготавливаются в автоклавах
шириной 2,0 м и для получения шестиметровых
стеновых панелей, приходится стыковать три панели и
бетонировать два вертикальных стыка. В лестничных
клетках с односторонним опиранием многопустотных
плит перекрытий образовались горизонтальные
штрабы, которые заделывались бетонными вкладышами
на двух растворных швах. При оттаивании раствора
вкладыши вывалились. Монтаж конструкций дома велся
на растворе методом замораживания без
противоморозных добавок. На 6—9 этажах
отсутствовало замоноличивание вертикальных стыков в
поперечных стенах. Не все швы между плитами
перекрытий были замоноличены. Таким образом,
обрушение жилого дома-общежития серии 88 в г.
Сморгонь было вызвано несколькими причинами:
проведением монтажа здания методом замораживания
без противоморозных добавок, отсутствием
замоноличиваний вертикальных стыков; недостаточным

замоноличиванием между плитами перекрытий; наличием монолитных участков в проекте дома. Все это привело в момент оттаивания раствора к потере устойчивости здания (рис. 59). Наличие вкладышей в местах с односторонним опиранием плит перекрытий, которые вывалились в момент оттаивания растворных швов, явилось продолжением причин обрушений зданий, имевших место ранее в других городах: в 1966 г. в г. Свердловске в 5-этажном крупнопанельном доме с магазином в первом этаже, в 1976 г. в г. Нижнекамске в 5-этажном крупнопанельном доме со сквозным проездом, в 1983 г. в г. Волгодонске в 9-этажном крупнопанельном жилом доме со штрабами в цокольной части здания. Практически ничего нового в этой аварийной ситуации не было — то же зимнее производство работ и обрушение весной в момент оттаивания. При этом смонтированный при положительной температуре воздуха аналогичный 9-этажный жилой дом-общежитие эксплуатируется нормально. Необходимо отметить, что 9-этажный жилой дом-общежитие монтировался из силикатобетонных конструкций, изготавливаемых в автоклавах. Размеры конструкций были в несколько раз меньше, чем изделия, изготавливаемые в кассетах 80

Рис. 59. Заполнение вертикальных стыков или по другой технологии. Уменьшение размеров изделий повлекло увеличение количества вертикальных и горизонтальных соединений -- тех самых элементов, которые должны тщательно выполняться особенно в зимних условиях. Сэкономив на цементе, изготавливая силикатобетонные изделия, потеряли на количестве соединений. При переходе с 5-этажных домов на 9-этажные необходимо применять изделия с повышенными (определенными расчетом) прочностью бетона и общей жесткостью здания. Ну и, наконец,

проектировщикам надо было четко проанализировать, какой же это дом — крупнопанельный или крупноблочный? По расходу арматуры — около 42 кг/м^2 ~ это, конечно, крупноблочный дом, сюда же можно было бы отнести и размеры конструкций. Однако для обеспечения продольной жесткости здания необходимо было иметь большие крупнопанельные стеновые па- 6— 193 81

нели или обеспечить их качественное соединение. То же относится и к обеспечению поперечной жесткости дома. Конструктивная система с "широким" шагом только 6 м и навесными наружными стеновыми панелями требует к себе большого внимания. Монтировать такие конструктивные здания на "замораживание" просто нельзя. Нормы должны это исключить. Вывод. Некачественное или вообще отсутствие замоноличивания вертикальных стыков» наличие в проекте монолитных участков и горизонтальных штраб» заделываемых бетонными вкладышами, которые вываливались в момент оттаивания раствора» привело к потере устойчивости части дома. Авария 9-этажного дома-общежития» смонтированного из силикатобетонных конструкций» произошла в период оттаивания раствора» уложенного "на замораживание" без противоморозных добавок. Конструктивная система 9-этажного дома с "широким" шагом поперечных несущих стен требовала очень тщательного производства работ и качества изготовления изделий в автоклавах. После прогрева оставшейся части дома-общежития произошло полное обрушение здания. ОБРУШЕНИЕ ЧАСТИ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 90 В Г. МОГИЛЕВЕ» БССР 9 марта 1986 г. в 19.00 ч в Могилеве рухнули торцовые стены и перекрытия 9-этажного 4-секционного 144-квартирного жилого дома серии 90-3

с узким шагом поперечных несущих стен. Строительство дома было начато 9 января 1986 г. и до момента обрушения были смонтированы 9 этажей» а для рядом расположенной секции выполнены только фундаменты. В процессе строительства дома выполнено уплотнение выявленных насыпных грунтов. С целью ликвидации возможной разности деформаций основания под фундаменты и для ускорения монтажа по просьбе ДСК проектным институтом был предусмотрен дополнительный деформационный шов. Монтаж дома закончился в январе и феврале 1986 г. в зимний период времени при отрицательной температуре наружного воздуха» причем основные несущие конструкции были смонтированы с отклонением от вертикали на отдельных этажах от 20 до 70 мм. В марте месяце максимальная температура наружного воздуха доходила до +4°С и в связи с северной ориентацией тор- 82

Рис. 60. Обрушение тор- цовых стен и плит перекры- тий крупнопанельного жилого I дома серии 90 ■ г. Могилеве цовой стены потребовалось шесть дней для того» чтобы оттаяли горизонтальные растворные швы и произошло обрушение внутренних поперечных стеновых панелей у температурного шва (рис. 60). Исследование результатов аварии показало, что вертикальные швы не были забетонированы на всю высоту здания (рис. 61). В крупнопанельных домах серии 90 вертикальные швы не свариваются, а имеющиеся петлевые накладки в трех ярусах по высоте панели должны быть обязательно забетонированы. В крупнопанельных зданиях особое внимание следует уделять монтажу конструкций, образующих температурные или деформационные швы. Поперечные несущие стены несут нагрузку от плит перекрытий только с одной стороны, т.е. возникает большой

эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки на поперечные несущие стены. В связи с этим необходимо особенно тщательно выполнять закрепление поперечных несущих стен в вертикальных и горизонтальных стыках. б* 83

Рис. 61. Обрушение и лей верхних этажей дома
Вертикальные стыки забетонированы не были, а накидные петли не смогли обеспечить устойчивость поперечных несущих стен при одностороннем загрузении их вертикальной нагрузкой. Кроме того, при выполнении стыков зимой при отрицательной температуре следует применять раствор с добавками, с тем чтобы в момент оттаивания он набрал требуемую начальную прочность. По данным завода при приготовлении раствора применяли противоморозные добавки (нитрит натрия, метилсульфит натрия), однако в момент обрушения раствор не имел достаточной прочности. Произошло выдавливание поперечной стеновой панели первого этажа дома, что повлекло за собой обрушение части здания (рис. 62). Обрушение произошло следующим образом: оттаяли горизонтальные растворные швы загруженных внутренних поперечных несущих стеновых панелей и так как вертикальные стыки не были забетонированы, а сварка в зданиях с "узким" 84

Рис. 62. Обрушение ■ наших этажей дома шагом поперечных несущих стен отсутствует, то поперечные стены фактически оказались без связей в вертикальных стыках. Под воздействием односторонней вертикальной нагрузки, стеновая панель первого этажа потеряла устойчивость, что вызвало последующее прогрессирующее обрушение части здания. Подобная аварийная ситуация произошла в Костроме 6 марта 1982 г. Причины практически те же. Только серия

крупнопанельного жилого дома 111-121. Поскольку обрушение конструкций крупнопанельных домов серии 111-121 и 90 произошло в 1982 и 1986 гг. в зоне температурного шва, то, очевидно, необходимо принять меры для усиления конструктивного решения температурных и деформационных швов в зданиях с "узким" шагом поперечных несущих стен. Необходимо, с нашей точки зрения, предусмотреть сварку поперечных стеновых панелей с плитами перекрытий для фиксации положения стеновых панелей до бетонирования вертикальных швов. 85

Следует проработать решение вертикального стыка таким образом, чтобы исключить при его устройстве применение наружной опалубки, и осуществлять бетонирование так, как это предусматривается в торцовых секциях. Необходимо в температурных и деформационных швах применять торцовые стеновые панели для экономии топлива и исключения аварийных ситуаций в будущем, так как применение внутренних стеновых панелей толщиной 12 см требует тщательного производства монтажа и фиксации конструкций до бетонирования вертикальных стыков. Отсутствие сварки в вертикальных стыках зданий с "узким" шагом поперечных несущих стен требует обязательного указания в проекте на необходимость поэтажной приемки крупнопанельных зданий, что, безусловно, исключит возможность монтажа конструкций крупнопанельных зданий последующих этажей без бетонирования вертикальных стыков и затирки горизонтальных швов предыдущих этажей дома. В типовых проектах крупнопанельных зданий серии 90/1.2 и в серии 90/1 при устройстве деформационных швов применяются наружные торцовые стеновые панели без облицовки. Аналогичное решение применяется и в крупнопанельных зданиях серии

121/1.2 и 121/1. Кроме того, для фиксации монтажного положения торцовых панелей, применяемых для деформационных или температурных швов, предусматривается сварка закладных деталей в перекрытиях с подъемными петлями наружных стеновых панелей. Применение сварки исключает возможное прогрессирующее обрушение торцовых панелей. Для исключения аварийных ситуаций необходимо обеспечить поэтажное бетонирование вертикальных стыков крупнопанельных зданий. Это может быть достигнуто только путем проведения поэтажной приемки крупнопанельных зданий, что, к сожалению, не делается. Поэтажная приемка и разрешение на монтаж последующих этажей позволит бетонировать вертикальные стыки и затирать горизонтальные растворные швы на каждом этаже дома, проверять качество производства работ не один раз, что, безусловно, позволит повысить качество крупнопанельного домостроения. Вывод. Установка у деформационного шва внутренних несущих стеновых панелей затрудняет бетонирование вертикальных стыков, так как требуется устройство опалубки с наружной стороны, в связи с чем вертикальные стыки не были забетонированы, а, как известно, сварка в зданиях с "узким" шагом поперечных несущих стен отсутствует. 86

Металлические накидные петли не смогли обеспечить устойчивость конструкций» и в момент оттаивания раствора в горизонтальных швах под воздействием односторонней вертикальной нагрузки торцовые стеновые панели первого этажа потеряли устойчивость» что вызвало последующее обрушение части крупнопанельного здания. Решение об установке в деформационных швах торцовых стеновых панелей вместо внутренних стеновых панелей должно быть

использовано- проектными организациями при разработке проектов» для исключения повторения ошибок» указанных выше. ОБРУШЕНИЕ 0-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 111-83 В Г. ВОЛГОГРАДЕ В ночь на 10 апреля 1987 г. в 1 ч 10 мин обрушилась часть крупнопанельного жилого дома серии 83» возводимого в 183 микрорайоне Волгограда {рис. 63}. Произошло частичное обрушение девяти этажей в средней части 72-квартирной рядовой блок-секции над ее сквозным проездом на первом этаже между осями 7с и Юс (наружная стена» внутренние стены» перекрытия и лестничные клетки). Объем обрушившихся конструкций составил 586 м³. Несчастных случаев и травмирования людей при аварии не было. Производство строительно-монтажных работ было приостановлено до завершения разборки завалов и зависших во время аварии конструкций. В предшествующий обрушению день в блок-секции производились работы по монтажу парапетных панелей» установке подоконных досок. Сантехниками на всех этажах велся монтаж приборов отопления с использованием газосварки. Признаков предаварийного состояния здания не наблюдалось. Очевидцев аварии не было. По объяснению квартиросъемщика рядом расположенного дома самой аварии он не видел» но обрушение сопровождалось слуховым впечатлением чего-то рухнувшего» затем скрежета металла» звона разбивающегося стекла» треска лопающегося железобетона» продолжавшихся в течение 5-7 мин. По объяснению сторожа перед обрушением он услышал взрыв» а затем шум обвала конструкций. Нагрузок и воздействий на конструкции дома» не предусмотренных проектом» не зафиксировано. Вблизи строительства взрывных работ» забивки свай» рыхления грунта и других работ с динамическими воздействиями не производилось. 87

Рис. 63. Обрушение 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии 83 ■ г. Волгограде ■ месте сквозного проезда Установлено, что в процессе строительства дома без согласования с проектной организацией и заказчиком была произведена замена сборных керамзитобетонных поясов на монолитные, выполненные из керамзитобетона класса В25, который был уложен в 1-ю смену ориентировочно 5-8 января 1987 г., а во 2-ю смену был проведен электропрогрев его сварочным трансформатором. В журнале работ не отражены условия производства, время работ и контроль за электропрогревом бетона монолитных поясов. 88

Фактическую прочность поясов установить не удалось» так как три из них находились в завал сие от обрушения» а часть сохранившегося монолитного пояса обследованию не подвергалась из-за опасности обрушения нависших над ним конструкций. По визуальному осмотру сохранившаяся часть пояса имеет темно-серую окраску бетона» часть сечения которого выкрошилась. В зоне соприкосновения этого бетонного пояса с конструкциями стеновой панели и сборной железобетонной балки имеются влажные участки. Причинами обрушения 9-этажного дома явилась недостаточная прочность бетона в монолитном железобетонном поясе у сквозного проезда. Бетон» уложенный в поясе у сквозного проезда при отрицательной температуре наружного воздуха в январе 1987 г.» был заморожен и не прогрет. Замороженный керамзитобетон имел прочность до 10 МПа» вполне достаточную» чтобы провести монтаж вышележащих этажей крупнопанельного здания в течение января» марта и девяти дней апреля 1987 г. В начале апреля наступила положительная температура наружного воздуха. Однако этого оказалось

недостаточным» чтобы оттаял керамзитобетон» так как минимальная температура воздуха еще была отрицательной. Наконец» начиная с 7 апреля максимальная и минимальная температура наружного воздуха (табл. 15) стала положительной. Потребовалось три дня для оттаивания керамзитобетонных поясов у сквозного проезда» что привело к обрушению части 9-этажного крупнопанельного дома. Таблица 15

Месяц, число	Декабрь 10	Декабрь 20	Декабрь 30	Январь 10	Январь 20	Январь 30	Февраль 1	Февраль 20	Февраль 20			
Температура воздуха, °С	-5,8	-12,1	-9,0	-10,8	-10,4	-20,8	-16,3	-20,5	-18,0			
Месяц, число	Март 10	Март 20	Март 30	Апрель 2	Апрель 3	Апрель 4	Апрель 5	Апрель 6	Апрель 7	Апрель 8	Апрель 9	
Температура воздуха	-13,6	-16,8	-9,7	-8,6	-7,4	-3,3	-3,9	-6,6	-6,1	-4,1	+0,4	+0,2

Ю.1* 89

5,600 СБОРНЫЙ КЕРАМЗИТО- БЕТОННЫЙ ПОЯС ш 1^100
 6000' 6000 ш 4 Рис. 64. Схема опирания* 4 стеновых панелей на керамзитобетонный пояс Рис. 65. Сквозной проезд ■ 9-этажном крупнопанельном жилом доме я I Ш I >ч' 90

Рис. вв. Обрушение крушолоеиных конструкций 9-этажного жилого дома ■ г. Волгограде В данном случае керамзитобетонные пояса выполняли роль одного перекрытия в платформенном стыке крупнопанельного дома. Оттаивание керамзитобетонного пояса превратило платформенный стык в неустойчивую конструкцию с большим эксцентриситетом для внутренней поперечной несущей стены (рис. 64-66). В свою очередь, оттаивание раствора в горизонтальном шве под внутренней стеной лишило ее сцепления с раствором и привело к потере устойчивости. Вслед за стеновыми панелями первого и второго этажей рухнули все вышерасположенные конструкции. Раствор и бетон в горизонтальных швах и вертикальных стыках также оттаял и нарушилась связь между элементами здания.

При монтаже конструкций был применен раствор с проти- воморозными добавками нитрита натрия, что должно было обеспечить в момент оттаивания нормальную работу конструкций здания. Раствор, как правило, набирает прочность 4— 5 МПа (40-50 кг/см²) в момент наступления положительной 91

температуры наружного воздуха. Наружная стена, обращенная на южную сторону, еще подвергалась воздействию солнечной радиации, что и привело к набору прочности раствора в горизонтальных швах, в связи с чем продольная наружная стена не обрушилась. Мы уже упоминали об авариях крупнопанельных зданий в связи с оттаиванием горизонтальных штраб в платформенных стыках в городах Свердловске, Нижнекамске, Волгодонске, Соргоны. Авария в Волгограде фактически подтвердила еще раз мнение о том, что необходимо исключить из платформенных стыков устройство монолитных штаб, так как это приводит к аварийным ситуациям. Наиболее приемлемым решением в этом случае должно быть увеличение длины одного сборного перекрытия, которое могло бы воспринимать полную нагрузку от внутренних несущих стеновых панелей. ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 83-016 В Г. ЦЕЛИНОГРАДЕ КАЗАХСКОЙ ССР 6 марта 1988 г. в Целинограде произошло обрушение конструкций 9-этажного односекционного 36-квартирного крупнопанельного дома серии 83-016 с "широким" шагом попереч-

Месяц	число	Температура, °С
12ч	-15	-6
-19	-6	-19
-14	-4	-14
-9	-20	-11
-15	-24	-8
-6	-5	-4
+0,2	+0,0	18ч
-11	-6	-24
-6	-24	-14
-5	-20	-11
-25	-16	-20
-28	-13	-10
-8	-8	-5
-2,0*	Январь	5
10	15	20
25	30	Февраль
5	10	15
20	25	Март
2	3	4
5	6	*Обрушение дома.

02

Рис. 67. Обрушение 9-этажного крупнопанельного жилого дома в г. Целинограде несущих стен и плитами перекрытий, опертыми по двум сторонам {рис. 67-69). Обрушение произошло в период отсутствия рабочих на объекте, поэтому жертв и пострадавших не было. Конструкции обрушились почти вертикально, образовав небольшую гору битого бетона. Монтаж конструкций дома производился в зимний период при отрицательных температурах наружного воздуха (табл. 16). На момент обрушения монтаж был завершен и велась подготовка к отделочным работам. При монтаже крупнопанельного здания были допущены грубые нарушения правил производства строительномонтажных работ в зимних условиях и требований Строительных норм и правил в части монтажа и приемочного контроля смонтированных конструкций. Конструкции монтировались с применением малопрочных растворов без противоморозных добавок, "на замораживание", с завышением толщины горизонтальных швов в платформенных стыках до 60 мм против 20 мм по норме. Вертикальные стыки наружных и внутренних стен при монтаже дома не замоноличивались. Монтажные сварные соединения панелей выполнялись некачественно. Контроль за прочностью раствора в швах не производился. Поэтажной приемки смонтированных конструкций с оформле- 93

«\Лв>м<л Л** „ Рис. 68. Разбитые крупнопанельные конструкции жилого дома Рис. 69. Все, что осталось после вывоза обломков бетонных панелей 94

нием технической исполнительной документации на объекте не было. При наступлении положительных температур (было включено внутреннее центральное отопление и наступила оттепель снаружи дома) не

набравшие прочность замороженные растворные швы в платформенных стыках оттаяли и деформировались, в результате чего внутренние стены получили значительные неравномерные осадки. Из-за слабых связей в стыках внутренних стен с наружными часть наружных стеновых панелей вышла из плоскости и обрушилась, после чего внутренние несущие стены потеряли устойчивость и произошло общее обрушение здания.

ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО МОНОЛИТНОГО ДОМА В Г. ЛАХТИ (ФИНЛЯНДИЯ) В г. Лахти (Финляндия) был возведен 9-этажный монолитный бетонный дом, наружные стены которого были утеплены мелкими блоками из газобетона и прогреты калориферами. Такая конструкция наружных стен является типовой в Финляндии для многоэтажных зданий. Толщина внутреннего бетонного слоя наружных стен обычно составляет 15-16 см, а толщина наружного утепляющего слоя из газобетонных блоков принимается в зависимости от климатического района строительства 12-16 см. Для возведения стен вначале устанавливается щитовая опалубка по периметру. С внутренней стороны наружных стен ставили сплошную опалубку, а с наружной - реечную, а затем устанавливались газобетонные камни утепляющего слоя таким образом, чтобы между их внутренней поверхностью и сплошной опалубкой оставалось свободное пространство толщиной 15—16 см, а в это пространство укладывается бетон несущего слоя. Затем армируется и бетонируется перекрытие этажа, выдерживаемое вместе со стенами в опалубке до приобретения бетоном распалубочной прочности. При возведении таких зданий в зимний условиях после бетонирования стен и перекрытий закрываются все проемы наружных стен и внутри опалубочного тепляка устанавливаются нефтегазовые калориферы с таким расчетом, чтобы они обеспечивали нагрев внутреннего воздуха до +30--40°C.

Строительство дома в г. Лахти начали осенью, бетонирование стен и перекрытий подвала закончили при положительной температуре. После заполнения опалубки стен цокольного этажа бетоном температура воздуха неожиданно снизилась до 95

минус 26°С. В помещении цокольного этажа срочно организовали периодическое прогревание воздуха калориферами в течение 5 сут. Однако, как потом выяснилось, бетон стен цокольного этажа частично замерз и при отогревании получил невысокую прочность (3,5—5,5 МПа). Вышележащие этажи здания возводились при* установившейся отрицательной температуре воздуха с соблюдением нормального режима обогрева бетонных конструкций, обеспечивающего набор прочности бетоном 12,5—18,0 МПа. При весеннем потеплении замерзший бетон цоколя оттаял и не смог вынести передававшуюся на него нагрузку от вышележащих девяти этажей. Здание полностью обрушилось. Аналогичный случай с неожиданным понижением температуры наружного воздуха произошел при возведении монолитных конструкций во многих других местах. В момент оттаивания бетона, который может быть заморожен в связи с резким понижением температуры наружного воздуха, происходят многочисленные аварии зданий и сооружений. Особенно это явление стало актуальным в последнее время, в связи с практически непредсказуемыми капризами погоды. В связи с вышеизложенным необходимо доводить в монолитных конструкциях прочность бетона до требуемой и только после этого продолжать строительные работы. Вывод. При резком понижении температуры наружного воздуха бетон цокольного этажа замерз, а при отогревании не получил требуемой прочности. В весенний период бетон цоколя оттаял и не смог выдержать нагрузку от

вышележащих этажей. Здание полностью разрушилось.

ГЛАВА II. АВАРИИ ЗДАНИЙ, МОНТИРУЕМЫХ МЕТОДОМ ПОДЪЕМА ПЕРЕКРЫТИЙ Филип Юту и Томас Слип в 1948 г. разработали, а в 1950 г. внедрили метод подъема перекрытий, который нашел широкое применение во всем мире. Но уже в 1952 г. в городах Оджес и Кливленд штат Огайо (США) обрушилось два дома, а в 1954 г. в г. Сан-Матео (США) обрушилось здание высшей школы, в результате чего пострадало 12 чел. 96

Основной причиной аварий зданий, монтируемых методом подъема перекрытий, явилась недостаточная жесткость здания, вызванная увеличением гибкости колонн из-за отсутствия поэтажной заделки плит перекрытий у колонн и у ядер жесткости. После анализа аварий было предложено использовать растяжки для крепления колонн с целью предотвращения бокового смещения последних. Однако это мнение оспаривалось, предлагалось крепить колонны к плитам перекрытий, в связи с чем отпадала необходимость во временных распорках. Предполагалось так расположить колонны, чтобы сами колонны несли случайные боковые нагрузки во время подъема плит перекрытий. Пока идут творческие споры, аварии продолжаются - упало 16-этажное здание в г. Ереване, 13-этажное здание в г. Бриджпорте (США), 12-этажное здание в г. Ташкенте, 5-этажное здание в Праге (ЧСФР), 3-этажное здание с железобетонным куполом в г. Бирштонасе (Литва). Сам метод достаточно эффективен, но есть обязательные требования по соблюдению технологии монтажа зданий, монтируемых методом подъема перекрытий. Метод подъема перекрытий еще слабо отработан с точки зрения техники безопасности при производстве работ. В Еревана пострадало 4 чел., в г. Бриджпорте - 28 чел., а г. Сан-Матео — 12 чел., в г. Бирштонас — 2 чел. Кроме

того, все аварии зданий, монтируемых методом подъема перекрытий, происходят с последующим прогрессирующим обрушением всех ниже и вышерасположенных плит перекрытий и колонн. Итак, прогрессирующее обрушение и низкая техника безопасности приводят к очень тяжелым последствиям. Очевидно, необходимо предусмотреть обязательное возведение конструкций в ядрах жесткости для возможности ухода монтажников на лестничные марши и лестничные площадки в момент подъема или опускания плит перекрытий. Необходимо категорически запретить нахождение людей на перекрытиях в момент работы подъемных устройств, что должно быть записано в проектах и государственных стандартах. К сожалению, в СНиП 3.03.01-81 "Несущие и ограждающие конструкции" с разделом "Возведение зданий методом подъема перекрытий" нет жестких рекомендаций на сей счет. Обрушение зданий в городах Сан-Метео, Бриджпорте, Праге подтверждают интернациональный характер способов возведения зданий различной конструктивной системы. Имеются 7 —193 97

Рис. 70. Строительство в Шаумянском районе г. Еревана 16-этаж. ада- методом подъема перекрытий зооо Броо ЛГ"~ М.900 Рис. 71. План и конструктивная сжема жилого дома №37 7* 90

^. 3*^д Л 1 1 1 1 1*4 Г] 'г4 4^: , 8В Рис. 72.

Железобетонное ядро жесткости с внутренним диаметром 8,3 м и с внешним очертанием в виде девятиугольника % ^1 "Трилистник", возводимое методом подъема перекрытий (рис. 70, 71). Конструктивная схема здания рамно-связевая с центрально расположенным железобетонным ядром жесткости с внутренним диаметром 8,3 м и с внешним очертанием в

виде девятигранника. Толщина стен ядра 40 см, а в местах проемов — 60 см, бетон класс В15. Междуэтажные перекрытия железобетонные, монолитные цельные на этаж, площадью 724 м², толщиной 18 см, из бетона класса В15. Каркас здания состоит из 30 сборных железобетонных пятиярусных колонн, расположенных вне ядра жесткости. Сечение колонн нижних ярусов 45x45 см, верхних 40x40 см. Нижние колонны выполнены из бетона класса В40, верхние из В25. Ядро жесткости и расположенные по его периметру шесть колонн имеют общий фундамент в виде круглой монолитной железобетонной плиты диаметром 15 м, высотой 3,8 м. Фундаменты под колонны в виде отдельно стоящих железобетонных башмаков стаканного типа размером в плане 2,2x2,2 м из бетона класса В15. Осно- 100

ванием здания в соответствии с инженерно-геологическим заключением служат скальные грунты в виде трещиноватых базальтов коренного залегания. Сейсмичность участка строящегося дома 7 баллов. В состав проектной документации включен проект организации строительства (ПОС), учитывающий специфические особенности возведения зданий методом подъема перекрытий. Строительство дома начато в середине 1979 г. Подъем плит перекрытий осуществлялся специальным подъемным оборудованием, управляемым с пульта, находящегося на плите перекрытия 16-го этажа. На монтаж, демонтаж и эксплуатацию подъемного оборудования имеются специальные инструктивные документы. По состоянию на 3 апреля 1982 г. ядро жесткости было возведено до уровня 10-го этажа (отм. 30,62 м) включительно (рис. 72), а три яруса всех 30 колонн — до отметки 32,18 м. Частично были смонтированы наружные стеновые панели на 2—3 этажах. Плиты

междуэтажных перекрытий 1—6 этажей находились на проектных отметках, причем перекрытия первых двух этажей были замоноличены с ядром жесткости полностью, а третьего этажа — частично. Остальные плиты перекрытий попарно находились на промежуточных отметках. По данным авторского надзора вершины всех колонн третьего яруса по отношению к перекрытию 4-го этажа имели отклонения от вертикали приблизительно на 25 см. В колоннах, стыках и в плитах перекрытий при визуальном осмотре никаких повреждений не было обнаружено. В связи с отклонением колонн строительно-монтажные работы на объекте были остановлены. Отклонение колонн второго и третьего ярусов от вертикали явилось результатом нарушения технологии подъемно-монтажных работ - несвоевременного замоноличивания с ядром жесткости плит перекрытий 4—6 этажей, достигших проектных отметок, а также отсутствия металлических клиньев в зазорах между ядром и пакетом плит, которые находились на промежуточных отметках. Расчетом было установлено, что отклонение колонн от вертикали позволяет произвести опускание плит без дополнительных технических решений и мероприятий с целью приведения каркаса в проектное положение. В связи с этим было решено осуществлять опускание пакетов плит, находящихся на втором и третьем ярусах колонн. 17 апреля в 11 часов две пары плит и одиночная плита были опущены соответственно с отметок 29,97 на 27,01 м, с 18,13 на 15,17 м, с 21,09 на 18,13 м, а в 12 часов в процессе 101

ГЗг ч опускания пакета плит 9-го и 10-го этажей с отметки 21,83 на отметку 18,87 м произошло обрушение здания. После обрушения каркаса ядро жесткости осталось на месте с повреждениями в зоне 5-7 этажей (рис. 73). Нижняя часть ядра в пределах четырех

этажей сохранилась в проектом положении, а в поврежденной зоне в пределах 5-7 этажей наблюдались горизонтальные и наклонные трещины, разрушение отдельных участков и вмятин. Верхняя часть ядра выше 7-го этажа имела сдвиг с поворотом до 30 см по часовой стрелке относительно нижней части и отклонения по вертикали. Разрушенные плиты перекрытий оказались в виде беспорядочного пакета внизу в форме шатра вокруг ядра. Части колонн верхнего яруса с подъемниками и обрывками тяг лежали на обрушившейся плите 16-го этажа, также с поворотом по часовой стрелке, а остальные колонны, разбитые на части, оказались между плитами перекрытий (рис. 74). Рабочие чертежи и расчеты несущих конструкций дома как в стадии эксплуатации, так и в стадии подъемно-монтажных работ соответствовали требованиям нормативных документов. 102

По данным физико-механических испытаний бетонов было отмечено соответствие фактической прочности бетона колонн и перекрытий проектной прочности. В то же время неудовлетворительное качество бетонирования отдельных участков ядра жесткости, а также повышенное содержание углерода в арматурной стали колонн, хотя и повлекли снижение качества несущих конструкций, однако они не могли явиться причиной обрушения дома. Проведенные расчеты показали, что отклонение колонн от вертикали не является причиной обрушения дома, так как при наличии раскрепления плит с ядром жесткости и фактических величинах вертикальных нагрузок, составляющих до 50% расчетной величины, отклонение колонн до 25 см от вертикали при отсутствии поперечных сил не могло исчерпать несущую способность каркаса здания. Обрушение строящегося здания произошло вследствие разрушения каркаса,

состоящего из колонн трех ярусов общей высотой 32,18 м и 16 цельных на этаж плит перекрытий, на- 103

ходящихся по одной или попарно в пакете на разных отметках. Разрушение каркаса произошло в результате потери несущей способности части колонн, расположенных по внешнему контуру каркаса в пределах отметок 24,05-18,13 м (на уровне 8—7 этажей) под действием значительной горизонтальной силы, возникшей во время опускания пакета в результате перекоса и смещения пакета. Основной причиной обрушения каркаса дома N'37 явилось нарушение исполнителями отдельных операций технологического процесса монтажных работ, носящих циклический, многократно повторяемый характер, выразившееся в несвоевременной установке и удалении металлических клиньев между ядром жесткости и плитами перекрытий, а также в частичной отсутствии деревянных клиньев в захватных гнездах, фиксирующих грузовые тяги подъемников. Отсутствие деревянных фиксирующих клиньев в захватных гнездах плит, а также наличие стальных клиньев в зазоре между опускаемым пакетом плит и ядром жесткости подтверждается показаниями свидетелей. Согласно принятой технологии перемещение плит перекрытий допускается производить после освобождения перемещаемых перекрытий от раскрепляемых с ядром жесткости стальных клиньев. Перекос опускаемого пакета плит 9—10 этажей мог произойти при наличии "препятствий" в виде стальных клиньев, оставшихся в зазоре между ядром жесткости и плитой. При перекосе плит отдельные грузовые тяги подъемников могли высвободиться из захватных гнезд воротников, что вполне вероятно при отсутствии фиксирующих деревянных клиньев. Нагрузка от высвободившихся грузовых тяг могла перераспределиться между

оставшимися в заземлении грузовыми тягами и перегрузила последние. По мере опускания пакета плит перекося увеличивался, что вызвало резкое возрастание нагрузки на грузовые тяги и привело к последовательному разрыву тяг. Следствием этого явились поворот плиты и удар пакета плит по колоннам. Причем наибольшие нагрузки пришлись на колонны, максимально удаленные от ядра жесткости, которые разрушились в первую очередь. Это повлекло за собой падение как опускаемого пакета, так и трех вышележащих пакетов плит. Плиты при падении разрушили колонны, нанесли косою удар и одновременно вызвали поворот ядра жесткости в пределах отметок 18,13-12,21 м. Далее наступило разрушение остальной части каркаса. Вывод. Нарушение технологического процесса при опускании плит перекрытий, а именно не удаленные вовремя метал- 104

лические клинья, установленные в зазоры между ядром жесткости и опускаемыми плитами, в то время как деревянные клинья не были установлены в захватные гнезда, фиксирующие грузовые тяги подъемников, вызвало обрушение 16-этажного жилого дома в г. Ереване. Итак, одни клинья не были убраны, а другие не были поставлены - опять та самая мелочь, которой мы привыкли не придавать большего значения и из-за которой возникают и происходят аварийные ситуации.

ОБРУШЕНИЕ 12-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. ТАШКЕНТЕ

В Ташкенте монтировался 12-этажный 60-квартирный жилой дом, возводимый методом подъема перекрытий (рис. 75). Здание имело размер в плане 24,2x24,2. Основные несущие железобетонные элементы — колонны и плиты перекрытий, изготовлялись на месте. Подъем плит перекрытий велся 20 домкратами, установленными на 20 колоннах. После

подъема пакета плит перекрытий на монтажные отметки 4—5 ярусов монтаж был остановлен, и плиты оставались в подвешенном состоянии трое суток. Подъемное оборудование было установлено на колоннах с превышением проектной отметки на 2,9 м, что увеличило свободную длину колонны против расчетной величины и значительно снизило из-за резкого повышения гибкости несущую способность колонн. Четыре подъемника не работали и нагрузка от них перераспределилась на оставшиеся 16 колонн, и приведенная продольная сила наиболее нагруженной колонны составила 5,7 кН при фактической несущей способности, в созданных монтажных условиях равной 2,5 кН. Трое суток верхний пакет из двух железобетонных плит перекрытий находился в подвешенном состоянии на 16 тросах, закрепленных на 16 колоннах. Средний пакет из двух железобетонных плит перекрытий, зафиксированных на штырях в колоннах, не был завязан с ядром жесткости. В отличие от конструктивной схемы, примененной в Ереване, при проектировании здания в Ташкенте были использованы ядра жесткости круглого сечения диаметром 7,2 м (рис. 76), что не способствовало нормальному креплению плит перекрытий и не препятствовало передаче крутящегося момента при потере устойчивости колонн каркаса. Обрушение плит 105

Рис. 76. Обрушение 12 106

Рис. 77. Обрушение колонн и плит перекрытий Рис. 78. Обрушение плит перекрытий 107

происходило с кручением вокруг круглого ядра жесткости с последующим прогрессирующим обрушением нижележащих конструкций до перекрытия над подвалом. Обрушилось 1400 м³ железобетонных

конструкций (рис. 77, 78). Естественно возникает вопрос, почему 3 суток висели пакеты плит перекрытий и чего ждали строители? Почему не производили подъем или опускание плит, почему не закрепляли поднятые пакеты перекрытий? К сожалению, вопрос остался без ответа. Обрушение зданий, монтируемых методом подъема перекрытий, происходило по двум основным причинам — увеличение свободной длины колонн в связи с отсутствием поэтажного закрепления поднятых плит перекрытий с несущими колоннами и ядрами жесткости, а также увеличение нагрузки на несущие колонны в связи с неисправностью части домкратов и за счет выхода части колонн из плоскости, что уменьшило их фактическую несущую способность. Указанные ошибки были повторены при возведении 12-этажного жилого дома методом подъема перекрытий, что и привело к обрушению здания.

ОБРУШЕНИЕ 3-ЭТАЖНОГО КАРКАСА С КУПОЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ В Г. ВИРШТОНАСЕ Корпуса грязелечебницы в г. Бирштонасе спроектированы из сборных железобетонных колонн и монолитных перекрытий. Здание сложной конфигурации в плане возводится методом подъема перекрытий толщиной 200 мм из бетона класса В25. Колонны заделаны в стаканы монолитных железобетонных фундаментов из бетона класса В25. В центральной части здания запроектированы два железобетонных монолитных купола трехслойной конструкции с внутренним диаметром 14 и 19 м. Перекрытия и покрытия с куполом поднимаются электромеханическими подъемниками, опираемыми на колонны. Строительство грязелечебницы начали в мае 1984 г. К возведению вестибюльного участка центральной части здания приступили 7 апреля 1987 г. Плиты перекрытия и купол бетонировались в июне—сентябре 1988 г. Окончание монтажа каркаса вестибюльного участка центральной части здания —

поднятие плиты покрытия с куполом на проектную отметку было выполнено 4 и 6 апреля 1988 г. Температура воздуха была +6С°, ветер юго-восточный 108

/ ^ мЦ В *~ Рис. 70. Обрушение 3-этажного каркаса с купольным перекрытием водогрязелечебницы, монтируемой методом подъема перекрытий, в г. Бирштонас и яг|| * « « Рис. 80. Бетонирование купола 109

Рис. 81. Обрушение 3-этажного здания с куполом, монтируемого методом подъема перекрытий Рис. 82. Обрушение ку- I К)

2-4 м/с, без осадков. 4 апреля производился подъем плиты покрытия с куполом с плиты перекрытия второго этажа на отметке +7,42 м на проектную отметку. Конструкция на отметке 11,55 м было оставлена висеть на тягах подъемников. 5 апреля работы по установке конструкций были продолжены. Непосредственно перед аварией в вестибюльном участке центральной части здания на отметке И-11,5 м двумя рабочими производились работы по установке плиты покрытия с куполом в проектное положение, т.е. после геодезической выверки штырей и выравнивания горизонта опор при помощи металлических прокладок была осуществлена посадка конструкций на опоры. Затем освобождались тяги подъемников — выбивались деревянные клинья из гнезд фиксации. На перекрытии над цокольным этажом производилась геодезическая съемка возведенных конструкций. Признаков предаварийного состояния здания зафиксировано не было. Авария произошла 5 апреля около 12 часов (рис. 79-82). Полностью разрушен каркас вестибюльного участка (525 м³ сборного железобетона),

незначительная часть кирпичной кладки, повреждены домкраты, травмированы двое рабочих. Техническая комиссия, обследовавшая причины аварии на строительстве водогрязелечебницы в г. Бирштонасе, отметила, что при проектировании железобетонного купола над вестибюлем было допущено устройство проемов в нижней части купола, что привело к нарушению пространственной работы купола в ярусе высотой до 1,3 м у опорного контура и возникновению растягивающих напряжений в опорном контуре. Возведение здания велось без детально проработанного проекта производства работ. Была проведена частичная замена класса арматуры, не выдержаны толщины защитных слоев бетона. Точность изготовления и монтажа колонн не обеспечивали равномерного опирания кольца купола на опоры (отклонения штырей по вертикали составляли до 5 см); были применены непроектные металлические воротники; не замоноличены зазоры между колоннами и воротниками, а также не выполнены участки перекрытий между вестибюльной частью и другими корпусами. Прочность бетона в конструкциях была близка к проектной, а арматурная сталь по химическому составу соответствовала стандартам. Технический надзор не требовал заделки раствором зазоров между плитами и гранями колонн, подъем перекрытий производился без устройства временных металлических связей по верху колонн вестибюльного участка. 111

Основной причиной аварии явилась потеря несущей способности купольной плиты покрытия» ослабленной вырезами для пропуска колонн, при воздействии монтажных нагрузок. Дальнейшему разрушению вестибюльной части здания способствовала недостаточная устойчивость колонн динамическим воздействием из-за отсутствия связи с построенными

корпусами и, главное, отсутствия замоноличенных зазоров между колоннами и плитами перекрытий. Возможно, что при укладке купольной плиты на опорные штыри, верх которых не совпадал с отметками опорных частей, нагрузка концентрировалась не на все опоры. Увеличенная нагрузка на один из воротников вырвала его. Обрушение трехэтажного каркаса с купольным покрытием вестибюльного участка водогрязелечебницы отличалось от вышеописанных аварий зданий, монтируемых методом подъема перекрытий, только наличием купола, который тоже монтировался на колоннах. Само конструктивное решение с применением купола неоднократно использовалось в практике строительства, особенно в Литве и подробно описано в литературе. При возведении трехэтажного каркаса с куполом пренебрегли опытом, полученным ранее, и провели монтаж с нарушением качества производства работ, что привело к обрушению здания. **ОБРУШЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В Г. БРИДЖПОРТЕ, США** Комплекс в 13 этажей стоимостью 17 млн. долларов рухнул 23 апреля 1987 г. в 13 ч.30 мин в г. Бриджпорте, США (рис. 83-87). Произошла авария в жилом комплексе "Л'амбианс Плаза". Сооружение воздвигалось методом подъема перекрытий, при котором железобетонные перекрытия, забетонированные на первом этаже, поднимались в проектное положение домкратами, установленными на оголовках стальных колонн. Здание, в котором должны были быть 5-этажный подземный гараж и 218 жилых апартаментов; готовое на 60%, рухнуло. Сооружение состояло из двух отстоящих друг от друга прямоугольных башен. Плиты перекрытий с последующим натяжением арматуры толщиной 18 см и размером 30,5x18,3 м в плане изготавливались для каждой секции здания. Большая часть фундаментов

была запроектирована с опиранием на скальное основание. 112

Рис. 83. Плая дома, монтируемого методом подъема перекрытий, г. Бриджпорте (США) / -• металлические колонны; 2 -• стены жесткости П 11 Рис. 84. Метод подъема плит перекрытий / - бетонирование плит перекрытия на земле после монтажа колонн; 2 •• подъем плит верхнего этажа; 3 •• подъем остальных плит и закрепление плиты перекрытия 2-го этажа; 4 -- монтаж несущих колонн и продолжение подъема перекрытий; 5 -- закрепление поднятых плит перекрытий к колоннам. 8—193 113

п ГЯОР Рис. 86. Монтаж плит перекрытий / - опорная подушка; 2 - стальная колонна; 3 - металлические воротники; 4 - междуэтажные плиты перекрытий; 5 - бетонная фундаментная подушка; в - опорные пластины; 7 - междуэтажное перекрытие, установленное на место Домкраты, установленные на верхних торцах колонн, поднимают плиты через подъемные тяги, которые соединены с подъемными хомутами, нанизанными на колонну. Хомуты литые и арматура плиты привариваются к ним. Когда случилась авария, шесть этажей здания были подняты. Что точно произошло, остается не совсем ясным. Рабочие и зрители, находившиеся поблизости, упоминают о каком-то треске, который предшествовал обрушению, а затем раздался звук, напоминающий взрыв. Одна из башен при разрушении упала на другую и разрушила ее. Происшедшая авария вызвала самые различные суждения американских специалистов. Хотя к этому времени в США уже произошли обрушения зданий, монтируемых методом подъема перекрытий, -- американские инженеры-строители считали, что сам метод очень перспективный. Инженеры-конструкторы

утверждали, что этот вид строительства наиболее безопасный. Бетонирование перекрытий на 114

Рис. 86. Обрушение здания, монтируемого методом подъема перекрытий Рис. 87. Обрушение здания в г. Нридждпорте (США) 8* 115

уровне земли исключает возможность падения рабочих или материалов с высоты строящихся этажей. Однако операция подъема требует определенной точности, так как любая ошибка может привести к прогрессивному разрушению. Например, падение плиты может привести к разрушению всего здания. Даже если плита, находящаяся в середине, рухнет, она, вероятнее всего, собьет колонны, и верхние плиты тоже рухнут. Экономисты считали, что метод подъема перекрытий экономичен из-за того, что исключается необходимость построения опалубки при сложных условиях. Плиты перекрытий обычно применяются с последующим натяжением арматуры, что позволяет применять плиты больших пролетов при более тонкой плите. Это, в свою очередь, удешевляет строительство за счет того, что на один домкрат приходится большая площадь плиты. Одной из уязвимых сторон этого метода является горизонтальная устойчивость всего сооружения. В некоторых случаях временные горизонтальной связи с колоннами могут быть установлены в двух направлениях. Другим средством обеспечения временной горизонтальной устойчивости могут быть металлические растяжки. В конструктивном решении комплекта "Л'амбианс Плаза" поперечные стены должны были обеспечивать горизонтальную устойчивость здания. Надо было установить временные связи жесткости до того, пока не будут установлены и закреплены поперечные стены. Поперечные стены должны были устанавливаться немедленно, как только

плиты перекрытий заняли свое постоянное место. Однако предлагаемые временные металлические растяжки не смогли уменьшить увеличенную гибкость колонн и обеспечить достаточную жесткость здания из-за отсутствия поэтажной заделки плит перекрытий у несущих колонн и ядер жесткости. Очевидно, производство работ по подъему плит перекрытий необходимо было производить только после создания общей жесткости здания, с последующей установкой и закреплением поперечных стен дома. Работы по вертикали можно было производить только после полного окончания работ по горизонтали, заделки всех монолитных участков и набором бетоном необходимой прочности. В этом случае включаются в работу все конструктивные элементы здания, возводимого методом подъема плит перекрытий, и обеспечивается его нормальная работа. Отсутствие поэтажного крепления поднятых плит перекрытий уменьшило общую жесткость здания. Дополнительная нагрузка от зрителей, присутствующих при подъеме плит перекрытий и нахо-

дившихся на них, создала неравномерную нагрузку на незакрепленные колонны. Все вышеизложенное способствовало образованию поперечного сдвига плит перекрытий и созданию внецентренной нагрузки, которая вызвала падение здания. Вывод. Обрушение 13-этажного здания с предварительно напряженными плитами перекрытий и с двумя прямоугольными башнями, монтируемого методом подъема перекрытий, произошло по тем же причинам, что и аварии, описанные ранее: не были закреплены поднятые плиты перекрытий, была неоправданно увеличена гибкость колонн и, наконец, увеличена нагрузка на колонны, что в комплексе и привело к обрушению здания.

ОБРУШЕНИЕ 11-ЭТАЖНОГО ДОМА В Г. ПРАГЕ, ЧСФР В

октябре 1964 г. произошло обрушение монолитной башни в г. Праге (рис. 88). Сооружение состояло из трех самостоятельных частей — монолитной башни высотой 40 м с размером в плане 14,4х8,6 м и двух рядом расположенных 11-этажных каркасных зданий с размерами в плане 14,4х32,7 и 14,4х8,6 м, отделенных один от другого и от башни сквозными проездами шириной 4,5 и 3,6 м. Каркасные части здания выполнялись методом подъема перекрытий. Монолитная башня строилась зимой из бетона прочностью 17,0 МПа в скользящей опалубке с обогреванием стен с внутренней стороны башни. К моменту обрушения здания башня была возведена на высоту около 40 м. Одновременно с башней внизу здания на земле были забетонированы перекрытия всех 11 этажей и затем подняты плиты перекрытий на высоту нижних пяти этажей с установкой колонн 6-го этажа. Во время подъема следующего перекрытия произошел обрыв тяги с последовавшим ударом сорвавшейся плиты. В этот момент в нижней части рядом расположенной монолитной башни зимний бетон от воздействия динамической нагрузки и удара начал разрушаться и верх башни неравномерно целым массивом осел почти на 15 м. При оседании верх башни наклонился в сторону смонтированной каркасной части здания, вызвав наклон колонн и деформации монолитных перекрытий. Было установлено, что прочность бетона в нижней части башни оказалось менее 10,0 МПа, т.е. меньше прочности бетона, необходимой для восприятия фактической нагрузки, что и привело к потере несущей способности и обрушению башни. 117

Рис.88. Обрушение здания в г. Праге (ЧСФР) Вывод. Описанный случай обрушения конструкций из монолитного бетона говорит о необходимости

своевременной подготовки к обогреву бетона в зимних условиях и проведения тщательного контроля за фактически набираемой ими прочностью к моменту окончания прогрева. Обрыв тяги также явился причиной возникновения аварийной ситуации -- при возведении зданий методами подъема перекрытий необходимо очень высокое качество производства работ. ГЛАВА III. АВАРИИ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ
Случаи повреждений и аварий при строительстве кирпичных зданий происходят значительно чаще, чем в крупнопанельном строительстве. Проанализируем основные причины этих аварий. 118

<"Г»в <Щ9т9щ<*~*~ Рис. 89. Обрушение кирпичных домов в (0), Челябинске (я) гт. Владивостоке (а), Владимире 119

Сразу отметим главное: аварии кирпичных домов, как крупнопанельных и крупноблочных, происходят в весенний период -- при наступлении положительной температуры наружного воздуха и оттаивании раствора кирпичной кладки (рис. 89-92). Кладка кирпичных стен в зимний период требует очень тщательного производства работ. Одна из причин обрушения кирпичных домов -- перегрузка узких простенков наружных и внутренних стен, которая в период оттаивания раствора кладки приводит к возникновению напряжений, близких к предельным, а в ряде случаев и превышающих их. Опытные производители работ в период оттаивания раствора в кирпичной кладке устанавливают в оконные и дверные проемы под перемычки деревянные страховочные стойки, разгружая таким образом простенки. Если этого не сделать, возможны разрушения несущих простенков и авария всего кирпичного здания. Мало кто из прорабов и мастеров обращает внимание на марку кирпича,

который привозят на стройку. К сожалению, не всегда кирпич имеет требуемую марку — кирпичные заводы зачастую выпускают кирпич пониженной прочности, и имеется много примеров выполнения кирпичной кладки из кирпича пониженной марки. Это также является одной из 120

причин уменьшения несущей способности кирпичной кладки и, как следствие, возникновения аварийных ситуаций. Аварии крупнопанельных зданий, как правило, происходят на второй день после наступления положительной температуры наружного воздуха. Для оттаивания же кладочного раствора на всю толщину толстых кирпичных стен требуется 122

Рис. 91. Обрушение кирпичных домов в гг. Волгограде (а), Челябинске (б), Барнауле (в) 123

Рис. 02. Что можно сделать из кирпича! трое-четверо суток. Снижение несущей способности внутренних стен и стен технического подполья в кирпичных домах наступает позднее вследствие замедленного процесса оттаивания кладки внутренних конструкций. Для оттаивания раствора толщиной 2 см в горизонтальных швах крупнопанельных зданий достаточно иметь температуру наружного воздуха 124

0...+2°C; для оттаивания раствора толстых кирпичных стен - +3...+5°C. На такую разницу в температурах прорабам и мастерам следует обращать внимание. Как правило, при отрицательных температурах наружного воздуха следует применять портландцемент. Однако в большинстве случаев при зимней кладке используют шлакопортландцементы или пуццолановые портландцементы, которые медленно твердеют при пониженных температурах, что, в свою очередь,

приводит к значительному снижению несущей способности кирпичных простенков по сравнению с несущей способностью таких же простенков, но выложенных на растворе с применением портландцемента. Итак, кирпичные здания как крупнопанельные и крупноблочные, имеют одну общую причину аварий — повреждения и обрушения домов происходят в период оттаивания раствора в швах между панелями, блоками или в швах кирпичной кладки при наступлении положительной температуры наружного воздуха. Как отмечалось ранее, аварии крупнопанельных зданий происходят не в связи с потерей несущей способности конструктивных несущих элементов, а в связи с потерей их устойчивости. В крупнопанельных конструкциях имеются неиспользованные возможности, достаточно большие запасы по несущей способности как отдельных элементов, так и всей конструктивной системы в целом. В кирпичных зданиях большое значение имеет несущая способность кирпичной кладки, так как отдельные кирпичи, имея слабую связь между собой в связи с низким качеством раствора, не могут работать как монолитная конструкция и сечение несущего элемента кирпичной кладки не может быть полностью использовано. Большое значение при возведении кирпичной кладки зданий имеет качественное выполнение углов кирпичной кладки, где перевязка кирпича дает возможность равномерно перераспределять нагрузку по всей кирпичной стене. В этом случае равномерное нагружение кирпичной стены в большей степени зависит от проектного решения. В кирпичных домах применение плит перекрытий с "широким" шагом до 6 м приводит к серьезным перегрузкам одних кирпичных стен и недогрузкам других, что отрицательно сказывается в местах соединения кирпичной кладки. Поперечные несущие

стены, на которые опираются плиты перекрытий с двух сторон, несут несравненно большую нагрузку, чем продольные стены, на которые плиты перекрытий не опираются вообще. 125

Подобное явление особенно характерно в кирпичных зданиях повышенной этажности. Поперечные стены несут нагрузку от двух плит перекрытий, торцовые стены от одной плиты перекрытия, а продольные стены несут нагрузку только от собственного веса. В местах соединения поперечных и продольных кирпичных стен происходит срез кирпичной кладки, что приводит к появлению трещин, как правило, в наружных стенах у оконных проемов, над которыми располагаются перемычки. Подобное явление имело место при возведении 14-этажных кирпичных зданий, что вынудило строителей усиливать первые наиболее нагруженные этажи кирпичного дома во всех построенных зданиях. Таким образом, при возведении кирпичных домов, особенно зданий повышенной этажности, требуется очень тщательное производство работ и грамотное проектирование, так как до сего времени имелся сравнительно небольшой опыт работы подобных зданий.

ГЛАВА IV. РАЗРУШЕНИЕ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ОТ ВЗРЫВА ГАЗА

Исследование взрывов газов, имевших место в крупнопанельных домах различной серии в нашей стране и за рубежом, дает возможность выявить причины взрывов, оценить работу различных конструкций и конструктивных схем жилых зданий с "узким" и "широким" шагом поперечных и продольных несущих стен. Ниже приводятся случаи взрывов газа в крупнопанельных зданиях и описывается фактическая работа конструкций и стыков дома с рекомендациями о необходимых мероприятиях по их усилению. Для возможности оценки повреждений и разрушений

конструкций и узлов зданий от взрыва газа будем придерживаться следующих определений повреждений: локальное повреждение — появление трещин, отколов и перемещений несущих элементов в узлах без обрушения конструкций; 126

локальное разрушение - разрушение конструкций одного этажа с обрушением стеновых панелей и плит перекрытий этого этажа; частичное обрушение - разрушение и обрушение стеновых панелей и плит перекрытий до трех этажей здания; прогрессирующее обрушение -- разрушение и обрушение несущих конструкций свыше трех этажей здания. ВЗРЫВ ГАЗА В 5-ЭТАЖНОМ КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ СЕРИИ 1-464 В Г. ЭЛЕКТРОСТАЛЕ В г. Электростале в крупнопанельном 6-этажном жилом доме серии 1-464 на 4 этаже произошел взрыв газа (рис. 93). Конструктивная схема дома — "узкий" шаг поперечных несущих стен толщиной 14 см из тяжелого бетона класса В15. Наружные стены толщиной 35 см из керамзитобетона. Плиты перекрытия толщиной 12 см из тяжелого бетона» опертые по контуру. Вертикальные стыки панелей наружных и внутренних стен были решены с применением сварных накладок из полосовой стали, привариваемых к закладным деталям в верхней части панели для крепления наружных стен с внутренними стенами и наружных стен между собой. Взрыв газа произошел в квартире, расположенной рядом с лестничной клеткой, в результате чего были повреждены в большей или меньшей степени практически все конструкции квартиры. Панель наружной стены комнаты сдвинулась наружу одним концом на 2 см и другим концом на 4 см, деформировав связи с поперечными стенами и нарушив целостность горизонтальных растворных швов. Панель наружной стены кухни сдвинулась на 2 см наружу концом,

примыкающим к жилой комнате, а другой ее конец, примыкающий к лестничной клетке, остался на месте. Межквартирная панель внутренней стены, отделявшая жилую комнату от соседней квартиры, была разрушена взрывной волной, вдавившей ее в соседнюю квартиру. Плиты перекрытий потеряли опору по одной длинной стороне, поэтому под плитами временно были поставлены крепежные стойки. Панель внутренней продольной стены, оставшись на месте, прогнулась в сторону соседней квартиры. На панели появилось большое количество трещин со стороны сжатой зоны. Верхнее перекрытие над жилой комнатой было сильно повреждено взрывной волной и после взрыва прогнулось до 16 см в центре, где была подвешена легкая люстра. Еще более 127

Рис. 93. Взрыв газа на 4-м этаже 5-этажного крупнопанельного жилого дома серии 1-404 (г. Электросталь) деформировалось нижнее перекрытие, которое прогнулось до 40 см, при этом плита перекрытия в своей нижней части была сильно повреждена значительными трещинами, но не обрушилась. Панель между комнатой и передней была разрушена, а входная дверь вместе с коробкой выброшена взрывной волной на лестничную площадку. Таким образом, взрыв газа в квартире средней секции, который по своей силе был достаточным для разрушения внутренней межквартирной несущей стены, не вызвал разрушения конструкций, находящихся вне зоны взрыва. Обрушение одной внутренней поперечной несущей стеновой панели не привело к обрушению плиты перекрытия, опирающейся на эту панель, что подтверждает возможность продолжения работы перекрытия в "узком" шаге поперечных несущих стен при лишении одной опоры по длинной стороне. Сдвиг целых панелей наружных стен

за счет деформации связевых соединений показал недостаточность качества анкеровки последних. Вывод. Последствия взрыва газа могут быть оценены как локальные разрушения. Разрушение поперечной несущей стены и лишение опоры по длинной стороне плиты перекрытия не повлекло за собой прогрессирующего разрушения. Конст 128

структурная схема с "узким" шагом поперечных несущих стен достаточно надежна и не требует сварных соединений. ВЗРЫВ ГАЗА В 5-ЭТАЖНОМ КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ СЕРИИ 1-464А В Г. ПСКОВЕ Взрыв газа произошел на втором этаже в квартире, расположенной в торце здания. Зона повреждений конструкций охватывала площадь от торцевой стены до лестничной клетки и включала: по длине — три конструктивные ячейки, по ширине — от фасадной наружной стены до внутренней продольной стены и на высоту трех этажей. От взрыва разрушились полностью две поперечные несущие стены, были выбиты и упали на землю 'из наружной стены две панели в квартире, где произошел взрыв. Плиты перекрытий над 1—3-м этажами сошли с опор и провисли (рис. 94). Наибольшие повреждения (трещины) получили плиты перекрытий над 1-м и 2-м этажами, т.е. в зоне непосредственного взрыва. Характерна картина разрушения внутренней поперечной стены, имеющей заделку участка стены встык с наружной стеной, - разрушение происходит по участку стены вблизи заделки ее в вертикальный стык. При этом часть стены осталась в заделке, что свидетельствует об эффективности заведения внутренних стен в открытый паз стыка наружных стен. Можно предположить, что при наличии соединений по контуру внутренних стен, подобного обрушения стен могло не произойти. Отрыв и падение панелей

наружных стен в зоне взрыва свидетельствует о недостаточной прочности контурных соединений панелей наружных стен с примыкающими конструкциями. Взрыв газа в торцовой секции крупнопанельного дома и обрушение продольных наружных несущих стеновых панелей приводит к лишению опоры по длинной стороне плит перекрытий и, как следствие, к повреждению, а при сдвиге торцовых панелей и к обрушению последних. Необходимо предусмотреть в торцовых секциях крупнопанельных зданий, особенно в верхних этажах домов, усиление связей конструктивных элементов между собой независимо от принятой конструктивной системы дома. Вывод. Последствия взрыва газа можно отнести к локальному разрушению. Взрыв газа в торцовой секции крупнопанельного жилого дома приводит к большим разрушениям, чем в середине дома. 9-193 129,

Рис. 94. Обрушение конструкций от взрыва газа в 5-этажном крупнопанельном доме серии 1-464 (г. Псков) В торцовых секциях необходимо предусмотреть сварные соединения конструкций между собой как в "узком", так и в "широком" шаге поперечных несущих стеновых панелей. ВЗРЫВ ГАЗА В 5-ЭТАЖНОМ КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ СЕРИИ 111-121 В Г. ГУРЬЕВЕ В 1984 г. на 2-м этаже 5-этажного 8-секционного дома произошел взрыв от утечки газа (рис. 95). В результате взрыва были повреждены конструкции одновременно в двух смежных с лестничной клеткой квартирах, что, очевидно, объясняется прониканием газа в соседнюю квартиру через ее наружную дверь в лестничной клетке. Конструктивная схема дома — перекрестно-стеновая с "узким" шагом поперечных стен. Толщина внутренних стен 12 см, перекрытий — 10 см. Связи между сборными элементами выполнялись путем сварки закладных деталей. Взрыв вызвал повреждение

конструкций только на 2-м этаже в двух квартирах. В квартирах, где произошел основной взрыв, были разрушены и обрушились две несущие попе- 130

Рис. 95. Обрушение поперечной несущей стеновой : (г. Гурьев) речные межквартирные стены, воздействие взрыва на которые было односторонним. Поперечная стена лестничной клетки оказалась смещенной на 30 мм. При этом отвалилась штукатурка заделки штрабы в уровне перекрытия. Плиты перекрытия от взрыва получили вертикальные перемещения, остаточные прогибы в них составляли от 50 до 100 мм. На потолках обозначились трещины по направлению расположения арматуры и разрушение по "конверту", но обрушений перекрытий не произошло, что, очевидно, объясняется эффективной работой плиты, опертой по четырем сторонам. Сильно повредились и разрушились несущие перегородки и санузел. В другой квартире сила взрыва была меньше, о чем свидетельствует значительно меньший объем повреждений. В ней имеются повреждения в виде прогибов плит перекрытий до 50—70 мм и излом одной внутренней межквартирной поперечной стены. Прогиб при изломе достигал 100 мм. Вывод. Последствия взрыва газа на 2-м этаже 5-этажного крупнопанельного жилого дома серии 111-121 в г. Гурьеве могут быть оценены как локальное разрушение. Связи конструктивных элементов дома с "узким" шагом поперечных несущих стен оказались достаточно надежными и не требуют усиления. 9* 131

ВЗРЫВ ГАЗА В 4-ЭТАЖНОМ КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ СЕРИИ 1-467 Зимой 1963 г. произошел взрыв газа в 4-этажном крупнопанельном жилом доме серии 1-467 на 2-м этаже (рис. 96). Конструктивная схема дома — поперечные несущие стены со смешанным шагом (6,4 и 3,2 м) с опиранием на них по двум сторонам плит

перекрытий. Наружные стены двухрядной разрезки толщиной 25 см состоят из панелей-перемычек и панелей-простенок, внутренние поперечные бетонные панели толщиной 14 см. Плиты перекрытий толщиной 220 мм балочного типа с круглыми пустотами из тяжелого бетона класса В15. Вертикальные стыки обеспечивают крепление наружных стеновых панелей к внутренним при помощи стальных связей, приваренных к закладным деталям панелей. Плиты перекрытий соединены в стыках металлическими накладками, приваренными к закладным деталям этих плит. Опираемые плиты перекрытий на поперечные несущие стены на растворе образуют платформенный стык. Вскоре после сдачи в эксплуатацию и заселения одного из таких домов, в квартире второго этажа средней секции скопился газ, который взорвался на кухне. Ударной волной был разрушен и поврежден ряд несущих и ограждающих конструкций. Были разрушены панели-перемычки наружных стен в зоне взрыва на втором этаже, третьем и четвертом этажах. Разрушенные панели повисли на арматуре и стальных связях и упали вниз. Обрушение перемычек между третьим и четвертым этажами, а также над четвертым было вызвано потерей несущей способности нижележащих простенков, которые их поддерживали. Внутренние несущие поперечные стены в кухне сместились по горизонтали на 1—2 см, частично отклонились от вертикали до 3—4 см и треснули. Перегородки между комнатами в квартире, в которой произошел взрыв, были повреждены трещинами, деформированы и частично разрушены. Частичное разрушение и повреждение отмечалось во внутренней продольной стене и в стенах лестничной клетки. Вследствие смещения верха панелей поперечных несущих стен концы опиравшихся на них плит-настилов под вторым этажом лишились опоры — плиты,

прилегающие к наружной дворовой стене, сдвинулись наружу на 3-4 см. Деформированные конструкции продолжали висеть на связях. 132

Рис. 96. Взрыв газа на 2-м этаже 4-этажного крупнопанельного жилого дома серии 1-467. Перекрытие над вторым этажом провисло на 5—7 см, но не обрушилось. В третьем и четвертом этажах над очагом взрыва панели несущей поперечной стены и плиты перекрытий, лежавшие на них, несколько сместились вниз и были повреждены трещинами. Взрывом было разрушено остекление окон, состояние же конструкций в соседних секциях было удовлетворительным — не было обнаружено ни признаков деформаций, ни появления трещин. Общий характер аварии, вызванной взрывом газа в одной из квартир в пределах средней секции дома, был локальным. Разрушение и повреждение конструкций произошло только в зоне взрыва по всей высоте здания, но не распространилось за пределы одной секции, несмотря на большую силу взрывной волны. В то же время конструктивное решение наружных крупнопанельных стен с двухрядной разрезкой, принятой в серии 1-467, оказало некоторое влияние на характер и объем разрушения этой стены. Оно выразилось в том, что когда взрывной волной была выбита панель-перемычка второго- третьего этажей, имевшая пролет 6,4 м, стоявшие на ней три панели простенка третьего этажа лишились опоры и переста-

133

ли, в свою очередь, поддерживать панель-перемычку третьего- четвертого этажей, выполненную из ячеистого бетона. Это вызвало разрушение указанной панели-перемычки, затем смещение простенков четвертого этажа и верхней панели- перемычки. Таким

образом, при описанной выше конструкции наружной стены, выход из строя панели-перемычки второго-третьего этажей, выбитой взрывной волной, вызвал прогрессирующее местное обрушение вышележащего участка стен. Причиной обрушения явилась недостаточная несущая способность панели-перемычки из ячеистого бетона третьего-чет- вертого этажей при работе ее по схеме изгибаемой однопролет- ной балки пролетом 6,4 м, а также недостаточная прочность анкерного крепления этой панели к торцам поперечных внутренних стен. Выводы. Последствия взрыва газа на 2-м этаже 4-этажного крупнопанельного жилого дома серии 1-467 можно оценить как частичное прогрессирующее обрушение. Обрушение ненесущих поперечных перегородок может явиться причиной повреждений конструкций и травм людей. Необходимо предусмотреть их рациональное армирование и крепление. Отсутствие обрушения плит перекрытий свидетельствует о том, что при "широком" шаге поперечных несущих стен сила взрыва затухает, разрушая наиболее податливые конструкции, такие, как перегородки, наружные простенки и перемычки, не распространяясь со всей силой на несущие наиболее сильно пригруженные стеновые панели, расположенные через 6,4 м. Следует особо обратить внимание на крепление наружных панелей-перемычек между собой и с поперечными внутренними несущими стеновыми панелями. Характер разрушений после взрыва газа показал, что конструктивная система крупнопанельного жилого дома серии 1- 467 со смешанным шагом поперечных несущих стен не имеет достаточного крепления в горизонтальных швах и вертикальных стыках и требует дополнительного усиления. ВЗРЫВ ГАЗА В КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ СЕРИИ III-121 В Г. ПАВЛОВЕ-ПОСАДЕ Проект 5-этажного 4-секционного дома серии III-121 разработан в

1968 г. и построен в г. Павлове-Посаде в 1972 г. Конструктивная схема дома - система продольных и поперечных стен с "узким" шагом. Наружные стены из керамзитобетона - 134

Рис. 97. Взрыв газа на 1-м этаже крупнопанельного жилого дома 111-121 в г. Павлове-Посаде тона толщиной 30 см, внутренние стены толщиной 12 см, перекрытия -- толщиной 10 см. Вертикальные стыки замоноличенные, фундаменты ленточные из бетонных блоков. Взрыв произошел на 1-м этаже из-за утечки газа из газопровода в 8 часов утра. В результате взрыва произошло обрушение внутренних конструкций дома на площади между двумя лестничными клетками на высоту трех этажей. Обрушившиеся внутренние конструкции -- внутренние стены и перегородки, плиты перекрытий — образовали завал в подвале дома (рис. 97-99). В 1-м этаже наружные стеновые панели с главного и дворового фасадов обрушились, что свидетельствует о сильном взрыве газа и его распространении на большой площади здания. Внутренняя несущая стена между лестницей и комнатой на 1-м этаже, где произошел взрыв, получили излом по среднему сечению по высоте (с прогибом до 15 см). Полному разруше- 135

Рис. 98. Взрыв газа на 1-м этаже крупнопанельного жилого дома серии 111-121 в г. Павлове-Посаде Рис. 99. Обрушение поперечной несущей стены от взрыва газа в г. Павлове-Посаде 136

нию стены воспрепятствовали элементы лестницы (лестничные марши и площадка)» расположенные по полю стены» а также замоноличенный вертикальный стык с наружной стеной. Участок стены» примыкающий к наружной стене» имел незначительный излом.

Следует отметить характерное повреждение других внутренних поперечных стен» связанных с наружными стенами вертикальными стыками с последующим замоноличиванием бетона. Из рис. 99 видно» что панель внутренних стен обрушилась» но участок заделки остался в стыке» что свидетельствует об эффективности замоноличенных вертикальных стыков внутренних стен с наружными с заведением внутренних стен непосредственно встык. В отличие от стен» имеющих монолитную заделку с наружными стенами» остальные стены не имели такой заделки и обрушились полностью. Обрушению также способствовало отсутствие связей с плитами перекрытий» так как эти связи в виде подъемных петель из стен срезались при монтаже перекрытий. Вывод. Последствия взрыва газа на 1-м этаже 5-этажного крупнопанельного жилого дома серии III-121 В г. Павлове-Посаде можно оценить» согласно принятой нами классификации при обрушении плит перекрытий 3-х этажей» как частичное обрушение. Обрушение наружных несущих стеновых панелей по обоим фасадам здания» обрушение внутренних несущих стеновых панелей» а также обрушение плит перекрытий не вызвало прогрессирующего обрушения всех этажей крупнопанельного жилого здания, что свидетельствует о его достаточно надежных связях. Решение о закреплении наружных стеновых панелей с плитами перекрытий» усилит общую жесткость здания и воспрепятствует их перемещению от горизонтальных нагрузок.

ВЗРЫВ ГАЗА В ТОРЦОВОЙ СЕКЦИИ МНОГОЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. АЛЖИРЕ (АНДР)

В г. Алжире на 1-м этаже многоэтажного крупнопанельного жилого дома произошел взрыв газа (рис. 100). Взрывом был уничтожен угол первого и второго этажей. Однако местное разрушение не вызвало обвала конструкций вышележащих этажей» поскольку конструкции

образовавшейся коробчатой консоли» армированной в горизонтальных швах» оказались способными работать при новой возникшей схеме работы угло- 137

■ вой части здания, повисшей над разрушенной в первых этажах. Вывод. Последствия взрыва газа на первом этаже в торцовой секции многоэтажного крупнопанельного жилого дома в г. Алжире можно оценить как частичное обрушение. Обрушение торцовых стеновых панелей на первых этажах дома не привело к прогрессирующему обрушению вышерасположенных конструкции здания, что может быть объяснено вступлением в работу так называемой вторичной несущей системы, образующей арочный эффект. ВЗРЫВ ГАЗА В 22-ЭТАЖНОМ КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ В ЛОНДОНЕ В мае 1968 г. в районе Ронант-Пойнт Лондона на 16-м этаже 22-этажного крупнопанельного жилого дома произошел взрыв газа (рис. 101). 138

*>. *ф#г »!*■ Рис. 101. Взрыв газа ого дома в Лондоне на 16-м этаже 22-этажного крупнопанельного жил- Взрыв произошел в угловой квартире в ванной комнате рано утром. Взрывом были разрушены плиты перекрытия и выбиты наружные стеновые панели. Не имея опоры, все плиты перекрытий верхних шести этажей рухнули. Впервые про* изошло в крупнопанельных зданиях так называемое "прогрес- 139

сирующее" разрушение -- рухнули все 22 этажа крупнопанельного дома. Конструктивная система здания — поперечные несущие стены и перекрытия» опертые по двум сторонам» панели» соединенные между собой только металлическими болтами с гайками. Сварка отсутствовала» что не дало

возможности сопротивляться сильной взрывной волне. Конструкция здания не смогла сопротивляться силе взрыва по так называемому первому методу» который предусматривает такое проектирование крупнопанельных зданий» чтобы они были способны воспринимать силу взрыва без существенных местных повреждений или полного разрушения. Вторым методом проектирования конструкций заключается в том» чтобы в здании после местного повреждения образовалась так называемая вторичная несущая система. Однако в здании после местного обрушения конструкций не образовалась вторичная несущая система» ввиду отсутствия соответствующих конструктивных решений горизонтальных и вертикальных стыков крупнопанельного дома. В результате после взрыва происходило разрушение конструкций и стыков здания сначала вверх» а затем вниз. После Лондонской катастрофы были пересмотрены английские стандарты и проведено усиление крупнопанельных зданий повышенной этажности и было предложено в зданиях 10 и выше этажей перейти на электроплиты. В СССР в крупнопанельных зданиях 10 и выше этажей также перешли на электрические плиты вместо газовых плит. Вывод. Последствия взрыва газа на 16-этаже 22-этажного крупнопанельного жилого дома в г. Лондоне оценены как прогрессирующее обрушение» так как обрушились все 22 этажа здания. Главная причина прогрессирующего обрушения крупнопанельного жилого дома -- отсутствие сварных соединений» кроме того» не была продумана конструктивная система всего крупнопанельного здания повышенной этажности» которая не имела достаточно надежных стыковых соединений» которые могли бы воспринимать усилия от взрыва газа» и требует дополнительных усилений.

ВЗРЫВ ГАЗА В ПОДВАЛЕ И НА ПЕРВОМ ЭТАЖЕ 11-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

ЩЕЦИНСКОЙ СИСТЕМЫ В Г. ЛОДЗИ (ПОЛЬША) В г. Лодзи в подвале и в нижних этажах 11-этажного крупнопанельного дома произошел взрыв газа» который раз- 140

Рис. 102. Взрыв газа на нижних этажах 11-этажного крупнопанельного дома ■ г. Лодзи (Польдия) рушил торцовую стену на первом и втором этажах, а также другие конструкции здания. Здание, находящееся в микрорайоне Реткинья, было смонтировано из сборных бетонных элементов, входящих в каталог Щецинской системы, с поперечными несущими стенами с шагом 4,8 м (рис. 102). Взрыв газа произошел в западной части здания в подвальных помещениях, в которых находился газовый ввод. На основе картины разрушений конструкций выявлено, что зона непосредственного взрыва охватила также первый этаж и другие конструкции здания. Многие несущие элементы стен и перекрытий полностью обрушились или были серьезно повреждены. Наибольшие местные разрушения имели место в торцовой стене здания, а также во внутренней поперечной стене, разделяющей здание на два сегмента (западный и восточный). Торцовая стена подвала была разрушена вдоль всей своей ширины на 1-м и 2-м этажах. 141

Интерес представляет поведение пространственной системы, состоящей из несущей стены лоджии и элементов наружной стены с большими оконными проемами и проемами балконных дверей. Эта стена не связана с торцовой стеной, так что сила взрыва непосредственно не воздействовала на несущую стену лоджии в направлении, перпендикулярном этой плоскости. Косвенно на эту стену передалась часть нагрузки от взрыва (через плиты перекрытий лоджии), не вызвав, однако, ее разрушения. Наружная стена

имела только небольшие повреждения, но не потеряла полностью способности работать. В целом конструктивная система выдержала испытание, кроме очень больших размеров зоны разрушения. Вывод. Последствия взрыва газа в подвале и на 1-м этаже 11-этажного крупнопанельного дома Щецинской системы в г. Лодзи можно оценить как прогрессирующее обрушение, поскольку обрушились конструкции выше 3-го этажа по вертикали и были повреждены многие конструкции дома по горизонтали. Поскольку взрыв газа произошел в подвале дома, где отсутствовала надлежущая вентиляция, очевидно, количество газа, скопившегося до его взрыва, было очень большое, что привело к сильнейшему взрыву и разрушению конструкций на 4 этажах дома и к повреждениям практически всех конструкций по высоте здания. Конструктивная система с поперечными несущими стенами и шагом 4,8 м при опирании панелей перекрытий по двум сторонам оказалась надежной. Однако, как показано в расчетах польских ученых, сила взрыва в подвалах превышает в два раза силу взрыва в надземных этажах. **ВЗРЫВ ГАЗА В 5-ЭТАЖНОМ КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ В Г. ВАРШАВЕ (ПОЛЬША)** В микрорайоне Брудно в г. Варшаве на 5-м этаже 5-этажного жилого дома произошел взрыв газа. Конструктивная схема дома -- поперечные несущие стены с балочными многопустотными плитами перекрытий. Наружные стены - навесные панели горизонтальной разрезки. Плиты перекрытий опираются по двум сторонам. Взрыв газа вызвал разрушение трех квартир, расположенных на пятом и четвертом этажах (рис. 103). 142

Рис. 103. Взрыв газа на 5 этаже 5-этажного крупнопанельного жилого дома в микрорайоне Брудно в г. Варшаве (Польша) Разрушилась полоса совмещенной

крыши шириной около 4 м и длиной в три пролета, за исключением карниза, который остался неразрушенным. Разрушились две поперечные стены пятого этажа шириной около 5 м. После взрыва и разрушения поперечных несущих стеновых панелей произошло обрушение плит перекрытий, которые не образовали так называемой затяжки вторичной несущей системы над поврежденной зоной. Предполагается, что падению перекрытий способствовало отсутствие металлических связей, соединяющих пустотные плиты. Стержни, выступающие из торцовых плоскостей плит совмещенной крыши, оказались недостаточно эффективным соединением, гарантирующим образование вторичной несущей системы крупнопанельного здания. Обрушение плит перекрытий на 5-м этаже не вызвало прогрессирующего обрушения нижерасположенных перекрытий, так как вертикальная нагрузка от обрушившихся плит оказалась недостаточной для того, чтобы пробить плиту перекрытия четвертого этажа. 143

Обрушение наружных продольных стеновых панелей горизонтальной разрезки распространилось на 4-й и 5-й этажи крупнопанельного дома и далее прекратилось. Вывод. Последствия взрыва газа на 5-м этаже 5-этажного крупнопанельного жилого дома в микрорайоне Брудно в г. Варшаве можно оценить как частичное обрушение. Конструктивная система дома с поперечными несущими стенами с шагом 5,4 м и плитами перекрытий, опертыми по двум сторонам, не привела к прогрессирующему обрушению конструкций здания. Анализ актов комиссий по обследованию технического состояния крупнопанельных и крупноблочных многоэтажных зданий после взрывов в их помещениях (кухнях, квартирах, подвалах) бытового газа (природного, сжиженного), происшедших как в

нашей стране, так и за рубежом, позволяет сделать некоторые выводы и рекомендации. Современные методы обследования последствий взрывов газа в жилых домах, как правило, не раскрывают механизма повреждений и разрушений несущих конструкций и здания (его секции) в целом. В некоторых газифицированных городах вообще не ведут статистику аварий и несчастных случаев при взрывах газа в жилых домах либо она не полная. В специальных карточках, а часто и в актах обследования не отмечают такие сведения о пострадавшем от взрыва здании, как этажность, серия и шифр проекта, материал несущих конструкций, место взрыва, степень разрушения конструкций. Взрывы газа в жилых домах возникают в основном по следующим причинам: подача по ошибке природного газа среднего давления в сеть низкого давления, что приводит к массовой утечке газа в соединениях внутридомовой разводки и газовых приборах; коррозия подземного газопровода, утечка из поврежденного участка газа, проникание его в подвал через не полностью заполненные раствором вертикальные швы в стенах подвала; разрыв в квартире баллонов сжиженного газа⁴, повышение давления газа в распределительном уличном газопроводе во внутридомовой разводке из-за сверхнормативного содержания в газе газового конденсата и влаги, что вызывает массовую утечку газа; утечка газа из открытой и незажженной горелки газовой плиты; установка на вентиляционной решетке мелкоячеистой сетки, которая закупоривается пылью и жиром. 144

Разрушение несущих конструкций при взрыве газа может привести к прогрессирующему обрушению блок-секции крупнопанельного или крупноблочного здания вследствие недостаточной прочности сварных соединений и связей между сборными элементами —

панелями» плитами» блоками. В крупнопанельных зданиях с "узким" шагом поперечных несущих стен» как правило» при сильном взрыве в помещении обрушиваются одна из стен» а также верхнее и нижнее перекрытия (пол и потолок) этого помещения. В наружной продольной самонесущей стене взрыв выбивает оконный блок» но саму наружную стеновую панель обычно не выбивает. Заведение поперечных внутренних несущих стеновых панелей в вертикальный стык наружных стеновых панелей с последующим их закреплением и бетонированием стыков обеспечивает совместную работу стеновых панелей и наружных и внутренних» даже если внутренняя стеновая панель будет частично разрушена в средней части при сильном взрыве газа. В конструктивной схеме здания с опиранием плит перекрытий по контуру весьма опасен взрыв в торцовой угловой квартире. Здесь при обрушении от взрыва торцовой стеновой панели и наружной панели продольной стены плита перекрытия» если она не разрушилась» опирается только по двум сторонам — короткой и длинной» — что явно недостаточно и угрожает обрушением плит перекрытий. Чтобы они не обрушились» надо обеспечить сварное соединение плит перекрытий между собой. Дополнительные и достаточно прочные связи в горизонтальных и вертикальных стыках крупнопанельных зданий могут предотвращать такие обрушения перекрытий после локального разрушения стеновых панелей от взрыва газа. В крупнопанельных зданиях с "широким" шагом поперечных несущих стен обрушение наружных продольных стеновых панелей приводит к частичному прогрессирующему обрушению вышерасположенных стеновых панелей. От взрыва газа в основном разрушаются и обрушиваются перегородки» как менее прочные и слабо закрепленные конструкции. При этом давление на несущие конструкции

ослабляется» так как снижается концентрация газа в воздухе помещения» где начался процесс взрыва» за счет притока воздуха из соседнего помещения» отгороженного от взрыва перегородкой. В крупнопанельных зданиях с продольными несущими стенами плиты перекрытий» подобно балкам» опираются по двум сторонам» в частности на наружную продольную стену. Ее обрушение вызывает обвал плит перекрытий. К обвалу может привести и разрушение или смещение внутренней про- 10-193 145

дольной стены. Поэтому здания такой конструктивной системы весьма предрасположены к прогрессирующему обрушению при сильном взрыве газа. ГЛАВА V. ПОВРЕЖДЕНИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ Крупные аварии крупнопанельных домов» описанные выше» позволили оценить причины обрушения конструкций и зданий и дать рекомендации по повышению качества полносборного домостроения. Но наряду с аварийными ситуациями происходит большое количество повреждений крупнопанельных зданий» количество которых значительно» разнообразно и никем не систематизируется. Как правило» выдаются локальные решения по устранению тех или иных дефектов и на этом все заканчивается. Большой объем жилищного строительства» различные конструктивные системы зданий» разнообразные природно-климатические районы строительства» различный уровень квалификации домостроителей приводят к многократному повторению ошибок и, как следствие» к повреждениям зданий. Домостроители должны знать о повреждениях» которые имели место в период изготовления и монтажа жилых домов и» что не менее важно» о тех» которые могут возникнуть в период эксплуатации. Возведение жилых зданий со сроком службы свыше 100 лет предполагает безусловное

исключение повреждений домов в стадии их эксплуатации» т.е. домов» заселенных людьми. Очевидно» настало время пересмотра назначенных классов бетонов для различных конструкций» расхода материалов» в том числе арматуры» количества сварных соединений и т.д.» которые назначались без учета возможностей технологии изготовления и монтажа зданий и их длительной эксплуатации. "Скупой платит дважды", и нам пора прекратить выбрасывать деньги на ветер и требовать невозможного, необходимо платить и за надёжность зданий» и за красоту архитектуры жилых домов, ансамблей и целых городов. Материалы по повреждениям крупнопанельных домов» собранные автором» дают возможность обобщить некоторые встречающиеся дефекты при изготовлении» монтаже и проекте

тировании жилых зданий и предотвратить повторение ошибок в будущем. ПОВРЕЖДЕНИЯ ОГОЛОВКОВ СВАЙ В БЕЗРОСТВЕРКОВЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ "Колос на глиняных ногах" - так в народе метко называют хороший дом, смонтированный на плохом фундаменте. В настоящее время ряд домостроительных предприятий внедряет в строительство безростверковые фундаменты взамен традиционных железобетонных монолитных ростверков. Внедрение таких фундаментов дает экономический эффект за счет снижения расхода материалов — стали и бетона. Однако в ряде случаев поступают сведения о повреждениях в несущих конструкциях цокольного этажа и фундаментах, которые возникают при зимнем производстве работ. Итак, рассмотрим конструктивное решение безростверковых фундаментов. Вместо монолитного ростверка на срубленные концы свай устанавливаются сборные железобетонные оголовки, которые имеют

сквозные отверстия, замоноличиваемые бетоном после установки на сваи, что должно обеспечивать связь оголовка со сваем. Концы свай заводятся в оголовки на 50 мм, концы арматуры свай — на 200 мм. Для замоноличивания применяется тяжелый бетон класса В15. По верху оголовков расстилается слой раствора толщиной 20 мм, для выравнивания монтажного уровня при укладке плит перекрытий. Сваи, расположенные под внутренними поперечными стенами, имеют свободную длину и высоту цокольного этажа, что исключает применение цокольных внутренних стен. Под наружными стенами и внутренними стенами лестничной клетки оголовки свай устанавливаются на уровне земли. Расположение свай под внутренними и наружными стенами однорядное, под каждой внутренней поперечной стеной располагается не менее четырех свай, под наружными » по две сваи в одной конструктивной ячейке. Повреждение оголовков свай происходит при появлении вертикальных трещин, часть из которых проходит на всю высоту оголовка, с различной шириной раскрытия, доходя максимально до 5 мм (рис. 104, 105). В местах наибольшего раскрытия трещин наблюдаются разрывы арматуры и признаки нарушения анкеровки арматурных сеток. !<)• 147

Рис. 104. Вертикальные трещины в оголовке свай Рис. 105. Усиление оголовков свай, поврежденных трещинами 148

Рис. 100. Повреждение плит перекрытий, опирающихся на оголовки свай Рис. 107. Повреждение наружных стеновых панелей кой свай в связи с осад- 149

ТРЕХСЛОЙНЫЕ НАРУЖНЫЕ СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ В настоящее время широко применяются трехслойные наружные стеновые панели с

гибкими связями. Наружный ограждающий и внутренний несущий бетонные слои выполняются из тяжелого бетона, что очень важно при отсутствии легкого заполнителя, а между ними укладывается утеплитель, толщина которого зависит от расчетной температуры района. Гибкие арматурные связи соединяют бетонные скорлупы, выполняя главную роль по обеспечению надежности конструкций, с точки зрения ее долговечности и безотказности. В нормативных документах на трехслойные конструкции с гибкими связями указано, что работа панелей обеспечивается гибкими металлическими связями, которые, в свою очередь, за счет оцинкованного покрытия рассчитаны на длительный срок эксплуатации (свыше 100 лет). Как известно, вначале предполагалось применять для гибких связей нержавеющую арматуру "Картен". Однако впоследствии выяснилось, что в темноте такая арматура корродирует, в связи с чем было принято решение о замене ее на обычную арматуру класса А-1 с цинковым покрытием толщиной 120 мкр. По результатам проверки выяснилось, что оцинковка гибких арматурных связей - сложный процесс, выполняемый вручную. Оцинковка выполняется с помощью пистолета рабочим, который вручную подставляет арматурный стержень под струю металла, выбрасываемого пистолетом и прокручивает его на 360° для полного покрытия, что по разным причинам не всегда выполнимо. В результате часть стержня не покрывается предохранительным слоем, а слишком большой слой оцинковки приводит к его отслоению, — все это может явиться причиной коррозии металла во времени и, как следствие, обрушением наружной скорлупы трехслойной наружной стеновой панели. Если учесть, что контроль за соблюдением толщины слоя 120 мкр практически отсутствует, то можно предположить, что необходимая толщина

защитного покрытия не всегда может быть выдержана. С точки зрения долговечности (до 120 лет) конструкция также не может быть обеспечена. И, наконец, трехслойная конструкция неремонтопригодна, так как в ней очень трудно обнаружить коррозию металла в гибких связях и практически невозможно отремонтировать стеновую панель. 152

Таким образом» нарушаются все требования по надежности трехслойных конструкций - по отказам, долговечности и ремонтпригодности. Учитывая вышеизложенное, необходимо повысить качество изготовления стеновых панелей и покрытия гибких связей, а также обследовать уже смонтированные здания, имеющие наружные трехслойные стеновые панели с гибкими связями для решения вопроса об их надежности, так как сотни тысяч таких панелей в случае дефектности арматурных связей во времени потребуют проведения гигантских работ по обеспечению их устойчивости. ПОВРЕЖДЕНИЕ ТОРЦОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ТЕРМОВКЛАДЫШАМИ В г.

Ленинске монтировались 9-этажные крупнопанельные жилые дома серии 111-121. Торцовые стеновые панели изготавливались с термовкладышами. По проекту толщину торцовых панелей 300 мм составляли: внутренний несущий слой из тяжелого бетона толщиной 100 мм, наружный слой из тяжелого бетона толщиной 100 мм и между ними жесткий утеплитель — пенополистирол толщиной 100 мм. Изготовление конструкций производилось лицевой стороной вниз. Таким образом, наружный слой мог быть изготовлен фиксированной толщины. По уложенному наружному слою тяжелого бетона укладывался жесткий пенополистирол и начиналось бетонирование ребер жесткости, расположенных через 950 мм. В момент бетонирования ребер жесткости происходил подъем

утеплителя, под который заходил бетон.

Соответственно уменьшалась толщина внутреннего несущего слоя стеновой панели, которая местами доводила до 40 вместо 100 мм, принятых в проекте. Это привело в период транспортировки конструкций к появлению в тонком несущем слое множества всевозможных трещин. Таким образом, были смонтированы 4-й и 5-й этажи 9-этажного крупнопанельного дома. На 4-м и 5-м этажах здания торцовые несущие стеновые панели имели большое количество трещин и фактически не могли нести нагрузку от панелей перекрытий. Было принято решение демонтировать торцовые стеновые панели на 4-м и 5-м этажах дома, а на остальных этажах установить металлические стойки с заполнением кирпичом и передать нагрузки на фундамент здания.

153

Выявленные дефекты изготовления несущих стеновых панелей встречались и ранее на других заводах железобетонных конструкций. Поэтому следует обратить внимание при изготовлении трехслойных конструкций на точную фиксацию утеплителя во время бетонирования и на жесткое соблюдение толщины несущего слоя панели, иначе появится возможность появления аварийной ситуации в доме.

Проконтролировать готовую конструкцию достаточно трудно, так как простукивание слоя мало что дает, а просверливание бетона может иметь случайный результат из-за возможного изменения толщины слоя по всей плоскости стеновой панели. А если формование наружных стеновых панелей выполняется лицевой стороной вверх, т.е. наружный слой изготавливается нефиксированной толщиной? Такое тоже случается. В этом случае толщина несущего внутреннего слоя получается больше проектного значения, а наружный

слой - «менее проектной величины. Чрезмерное уменьшение наружного ограждающего слоя приводит к его растрескиванию и, как следствие, к прониканию влаги внутрь стеновой панели. Жилые крупнопанельные здания с такими наружными стеновыми панелями, как правило, подвержены промоканию и продуванию стен и жильцы дома жалуются на некомфортность проживания в таких квартирах. Таким образом, конструкции наружных стен с термовкладышами, выполняя функции несущих и ограждающих элементов, при отсутствии необходимой культуры производства одинаково плохо работают при любом способе формования панелей — лицевой стороной вверх или наоборот. Необходимо высокое качество изготовления изделий с постоянным тщательным контролем в период их формования.

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПАНЕЛЕЙ ТОРЦОВЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

Анализ аварийных ситуаций и повреждений, имевших место в крупнопанельных зданиях, показывает, что нередко повреждения происходят тех торцовых участков зданий, монтаж которых осуществлялся, как правило, в зимний период времени при отрицательной температуре наружного воздуха. Повреждение конструкций проявляется в виде горизонтальных смещений наружных торцовых стен из плоскости стены чаще всего в нижних этажах домов в период наступления положительных температур наружного воздуха. 154

Рис. 108. Подвижка торцовых стеновых панелей 0-этажного крупнопанельного жилого дома в г. Кирове, Величина этих смещений достигает 20--30 мм, что требует выполнения работ по усилению конструкций. Причина повреждений торцовых панелей в крупнопанельных зданиях заключается в недостаточной прочности бетона в вертикальных

стыках и раствора в горизонтальных швах, а также в повышенной деформативности стыков и швов при их оттаивании в результате нарушения правил производства зимних работ. Процесс оттаивания бетона в стыках и раствора в горизонтальных швах обычно сопровождается неравномерностью их 155

Рис. 110. Крепление торцовых стеновых панелей затяжками 15в

деформаций, ростом эксцентриситетов при передаче вертикальных нагрузок в сечении стыков, что вызывает горизонтальное смещение торцовых наружных стен при недостаточном их закреплении в стыках. Одним из примеров деформирования торцовых стеновых панелей явилось повреждение 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии III-121 в г. Кирове (рис. 108). Монтаж дома был выполнен в течение января-февраля 1986 г. при температуре наружного воздуха до минус 31°C. 7 марта температура наружного воздуха поднялась до плюс 17°C, а еще ранее, 3 марта было пущено отопление в доме и в крайних секциях были включены калориферы, что привело к резкому оттаиванию раствора в горизонтальных швах и вертикальных стыках. При оттаивании раствора произошло перемещение торцовых стеновых панелей, в связи с чем пришлось срочно установить тяжи на втором этаже дома, а на первом и втором этажах дома торцовые стеновые панели приварить к панелям перекрытий, для чего в перекрытиях устанавливались на ббл-тах уголки, а в торцовых панелях выпускались стержни, которые приваривались к уголкам (рис. 109, 110). Аналогичные повреждения наблюдались и в других случаях, в связи с чем были разработаны специальные Рекомендации по выполнению монтажных соединений наружных торцовых стен с плитами перекрытий в торцах

крупнопанельных зданий. ПОВРЕЖДЕНИЕ ТОРЦОВЫХ СТЕН В ТЕМПЕРАТУРНО-ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВАХ ЗДАНИЯ Обрушение конструкций 9-этажных крупнопанельных жилых домов серии 121 и 90 в Костроме и Могилеве у температурных швов описано ранее. Как известно, серии домов 121 и 90 с узким шагом поперечных несущих стен и плитами перекрытий, опертыми по контуру, обладают повышенной надежностью и устойчивостью конструктивной схемы. Обрушение таких домов — явление чрезвычайное. И тем не менее аварии произошли. В многосекционных крупнопанельных зданиях температура- деформационные швы устраивают через определенное расстояние в зависимости от территориально-климатических районов и способов возведения домов. Первоначально предполагалось, что у температурно-деформационных швов должны устанавливаться спаренные внут-

157

ренние поперечные несущие стены и между ними заделываться вертикальный температурный шов. Спаренные внутренние стеновые панели, как правило, изготавливались из тяжелого бетона класса В12, В15 толщиной 12-16 см. Вертикальный температурный шов предусматривал возможность компенсации возникающих деформаций конструкций от температурных воздействий как зимой, так и летом. Вроде бы все было предусмотрено. Однако со временем температурный шов растрескивался, особенно при некачественном производстве работ и между внутренними поперечными несущими панелями у температурного шва проникал морозный воздух. Внутренние стеновые панели толщиной 12—16 см из тяжелого бетона не могли п[^]дохранить жильцов дома от воздействия температуры наружного воздуха, панели промерзали, люди болели и жаловались.

ЦНИИЭП жилища распоряжением N 11 от 11.02.81 г. принял решение по устройству блокировки секций из наружных торцовых панелей в температурно-деформационных швах для повышения эксплуатационных качеств крупнопанельных зданий. Итак, в 1981 г. было принято решение, а в 1982 г. обрушились конструкции у температурного шва 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии 121 в г. Костроме, где были смонтированы спаренные внутренние стеновые панели из тяжелого бетона, а не торцовые панели, рекомендованные ЦНИИЭП жилища. Можно предположить, что проектировщики просто не успели переделать серию. В 1986 г. обрушились конструкции у температурного шва 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии 90 в г. Могилеве, где опять были смонтированы спаренные внутренние стеновые панели толщиной 120 мм из тяжелого бетона, а не торцовые панели из легкого бетона. В 1989 г. в г. Нижневартовске затрещал 9-этажный крупнопанельный 6-секционный жилой дом серии 122 с двумя температурными швами и спаренными поперечными несущими стенами толщиной 120 мм из тяжелого бетона. С 1981 г., т.е. с момента решения ЦНИИЭП жилища, прошло достаточное количество времени, но во многих городах страны продолжается монтаж крупнопанельных зданий с применением у температурный швов спаренных стеновых панелей толщиной 120-160 мм из тяжелого бетона. Такое положение недопустимо, так как приводит к многократному повторению ошибок и необходимости их исправления, на что тратятся большие силы и средства.

158

Учитывая опыт аварий крупнопанельных зданий в Костроме и Могилеве, ЦНИИЭП жилища было принято конструктивное решение о монтажных соединениях

панелей торцовых стен с плитами перекрытий в температурно-деформационных швах, где предусмотрено обязательное монтажное соединение панелей наружных стен с плитами перекрытий для восприятия возможных горизонтальных смещений торцовых стен.

ПОВРЕЖДЕНИЕ ЗДАНИЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Все материалы деформируются от температурных воздействий — строительные конструкции не исключение. Для восприятия температурных деформаций устраиваются различные деформационно-температурные швы в зависимости от места строительства и конструктивных систем возводимых зданий. Решение температурных швов может быть различное, но учитывать их необходимо всегда. Примерами повреждения зданий от температурных воздействий могут служить повреждения домов в городах Нижневартовске и Тольятти. Поздно ночью в доме начиналось слабое потрескивание. В тишине ночи в доме раздавался треск ломающегося бетона. В первом случае происходило повреждение керамзитобето- на класса В6 в наружных стеновых панелях б-секционного 9- этажного крупнопанельного жилого дома серии III-112 с двумя температурными швами, смонтированного в г. Нижневартовске. Во втором - трескался тяжелый бетон класса В25 б—12- этажных крупнопанельных корпусов комплекса У1-ТИ, серии П/60 на 960 квартир длиной 460 м, возведенный без температурного шва в г. Тольятти. Итак керамзитобетон потрескивал, тяжелый бетон высокой марки лопался. От чего это все происходило? От температур-, ных деформаций? В г. Нижневартовске смонтировали шесть секций достаточно жесткого дома с узким шагом поперечных несущих стен и плитами перекрытий, опертыми по контуру, и с двумя температурными швами, хотя по расчету достаточно было одного. Увеличение в два раза числа

температурных швов не помогло, т.е. температурные деформации продолжались, поскольку сами швы были заделаны керамзитобетоном практически на 159

Л 1' Рис. 111. Разрушение опорной части ригеля Рис. 112. Разрушение бетона консоли 100

всю толщину наружных однослойных керамзитобетонных стеновых панелей» равную 450 мм для г. Нижневартовска с перепадом температуры от -45 до +304!. При длине дома около 150 м и перепаде температур наружного воздуха до 75°C можно было ожидать перемещения стен от температурных деформаций до 112 мм. Жестко заделанные керамзитобетоном без упругой прокладки температурные швы не могли воспринять деформации бетона» в результате чего началось ночное потрескивание керамзитобетона. В г. Тольятти была принята конструктивная система с широким шагом поперечных несущих стен с предварительно напряженными плитами перекрытий балочного типа пролетом 6,0 м и внутренними стеновыми панелями из тяжелого бетона класса В25. Наружные стены имели ленточную разрезку и были выполнены из керамзитобетонных панелей. Комплекс состоит из пяти корпусов и шести лестниц-вставок» соединенных с жилыми корпусами с помощью открытых переходов в каждом этаже. Железобетонные ригели жестко соединяют жилые корпуса с лестничными клетками» так как приварены к консолям» на которые опираются. Создается жесткий узел» что не дает возможности перемещения вдоль ригеля. Между жилыми корпусами нет температурных швов» так как там расположены лестничные площадки с открытыми переходами» которые должны были стать температурными компенсаторами. Однако жестко сваренные ригели с

консолями лишили дома последней надежды на возможность восприятия температурных деформаций. И так» при длине 450 м получился единый жесткий дом» в котором при перепаде температуры воздуха (от -36°C до $+30^{\circ}\text{C}$) возможно ожидать значительные перемещения стен от температурных деформаций. Это очень большая величина перемещения» в результате чего ночью начал раздаваться треск ломающегося высокопрочного бетона (рис. 111, 112). КАК ОБЕСПЕЧИТЬ РАБОТУ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТЫКА В КРУПНОПАНЕЛЬНОМ ДОМЕ? Максимально исключить "мокрые" процессы в крупнопанельном домостроении - задача первостепенной важности. Но как обойтись без "мокрых**" процессов при устройстве вертикального стыка? При существующих в настоящее время конструктивных схемах крупнопанельных зданий вертикаль- М —193 161

ные стыки бетонируются обязательно» т.е. без "мокрых" процессов не обойтись. В летний период проблем не возникает. В вот зимой» как правило» вертикальные стыки бетонируют на замораживание и в период оттаивания замороженного бетона возможны деформации и перемещения конструкций. В зданиях с узким шагом поперечных несущих стен и плитами перекрытий» опертыми по контуру» вертикальные стыки не свариваются» а устанавливаются петлевые скобы в трех ярусах по высоте панели. В момент оттаивания бетона возможны подвижки стеновых панелей» что произошло в описанных выше случаях обрушения зданий. В зданиях с широким шагом поперечных несущих стен вертикальные стыки свариваются» либо устраиваются выпуски арматуры» которые в монолитном бетоне образуют армированный стык. При оттаивании бетона в вертикальном стыке в сварных соединениях возникают усилия» которые

могут при некачественной сварке привести к повреждениям конструкций» что нередко имеет место в крупнопанельных зданиях. При наличии выпусков арматуры в бетоне вертикального стыка картина еще более тяжелая — в момент оттаивания замороженного бетона выпуски арматуры выходят из бетона и вертикальный стык фактически совершенно не работает» т.е. отсутствует соединение панелей по вертикали» что также явилось одной из причин обрушения крупнопанельного сейсмостойкого жилого дома в г. Ереване, о чем сказано выше. Кроме того» если крупнопанельный дом все же благополучно собрали и приступили к отделочным работам» окраске стен и оклейке обоев» то и здесь вертикальный стык может явиться причиной многих неприятностей. Так» например» в момент оттаивания бетона стена у вертикального стыка сыреет и отлетает краска или наклеенные обои. Высыхание бетона в стыке явление довольно продолжительное и поэтому ускоренный монтаж крупнопанельных зданий не позволяет сдавать дома вовремя» так как сырость у вертикальных стыков заставляет по многу раз перекрашивать стены и переклеивать обои» что препятствует нормальной сдаче домов в эксплуатацию. Что же надо сделать» чтобы вертикальные стыки нормально работали в общей системе крупнопанельных зданий? Все очень просто. Необходимо после бетонирования стыка провести электропрогрев бетона. Для этого на всю высоту стыка опускаются две проволоочки диаметром 4 мм и подсоединяются к понижающему трансформатору. Бетон» как правило» прогревается ночью» что вполне достаточно для набора прочно- 162

сти, учитывая сравнительно небольшой его объем, а затем монтаж дома продолжается. Все это хорошо, но в вертикальном стыке много арматуры и возможно

замыкание. Но в этом случае надо стержень слегка пошевелить, он покроется цементным молоком и будет работать самостоятельно. Схватившийся бетон в вертикальных стыках резко увеличивает жесткость всего здания, практически гарантирует от аварийных ситуаций крупнопанельную систему, обеспечивает совместную работу наружных и внутренних стеновых панелей, не мешает нормальным отделочным работам по дому в зимних условиях. Для всего этого надо только организовать электропрогрев бетона в вертикальном стыке. ПЛАТФОРМЕННЫЙ СТЫК -- ХОРОШО ЭТО ИЛИ ПЛОХО? Если стеновая панель опирается на стеновую панель — это контактный стык. Опираение стеновой панели на стеновую панель через перекрытие — это платформенный стык. Что лучше? Практически во всех крупнопанельных конструктивных схемах принят платформенный стык, имеющий два горизонтальных шва — верхний и нижний, которые необходимо тщательно заделывать. В контактном стыке — один горизонтальный стык, но заделывать его надо более тщательно. Неточность монтажа верхней стеновой панели в контактном стыке создает эксцентриситет приложения нагрузки на нижерасположенную панель. Если верхняя панель смещена, допустим на 5 см, то расчет случайного эксцентриситета необходимо выполнять на эти 5 см. Требования к точности монтажа в этом случае резко возрастают. В платформенном стыке в случае смещения верхней панели на те же 5 см нагрузка, проходя через жесткую плиту перекрытия, сможет передать на нижнюю панель усилие с эксцентриситетом не на 6, а только на 0,5 см, т.е. почти в 10 раз меньше. Проведенные сектором контроля и оценки качества конструкций и зданий в ЦНИИЭП жилища натурные испытания свыше 25 крупнопанельных зданий в стадии их возведения и в период эксплуатации в различных городах страны и за

рубежом с применением измерительных приборов показали, что фактические значения случайного эксцентриситета приложена 163

ния вертикальной нагрузки не превосходили 0,8 см, при допустимом значении 2,0 см, принятом в СНиПе. По нашей рекомендации это значение было уменьшено в новом СНиПе до 1 см. Таким образом, проведенные натурные испытания подтвердили способность платформенных стыков перераспределять неточность монтажа несущих конструкций крупнопанельных зданий. Геометрический эксцентриситет, полученный путем геодезической разбивки осей здания, не соответствует физическому эксцентриситету, замеренному приборами и образующемуся в зависимости от различных факторов: разброса прочности по сечению панели, фактическому опиранию конструкций, качеству выполнения горизонтальных растворных швов и т.д. Как уже говорилось ранее, сотни замеренных значений фактических эксцентриситетов не превышали 0,8 см, что дает основание в случае проведения неточного монтажа несущих стеновых панелей не спешить с разборкой и демонтажем конструкций зданий, а в некоторых случаях и с полной разборкой крупнопанельных домов, которые имели место во многих городах страны. Прежде чем принимать решение о возможности продолжения строительства полносборного дома, следует тщательно разобраться в конструктивной схеме крупнопанельного здания, в работе горизонтальных и вертикальных стыков, в обеспечении совместной работы внутренних и наружных стен и др. Учитывая качество строительства и многие другие факторы, о которых говорилось выше, применение платформенного стыка помогает перераспределять нагрузки, возникающие от эксцентриситетов, и

обеспечивает нормальную работу всей системы крупнопанельного здания. ОБРУШАТСЯ ЛИ КРУПНОПАНЕЛЬНЫЕ ДОМА, ЕСЛИ ЗАКЛАДНЫЕ ДЕТАЛИ НЕ БУДУТ ОЦИНКОВАНЫ? Разборка 9-этажного крупнопанельного жилого дома подходила к концу (рис. ПО). За разборкой дома внимательно наблюдали научные сотрудники, так как разборке подвергся крупнопанельный жилой дом серии 1-464 с узким шагом поперечных несущих стен и плитами перекрытий, опертыми по четырем сторонам. Эта серия домов, с точки зрения прочности, сомнений никогда не вызывала. Что произошло? В г. Горьком, в микрорайоне Мещерские озера был смонтирован на сваях с монолитным ростверком 9-этажный круп-

нопанельный жилой дом этой серии. Здание было построено на месте лесопильной биржи и основанием служили намывные грунты. Забитые сваи не дошли до твердого грунта и вскоре после заселения дома часть свай стала деформироваться и появились трещины в конструкциях первого этажа, которые раскрывались во времени. Было принято решение разобрать дом. Как известно, в зданиях с узким шагом поперечных несущих стен серий 1-464, 111-121,90 и др. вертикальные стыки не свариваются, а соединяются между собой петлевыми накладками в трех ярусах по высоте панели с обязательным поэтажным бетонированием стыков. Кроме того, ранее предусматривалась оцинковка петлевых накладок и выпусков арматуры. Однако со временем, учитывая огромные затраты на оцинковку металла, а главное отсутствие надежности в защитном покрытии металла для конструкций крупнопанельных зданий с узким шагом поперечных несущих стен и плитами перекрытий, опертыми по контуру, ЦНИИЭП жилища было предложено, а Госстроем СССР утверждено решение не выполнять защитное покрытие

металла при условии качественного бетонирования вертикального стыка. В разобранным доме было обнаружено, что металл в вертикальном стыке вел себя следующим образом: если металл был защищен оцинкованным покрытием, но плохо был пробетонирован бетон в вертикальном стыке, то произошло корродирование металла; если металл не был защищен оцинкованным покрытием и был плохо пробетонирован вертикальный стык - металл закорродировал; в местах, где качество бетонирования вертикального стыка было нормальным, металл, как покрытый, так и не покрытый защитным оцинкованным слоем, не корродировал. Этот важный вывод говорит о том, что нанесение защитного покрытия на металлические закладные детали и арматурные стержни кардинально не решает вопроса защиты металла от коррозии. Только качественное бетонирование вертикального стыка, уплотнение бетона вибраторами, применение бетона требуемого класса, качественное бетонирование стыка при отрицательной температуре наружного воздуха могут позволить иметь качественный вертикальный стык — железобетонный стык, не подверженный действию времени и исключаящий коррозию металла, находящегося в бетоне. Экономический эффект от данного предложения трудно переоценить. Очевидно, настало время научиться нормально бе-

165

тонировать вертикальные стыки, создавая с металлической арматурой железобетонную конструкцию без нанесения защитного покрытия на металл. ПОЭТАЖНАЯ ПРИЕМКА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ
Обрушилось 25 крупнопанельных зданий -- самых прочных и надежных жилых домов. Можно бесконечно ругать всех участников строительного процесса, но, к сожалению, аварии продолжают. Что делать?

Приемка крупнопанельного дома государственной комиссией производится один раз и тогда, когда выполнены все отделочные работы и практически не видно качества выполнения скрытых работ: устройства горизонтальных швов и вертикальных стыков, сварных соединений, качества бетонных конструкций и т.д. Многие аварии крупнопанельных зданий произошли в связи с тем, что монтаж последующего этажа был начат без окончания строительных работ на предыдущем этаже и здание работало не как единое целое. Отсюда следует сделать вывод о необходимости поэтажной приемки конструкций крупнопанельных зданий. Во всех зданиях, монтируемых методом подъема перекрытий, не всегда все нижние поднятые этажи были закреплены, что увеличило гибкость колонн и в конечном итоге привело к обрушению зданий. При проведении поэтажной приемки подъем верхних этажей дома без закрепления нижних не был бы разрешен. Очевидно, авария была бы предотвращена. Итак, поэтажная приемка. После всех происшедших аварий напрашивается такое решение. Например, 9-этажный крупнопанельный дом должен приниматься 9 раз, а на 10-й производится приемка дома государственной комиссией. Этаж дома может приниматься одним человеком либо от заказчика, либо проектировщиков или технадзора. После оценки выполненных работ подписывается разрешение на возведение последующих этажей. В 1986 г. специальным постановлением Госкомархитектуры при Госстрое СССР было принято решение о внедрении поэтажной приемки выполненных работ при монтаже крупнопанельных и каркасно-панельных зданий. Прошли годы, а поэтажная приемка смонтированных конструкций не нашла поме

всеместного внедрения и по разным причинам не стала обязательной для строительных организаций, что, к сожалению, не способствовало повышению качества строительства. Как известно, в настоящее время резко возрос объем жилищного строительства хозяйственным способом, т.е. предприятие на свои средства строит жилье для сотрудников своими силами. Часто это рабочие невысокой строительной квалификации, которые считают, что строить дом может каждый без подготовки и учебы, и, это, как правило, приводит к печальным результатам. В таком случае поэтажная приемка совершенно необходима. Представляется, что настало время вернуться к вопросу о поэтажной приемке смонтированных конструкций для того, чтобы пополнить копилку предложений по повышению качества жилищного строительства в стране.

КРУПНОПАНЕЛЬНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ -- ПОЛНОСБОРНОЕ, А ПОЛНОРАЗБОРНОЕ ЛИ? Обрушение домов происходит мгновенно -- был дом и нет его. Ну, а если попробовать разобрать крупнопанельные здания. Ведь у нас имеется опыт разборки 15-этажного крупнопанельного жилого дома серии ЛГ-600 в г. Ленинграде в 1979 г., двух 9-этажных крупнопанельных жилых домов серии 96 и 84 в г. Волгодонске, 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии 1-464 в г. Горьком и т.д. (рис. 113-115). Оказывается тщательно разработанная технология полносборного крупнопанельного домостроения совершенно не предусматривает возможности разборки крупнопанельных зданий с последующим использованием разобранных конструкций. Что же надо сделать для того, чтобы крупнопанельное домостроение могло быть полноразборным. Главное, на наш взгляд, сохранить в конструкциях подъемные петли для возможности подъема панелей без повреждений. Казалось бы, достаточно простое решение не загибать и не обрезать петли после

монтажа панелей стен и плит перекрытий. Однако все не так просто, как кажется с первого взгляда. Необходимость сборки конструкций между собой, отсутствие должного количества закладных деталей в панелях стен и плит перекрытий вынуждают использовать подъемные петли для выполнения сварных соединений, в результате чего подъемные петли оказываются непригодными для дальнейшего использования уже при разборке зданий. 167

Рис. 113. Фасадная часть разбираемого 9-этажного крупнопанельного жилого дома Рис. 114. Конструкции после разборки крупнопанельного дома 168

Рис. 115. Наружные стеновые панели после разборки крупнопанельного дома Настало время для выработки рекомендаций об использовании крупнопанельных конструкций, оставшихся после разборки крупнопанельных зданий, об очередности и методике разборки полносборных зданий. И, наконец, крупнопанельные здания должны быть полноразборными с использованием бетонных конструкций для строительства крупнопанельных зданий новых конструктивных систем, пониженной этажности. Кирпичные дома разборке не поддаются (их взрывают по кускам). На этом фоне полносборное домостроение должно быть и полноразборным с минимальными потерями, о чем, очевидно, нужно думать сейчас, тогда когда мы их возводим.

БРОШЕННЫЙ ДОМ В Московской области с 1962 по 1989 г., т.е. 27 лет, простоял всеми забытый смонтированный 5-этажный 4-секционный жилой дом без окон, дверей и полов, но с крышей, покрытой одним слоем рубероида (рис. 116). Наличие кровли обеспечило дому длительное пребывание под воздействием раз- 169

Рис. 110. Крупнопанельный 4-секционный жилой дом, смонтированный ■ 1962 г. личных температур и влажности наружного воздуха и предохранило его конструкции и стыки от осадок и деформаций во времени. За четверть века увеличилась прочность бетона в конструкциях дома, которая составила к 1989 г. более 40 МПа, что значительно превысило проектную прочность бетона, принятую для крупнопанельных зданий с узким шагом поперечных несущих стен 15-20 МПа. Прочность бетона за 27 лет увеличилась более чем в два раза, этот важный вывод должен быть учтен при дальнейшем решении вопросов о конструкциях крупнопанельных зданий. Трещины в поперечных несущих стеновых панелях и плитах перекрытий практически отсутствовали, что положительно характеризует технологию и изготовление конструкций. Наружные керамзитобетонные несущие стеновые панели толщиной 300 мм соответствуют толщине, принятой для Московской области для ограждающих конструкций жилых зданий при проектном классе бетона В5 (рис. 117). Поскольку рост прочности керамзитобетона во времени незначителен, то фактическое значение прочности керамзитобетона было несколько выше проектного значения. Горизонтальные растворные швы были выполнены небольшой толщины в пределах проектных величин, равных 10- 20 мм, с прочностью раствора выше марочного (10 МПа). Фактическая толщина межкомнатных и межквартирных поперечных несущих стен достигала 19-20 см, т.е. превосходила принятую, в настоящее время толщину для 5--9-этажных зданий, равную 12—16 см при равной прочности бетона. 170

Рис. 117. Панели торцо- I стены дома Что же обеспечило несущую способность дома в течение такого длительного срока практически без каких-либо условий

нормальной эксплуатации? Главная причина, на наш взгляд, это конструктивная схема здания с узким шагом поперечных несущих стен и плитами перекрытий, опертыми по контуру, которая достаточно надежно себя зарекомендовала, особенно для 5-9-этажных зданий, где вопросы прочности сомнений не вызывают, так как толщина несущих стен назначалась не по вопросам прочности, а с учетом комфорта жилища и звукоизоляции помещений. Кроме того, наличие кровли, большого вылета карниза и отмостки вокруг здания предохранило конструкции дома от замачивания, что очень важно для дальнейшей эксплуатации крупнопанельных зданий. Приведенный выше случай с брошенным домом — наглядный пример надежности и долговечности крупнопанельных зданий, особенно при решении вопросов о возможной разборке 171

крупнопанельных домов с узким шагом под предлогом возможного возникновения с ними аварийных ситуаций во времени. "СУХОЙ МОНТАЖ" КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ Как указывалось ранее» повреждения и аварийные ситуации с крупнопанельными домами происходят, как правило, ранней весной при возведении здания в зимний период времени. В момент наступления положительной температуры наружного воздуха оттаивают раствор и бетон в горизонтальных швах и вертикальных стыках. Если при этом не применялись противоморозные добавки или другие способы обеспечения роста прочности раствора и бетона во времени, может произойти потеря устойчивости конструкций всего здания. Казалось бы, объем укладываемого монолитного бетона в вертикальных стыках и раствора в горизонтальных швах -- незначителен, однако эта операция требует очень тщательного производства работ. При работе с бетоном и раствором в зимнее время необходимо иметь

противоморозные добавки — поташ и нитрит натрия, которые, к сожалению, становятся все более дефицитными и не все стройки обеспечены ими полностью. Уже сейчас необходимо провести исследования по использованию в качестве противоморозных добавок других различных отходов промышленности. Нет однозначного решения о необходимости приготовления раствора непосредственно на стройке на приобъектном растворном узле, как это успешно проводится в г. Сургуте, либо путем централизованной доставки его с растворобетонных узлов (опыт работы в г. Братске). Все это пора четко изложить в нормативных документах, так как имеющиеся в настоящее время нормы не отражают! накопленного за это время опыта зимнего монтажа крупнопанельных зданий. Анализ качества возведения полносборных зданий установил, что имеют место грубые нарушения правил производства строительно-монтажных работ, в основном в зимних условиях. В связи с этим возрастает роль "сухого" монтажа крупнопанельных зданий в зимний период времени. Монтаж крупнопанельных домов методом "замораживания" раствора в горизонтальных швах чреват всякими неужи 172

данностями независимо от этажности и конструктивных систем зданий и не может являться оптимальным решением при строительстве жилых домов в зимний период времени. Применение химических добавок при их правильном добавлении в раствор достаточно надежно решает проблему зимнего производства работ. Однако в настоящее время для целей строительства отпускается ограниченное количество химических добавок, что является серьезным тормозом при строительстве крупнопанельных и кирпичных зданий в зимний период времени. Главным направлением при

решении вопроса о зимнем производстве работ является, на наш взгляд, ликвидация мокрых процессов при монтаже крупнопанельных зданий. Для решения этой задачи необходимо четко разделить его на две части: монтаж крупнопанельных зданий без мокрых процессов; заделка горизонтальных швов после пуска системы отопления и получения положительной температуры в смонтированном доме. Наиболее сложным является проведение монтажа крупнопанельных зданий без мокрых процессов. Применение различных прокладок не решает проблемы, поскольку на прокладках смонтировать весь дом не представляется возможным, и не решен вопрос о материале, из которого эти прокладки могут быть сделаны. Жесткие прокладки приведут к концентрации напряжений в местах опирания на них вышележащих конструкций, появлению трещин, перераспределению усилий и, как следствие этого, к созданию аварийных ситуаций в доме. Вертикальные стыковые соединения практически не представляют больших сложностей при их выполнении в зимних условиях. Можно прогреть бетон в вертикальных стыках электропрогревом, как это делается в некоторых регионах страны в настоящее время, либо выполнить их на замораживание, что нежелательно, но для зданий 5—9 этажей возможно. Наибольшую трудность при производстве монтажа крупнопанельных зданий при отрицательной температуре наружного воздуха представляет устройство горизонтальных растворных швов. Для равномерной передачи нагрузки предпочтительнее заполнять горизонтальные растворные швы материалом, например сухой цементно-песчаной смесью с последующим инъецированием в эту смесь воды в комфортных условиях, после подачи тепла в здание или в часть его. 173

Кроме цементно-песчаной смеси можно применять любой другой материал, способный равномерно передавать нагрузки с вышележащих этажей, с последующим инъецированием в него цементного молока после окончания монтажа дома и пуска в здание тепла. Все эти работы предварительно требуют проведения экспериментальных исследований. Большое значение при зимнем производстве работ имеет конструктивная схема крупнопанельного дома. Здания с узким шагом несущих стен необходимо проверить в первую очередь, как имеющие большой запас прочности. Для обеспечения надежности конструкций и стыков дома необходимо в зданиях с узким шагом несущих стен проводить сварку выпусков арматуры и петель в вертикальных стыках с последующим их бетонированием и электрообогревом бетона, что сейчас достаточно широко распространено в практике зимнего бетонирования. Предлагается монтаж зданий путем соединения всех элементов с помощью болтовых соединений, что, в свою очередь, исключает электросварку. Применение болтовых соединений требует высокой точности изготовления изделий и культуры производства, что сопряжено со значительными трудностями в условиях массового строительства и значительно усугубляет производство работ при низких отрицательных температурах. Болтовые соединения требуют использования специальных ключей, обеспечивающих определенные усилия закручивания, неудобство узла по высоте и ограниченность пространства при работе ключом, необходимость повышенной точности монтажа здания по кладным элементам, организации и технологической подготовленности производства. Наибольшую надежность производства монтажа в зимних условиях обеспечивает метод обогрева помещений, создающий нормальные условия твердения

раствора при положительных температурах. Эффективен метод обогрева опалубки в местах предстоящей укладки бетона или раствора. Однако массовое применение метода обогрева помещений или опалубки сдерживается из-за дефицита энергии и отсутствием специального оборудования. В зарубежной практике большое распространение получило устройство специальных покрытий над строящимся объектом для предохранения его в зимних условиях от воздействия снега и порывов ветра. 174

ДОПОЛНЕНИЕ К СТРОИТЕЛЬНЫМ НОРМАМ И ПРАВИЛАМ (СНиП) Для предотвращения повреждений зданий автором подготовлены предложения о внесении необходимых дополнений в главу СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции" при расчете конструкций по несущей способности (предельное состояние первой группы). Известны обрушения крупнопанельных зданий, все конструкции и стыки которых до момента оттаивания раствора и бетона, уложенные на замораживание или с частичным применением противоморозных добавок, полностью отвечали требованиям расчета конструкции по несущей способности * (предельное состояние первой группы). Оттаивание стыков является предельным состоянием, которое необходимо учитывать при расчете крупнопанельных зданий, монтируемых в зимний период времени. Поскольку обрушение крупнопанельных зданий произошло в момент оттаивания горизонтальных швов, то с ч и т а- ем необходимым рассчитывать конструкции по несущей способности в момент оттаивания раствора в горизонтальных швах. Считаем необходимым внести следующие дополнения к п. 1.10 (а) СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции". Бетонные и железобетонные конструкции должны удовлетворять

требованиям расчета по несущей способности (предельное состояние первой группы). а) Расчет по предельным состояниям первой группы должен обеспечить конструкции от: разрушения под совместным воздействием силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды (периодического или постоянного воздействия агрессивной среды, действия попеременного замораживания и оттаивания, воздействия пожара, оттаивания раствора и бетона в стыках полносборных зданий и т.п.) • Чтобы избежать аварийных ситуаций, связанных с замораживанием бетона в зимних условиях, необходимо стремиться к уменьшению количества монолитных участков и швов в полносборных зданиях и выполнять расчеты для предупреждения их разрушения. Если конструкции, стыки и крупнопанельное здание в целом не удовлетворяют требованиям расчета по первому пре- 176

дельному состоянию от совместного воздействия силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды -- оттаивания раствора и бетона вертикальных и горизонтальных стыков, то необходимо принять меры по усилению конструкций, стыков и здания в целом для безусловного предупреждения аварийных ситуаций при наступлении положительной температуры и оттаивания раствора и бетона. ГЛАВА VI. МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ ПАНЕЛЕЙ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ТРЕЩИНАМИ Существуют проблемы, связанные с экономией строительных материалов и повышением эффективности и качества производства, решить которые можно без больших капитальных затрат и специального оборудования силами самих строительных бригад или участков и цехов заводов железобетонных изделий. К числу таких проблем относится и проблема, связанная с появлением трещин

в бетонных панелях жилых зданий. Эта проблема очень актуальна и становится все более острой, а решение ее пока отсутствует. Несмотря на ужесточение требований по снижению трещинообразования в панелях на сегодня еще нет рациональных технических решений по уменьшению трещинообразования при их изготовлении, транспортировании и монтаже. В то же время подсчеты показывают, что ежегодный материальный ущерб от браковки по действующим стандартам панелей, поврежденных трещинами, только по внутренним стенам составляет миллионы рублей. Из этого следует, что материалы, направляемые в жилищное строительство, расходуют непроизводительно. Большое количество панелей приходит в негодность при транспортировании их на далекие расстояния, что имеет место при строительстве жилых домов во вновь осваиваемых районах Сибири, Севера и Дальнего Востока, удаленных от промышленных предприятий сборного железобетона. При транспортировании изделия подвергаются многократным погрузоч-но-разгрузочным операциям, что как и транспортные нагрузки, способствует образованию трещин в панелях. В результате браковки изделия используют не по назначению — при строительстве различных временных сооружений и дорог. На строй- •176

площадках же срывается ритмичная и комплексная поставка изделий, что приводит к увеличению сроков строительства. Анализ повреждений панелей внутренних стен показал, что во многих случаях, выполняя различные конструктивные мероприятия, можно восстановить несущую способность панелей и обеспечить их эксплуатационную надежность. В отдельных случаях (по согласованию с проектной организацией) строители производят усиление

поврежденных панелей. Однако при этом они часто принимают недостаточно обоснованные конструктивные решения. В одних случаях эти решения выполняются с излишним запасом прочности и требуют большого расхода основных строительных материалов, в других — не являются надежными. Например, часто применяется такое решение: панели, поврежденные трещинами, с обеих сторон забирают в металлические или железобетонные обоймы. Недостаток такой конструкции — ее высокая стоимость и трудоемкость, а кроме того, утолщение стены из-за обойм уменьшает жилую площадь помещений. За рубежом при ремонте различных железобетонных конструкций применяется метод инъекции в трещины клеящих эпоксидных составов. Имеется и отечественный подобный метод, примененный при восстановлении уникальных зданий и сооружений, однако при восстановлении панельных конструкций он не получил распространения из-за несовершенства применяемого оборудования и специфики трещинообразования в панелях. В ряде случаев, чтобы надежнее заполнить эпоксидным составом полости трещины, прибегают к дополнительному ее раскрытию путем воздействия на панель нагрузкой, что представляет собой весьма трудоемкий процесс. Поэтому разработка решений по усилению панелей, которые будут просты, технологичны в исполнении и потребуют минимальных материальных и финансовых затрат, — весьма своевременная и важная задача. Возврат в производство значительного количества прежде забракованных панелей уменьшит материальный ущерб, наносимый народному хозяйству. При разработке метода восстановления бракованных панелей потребовалось систематизировать трещины и повреждения по степени опасности, конфигурации, расположению их в панели, наличию излома в

плоскости и другим признакам. Так было установлено, что наличие вертикальных трещин не снижает несущей способности панелей, применяемых в 6—9-этажных зданиях, поэтому в их усилении нет необходимости. Нужно лишь восстановить звукоизоляцию ремонтируемых панелей, что можно осуществить при производстве отделочных работ. 12-193 177

Восстановительные работы необходимо производить лишь при наличии в панелях наклонных трещин, которые, как правило, образуются по линиям внутренних электроканалов, т.е. в ослабленных сечениях. При установке таких панелей в здание возможны сдвиги дисков, отсеченных трещинами от основной панели. В этих случаях усиление панелей выполняется с целью предотвращения возможности таких сдвигов. Установлено, что большинство повреждений панелей имело именно такой характер. Панели, которые имеют изломы из плоскости, вообще не рекомендуется применять при монтаже здания - они подлежат браковке. Если же по какой-либо случайности они оказались смонтированными, необходимо усилить их железобетонными обоймами. Для восстановления панелей, поврежденных наклонными трещинами (наиболее распространенный тип повреждений), разработан метод шпоночных соединений. Этот метод заключается в устройстве закладных металлических шпонок, обеспечивающих объединение отдельных дисков, разделенных трещинами, в одну панель. Шпонки устанавливаются в гнезда, прорезаемые в бетоне панели по длине трещины, т.е. в нескольких поперечных сечениях, образуя своеобразную "штокку" поврежденной панели. Для выполнения таких работ применяются ручные шлифовальные машины с электро- или пневмоприводом с мощностью двигателя 0,7-1,5 кВт. В них вместо шлифовального камня на рабочем

органе устанавливаются алмазные отрезные круги диаметром 200-250 мм, толщиной 2-2,2 мм, применяемые при резке камня. Восстановительные работы выполняются в определенной последовательности. Сначала размечаются расположения щелей-гнезд (в соответствии с расчетом по определению числа шпонок), при этом щели располагают равномерно по длине трещины, пересекая ее по нормали. После разметки прорезают машиной щели-гнезда. На защитном кожухе рабочего органа машины предусмотрены фиксаторы, устанавливающие положение отрезных дисков перпендикулярно плоскости стены и ограничивающие глубину образуемой щели. При резке бетона на отрезной диск для его охлаждения подается вода из водопровода или из какой-либо емкости. Размер щели по длине 150—170 мм, глубине 40 мм и толщине 4—5 мм. Такая толщина образуется при сдвоенных дисках толщиной 2-2,2 мм при использовании диска толщиной 4 мм. Применяемые шпонки изготавливаются сегментной или треугольной формы из профилированного металлического листа 178

Рис 118. Заготовка или полосы толщиной 4—4,5 мм. Длина шпонки — 140 мм» ширина — 30 мм (рис. 118). Предварительно смоченные в клеящем составе шпонки плотно устанавливаются в прорезанные и заполненные составом щели — гнезда так» чтобы образовался защитный слой в 10 мм. В качестве клеящих составов можно применять эпоксидную смолу» силикатный клей или поли- мерцементный раствор (цементный раствор с добавкой 5% массы цемента пасты ПВА). После установки шпонок гнезда затирают цементным раствором. Чтобы обеспечить звукоизоляцию помещений» трещины заделывают и затирают полимерцементным раствором. Для этого края трещины разбивают» образуя треугольный или прямоугольный

профиль» открытый для заполнения раствором. При выполнении работ по резке бетона в монтируемом здании для удобства рекомендуем применять инвентарные стойки — на них подвешивается рабочий орган машины. Инвентарные стойки изготавливают из облегченных труб диаметром 50 мм и устанавливают в распор между перекрытиями. На стойку крепят поворотную консольную балку также из трубы (типа манипулятора)» на которую подвешивают головку машины. Это освобождает рабочего от необходимости держать ее в руках. На стойке подвешивают и емкость с водой. Если же работы по восстановлению панелей производятся на складе (приобъектном или заводском)» шпонки соединяют между собой» образуя непрерывную ленту» обеспечивающую восприятие не только сдвигающих» но и растягивающих усилий» которые возникнут при последующих транспортировке и монтаже панелей. Соединение смежных шпонок производится с помощью электросварки. Вместо отдельных шпонок можно применять гнутые ленты» по конфигурации соответствующие прорезам. Для выполнения работы по восстановлению панелей на заводе отводится специальный технологический пост» оборудо-

12» 179

1-Ш,111'!2Г, 121Т т-90 —т-бо 1-Ь68,Ш-8и;111-85 Рис. 119. Зависимость вертикальной нагрузки от этажности здания

этажность	100	200	300	400	500	600
нагрузка на 1 м длины стены						

КН ванный приспособлением для подвески рабочего органа режущей машины. Разметка расположения прорезей на бетонных панелях, поврежденных трещинами, выполняется с помощью трафареток-шаблонов, так как несовпадение концов шпонок не позволит выполнить их соединение. Шаблоны изготавливают из тонкого металлического листа, в котором прорезают щели, соответствующие

конфигурации всей цепи шпонок, соединенных между собой по концам. Соединение шпонок между собой с помощью электросварки производится до установки их в гнезда-щели. При изготовлении цепи шпонок также используется шаблон. Остальные операции выполняются аналогично первому типу соединения. Работа по восстановлению панелей осуществляется двумя рабочими. С целью проверки надежности восстановленных панелей на воздействие транспортных нагрузок были произведены специальные испытания. Панели на панелевозе транспортировали на расстоянии 20 км по дорогам различного технического состояния, включая и плохие приобъектные дороги. Испытания дали положительные результаты. Расчет шпоночных соединений сводится к определению числа устанавливаемых шпонок и производится по графикам, разработанным на основе проведенных экспериментальных исследований. В зависимости от этажа, на котором установлена восстановленная панель, и типа дома (шифра типовой серии) определяется и число шпонок. Это делается так: по графику для определенного типа дома и этажа определяется нагрузка на 1 м длины стены {рис. 119); по графику для определенной нагрузки определяется число шпонок на 1 м длины стены (рис. 120); 180

Рис. 120. Зависимость количества шпонок от вертикальной нагрузки на 1 м длины горизонтальной проекции трещины от вертикальной нагрузки « 26 о ш 2 100 200 300 400 500 600 НАГРУЗКА НА 1 М ДЛИНЫ СТЕНЫ. КН в соответствии с длиной проекции трещины определяется число шпонок, устанавливаемых с обеих сторон панели. При производстве работ по восстановлению панелей необходимо оформлять акты на скрытые работы согласно действующим правилам. Актируются местоположение панели (серии типового

проекта, номер дома, этаж, ось), длина проекции трещины, число установленных шпонок. При назначении ремонта ширина раскрытия трещин ограничивается до 5 мм. При большем раскрытии трещины необходимо заполнять ее полость полимерцементным раствором. Рассмотренные методы восстановления панелей» поврежденных трещинами, прошли опытную проверку на реальных объектах строительства. Внедрение этих методов при строительстве крупнопанельных зданий в районах, отдаленных от домостроительных предприятий и связанных с транспортированием панелей, дало возможность сократить материальный ущерб от браковки панелей и вернуть в производство большое количество изделий. Методы восстановления панелей, поврежденных трещинами, защищены авторскими свидетельствами: Авторское свидетельство N 742564. Бюллетень изобретений и открытий N 23, 1980 г.; авторское свидетельство N 1176049. Бюллетень изобретений и открытий N 32, 1986 г. Техническую документацию и консультацию по восстановлению панелей, поврежденных трещинами, можно получить по адресу: 127434, Москва, Дмитровское шоссе, дом 9 Б. 181

ЦНИИЭП жилища. Сектор контроля и оценки качества конструкций и зданий. ГЛАВА VI. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ Мы уже говорили, что сбор информации о повреждениях зданий и сооружений, случаях аварий на стройках, обобщение и систематизация этой информации и тщательный анализ причин повреждений зданий - очень важная научно-исследовательская работа, направленная на то, чтобы не допустить повторения подобных ситуаций в будущем. Однако существующая система регистрации аварийных ситуаций не способствует полноценному

количественному и качественному анализу причин повреждений конструкций и зданий в целом; не все случаи аварий фиксируются в соответствующих организациях и анализируются специалистами. Число аварийных ситуаций, связанных с крупнопанельными зданиями, составляет всего 5—6% общего числа аварий, происшедших при строительстве других видов зданий и зарегистрированных к настоящему времени. Если же учесть огромный объем крупнопанельного домостроения, эти цифры представляют собой совсем ничтожный процент. И тем не менее, чтобы эти ошибки не повторились в будущем, необходимо фиксировать и анализировать все случаи повреждений зданий и аварий, происшедших на стройках. Повреждения крупнопанельных зданий — это, как правило, следствие комплекса причин: нарушения качества изготовления изделий на заводе, точности монтажа на стройке, недостатков проектных решений и нормативных рекомендаций. Но что совершенно недопустимо, что ошибки эти повторяются. Дома в Ленинграде и Североморске обрушились в феврале, в Сургуте - в апреле, а все остальные аварии произошли в марте — после того, как установилась положительная температура наружного воздуха. Обрушения крупнопанельных зданий в городах Свердловске (1966 г.), Нижнекамске (1977 г.), Волгодонске (1982 г.), Сморгони (1986 г.), Волгограде (1987 г.) и, наконец, в Цели-

нограде (1988 г.), произошедшие по одной и той же причине» связанной с неправильным устройством горизонтальных штраб в несущих стенах, говорит о недостаточной информации об аварийных ситуациях, имевших место в жилищно- гражданском строительстве. Авария в Ленинграде произошла в связи с изменением в процессе строительства конструктивной

схемы дома — наружные стены из навесных превратили в несущие. В Сургуте горизонтальный диск панелей перекрытий был заварен недостаточно жестко, чтобы несущие стены восприняли температурные деформации здания. В Североморске — внутренние несущие стеновые панели неквалифицированно были заменены кирпичной кладкой. Итак, причиной обрушения этих трех крупнопанельных зданий было нарушение качества производства работ, связанных с несущими конструкциями (наружные стены, панели перекрытий, внутренние стены), что еще раз подчеркивает, что любые, особенно несущие конструкции в крупнопанельных домах, нужно изготавливать и монтировать строго по проекту и с соблюдением требований монтажа в зимних условиях. Напомним, какое большое значение имеет устройство горизонтальных швов и вертикальных стыков зданий: правильный подбор марки раствора (на замораживание или с противоморозными добавками), наличие арматурных связей вертикальных стыков. Оттаивание раствора и бетона в горизонтальных и вертикальных стыках становится причиной образования как бы новой конструктивной схемы крупнопанельного здания, требующей расчета конструкций по первому предельному состоянию с учетом совместного воздействия силовых факторов и неблагоприятных условий внешней среды — оттаивания раствора и бетона в стыках крупнопанельного здания. Анализ аварийных ситуаций и обрушений крупнопанельных зданий, проведенный выше, дает возможность констатировать, что все они произошли в период оттаивания раствора и бетона в горизонтальных и вертикальных стыках панелей. Однако в зависимости от конструктивной схемы зданий аварии происходили не однозначно. В зданиях с продольными несущими стенами и необходимо создание жесткого диска перекрытий — с

обязательной сваркой стеновых панелей с опирающимися на них плитами перекрытий, а также сваркой плит перекрытий между собой. Это должно соблюдаться безусловно, и поэтажная приемка зданий с продольными несущими стенами должна проводиться только при наличии всех перечисленных сварных соединений. В противном случае возможны повторе-

183

ния аварии, происшедшей при монтаже крупнопанельного пятиэтажного дома серии 1-464 в Сургуте, Чите, Магадане. Возведение зданий с узким шагом поперечных несущих стен в зимний период совершенно недопустимо без поэтажного бетонирования вертикальных стыков. При оттаивании раствора в горизонтальных швах накидные металлические петли не могут препятствовать потере устойчивости поперечных несущих стен на оттаявшем растворе, что вызывает обрушение конструкций, например обрушение части 9-этажного крупнопанельного жилого дома серии 111-121 в г. Костроме и серии 90 в г. Могилеве. Здесь необходимо было правильное устройство горизонтального шва не на замораживание, а путем введения противоморозных добавок и т.п. В зданиях с широким шагом поперечных стен работа вертикальных стыков имеет решающее значение, особенно в зданиях с шагом более 6 м, где сварка всех вертикальных стыков обязательна. Иначе при оттаивании раствора в швах несущие панели могут потерять устойчивость и привести к обрушению здания, например обрушения крупнопанельного дома в г. Сургуте, а также 9-этажного сейсмостойкого здания в Ереване, где в вертикальных стыках отсутствовала по проекту сварка, а выпуски стержней арматуры в момент оттаивания раствора в вертикальных стыках практически не работали. Устройство навесных

наружных стен также требует тщательного производства работ, поскольку наружные стеновые панели путем несложных замен (например, вместо пакли и мастики в швах применен раствор) или неточностей монтажа могут из ненесущих превратиться в несущие. Пример тому — обрушение 15-этажного крупнопанельного дома в Ленинграде, где в процессе строительства изменилась конструктивная схема здания - наружные навесные стеновые панели превратились в несущие, консоли перекрытий получили дополнительную нагрузку и при оттаивании раствора в горизонтальных швах произошло обрушение дома. В первых этажах крупнопанельных домов часто происходят изменения: переносят панели перекрытий для размещения в первом этаже магазина, высота которого должна быть больше, чем в квартирах (Свердловск, 1966); устраивают сквозной проезд в протяженном доме (Нижнекамск, 1977, Волгоград, 1987); заменяют сплошную цокольную панель панелью со штрабой (Волгодонск, 1982) и др. При переносе панелей перекрытия в несущих панелях остаются горизонтальные штрабы, которые необходимо тщательно заделать. Иначе при отрица-

тельных температурах наружного воздуха, а затем при его потеплении и последующем оттаивании раствора и бетона, уложенных в штрабы, возможно обрушение крупнопанельных зданий, что и произошло в указанных выше городах. Подчеркнем, — эти ошибки повторялись в течение многих лет в различных городах страны по одной и той же причине. Это еще раз свидетельствует о том, сколь необходима своевременная информация о происшедших повреждениях и обрушениях зданий. Предварительно напряженные многопустотные плиты перекрытий требуют особо тщательного производства работ и осторожного обращения с опорной частью

плиты в целях сохранения натяжения стержней. Кроме того, пустоты панелей перекрытий в опорной зоне необходимо заполнять только бетоном, а, например, не металлическими швеллерами, которые загоняют в отверстия кувалдами (обрушение школы в Истринском районе Московской обл.). При наличии температурных и деформационных швов в здании плиты перекрытий опираются на поперечные несущие стены только с одной стороны, т.е. резко увеличивается эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки. При оттаивании раствора в горизонтальных швах (при отсутствии сварки в вертикальных стыках зданий с широким шагом поперечных несущих стен и при отсутствии, замоноличивания накидных петель в зданиях с узким шагом) также возможны частичные обрушения крупнопанельных домов (пример обрушение части девятиэтажных домов в городах Костроме и Могилеве). В крупнопанельных сейсмостойких зданиях совершенно недопустимо укладывать бетон на замораживание в горизонтальные железобетонные поэтажные пояса. В момент оттаивания этих поясов и отсутствия сварки в вертикальных стыках панелей и произошло обрушение 9-этажного здания в Ереване. Частая причина аварий в жилищно-гражданском строительстве - неправильное расположение рабочей арматуры при монтаже консольных плит и балок балконов. По небрежности строители укладывают консольные плиты и балки в балконах, лоджиях и т.п. с арматурой, расположенной внизу. Причина аварии смотрового балкона в плавательном бассейне г. Егорьевска заключается именно в том, что консольные балки его были смонтированы так, что их рабочая арматура оказалась в нижней (сжатой) зоне бетона. Большинство аварий произошло в северных районах, характеризующихся суровыми климатическими условиями. Ава- 185

рии зданий» строящихся в обычных условиях» произошли в 1979 г.» отличавшемся очень суровой зимой. Таким образом» аварии» происшедшие с крупнопанельными зданиями, проявились в экстремальных условиях. Это говорит о необходимости более тщательного подхода к производству строительно-монтажных работ» к научной обоснованности конструктивных решений при строительстве на Севере страны» о необходимости разработки специальных нормативных документов для специфических условий Севера. Стоит ли говорить о том» сколь это важно именно сегодня» когда освоение районов Сибири» Севера и Дальнего Востока стало стратегией развития нашей страны. Пока еще для северных районов страны в основном применяются всевозможные типовые серии крупнопанельных зданий практически без ограничений и научных обоснований» не учитывающих экстремальные условия Севера. Дадим несколько конкретных рекомендаций при строительстве в зимних условиях: при температуре наружного воздуха ниже -30°C вывозить увлажненные конструкции на мороз не рекомендуется: возможны нарушения связей бетона с арматурой» между цементным камнем и заполнителем и т.д.; при возведении крупнопанельных зданий методом замораживания очень эффективно включать отопление в домах до момента интенсивного воздействия солнечной радиации на наружные ограждающие конструкции» что исключит их температурные деформации и связанные с этим повреждения конструкций. Одним из эффективных средств круглогодичного крупнопанельного домостроения должно стать» на наш взгляд» исключение при монтаже зданий мокрых процессов — применение в северных районах страны так называемого "сухого" монтажа. Еще раз подчеркнем: очень важно

исследовать причины аварий с учетом анализа аварийных ситуаций» имевших место ранее. Для этого необходимо подробно информировать строительную общественность о всех аварийных ситуациях» что» безусловно» повысит качество крупнопанельного домостроения. Необходимо информировать о результатах исследований и широкий круг специалистов — путем проведения технической учебы» чтения лекций и других форм распространения опыта. Надеюсь» что эта книга будет способствовать повышению качества жилищно-гражданского строительства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ Перед строителями стоят ответственные задачи по успешному' решению жилищной проблемы. Особое внимание должно быть уделено улучшению качества строительства. В этом вопросе очень многое зависит от людей - от их сознательного, активного и добросовестного отношения к своему делу. Можно вложить в новую технологию миллионы рублей, оснастить цехи современнейшими станками, но, если люди не имеют достаточной квалификации или относятся к делу недобросовестно, хорошего результата не получишь. Все рассмотренные в второй книге аварийные ситуации возникли в связи с нарушением технологии производства строительно-монтажных работ в зимнее время. От кого это зависит? Естественно, от людей. Однако не только от строителей, а от всех участников строительного "конвейера" - от ученых, проектировщиков, изготовителей строительных конструкций и от строителей. Если каждый из них сделает все, чтобы исключить возможность аварийных ситуаций, - их и не будет. Проектирование всех видов сборных зданий осуществляется по строительным нормам и правилам, государственным стандартам, специальным

указаниям и рекомендациям. Проектировщики должны тщательно придерживаться требований нормативных документов, что оградит строительство от крупных ошибок. Однако сегодня уже можно требовать от проектировщиков внесения в проекты таких решений, которые позволят в будущем усовершенствовать нормы, в частности, проектировать с учетом накопленного опыта безаварийного строительства, с тем чтобы, с одной стороны, повысить качество строительства, а с другой стороны, -- не только не причинить государству материальный ущерб, но и экономить все виды ресурсов. Изготовители конструкций со своей стороны могут внести большой вклад в улучшение качества строительства путем повышения качества изготовления изделий. Например, повсеместное внедрение неразрушающих методов контроля прочности бетона в изделиях, выпускаемых заводами, позволит обеспечить стабильную прочность бетона и сможет гарантировать безаварийную работу сборных железобетонных конструкций.

4 Укажем несколько аспектов, на которые изготовителям необходимо обратить внимание: повышение требований к используемым заполнителям бетона, обязательная их мойка и очистка от примесей -- гарантия качества приготавливаемой бетонной смеси; изучение и соблюдение всех требований, предъявляемых к изготовлению щ: хранению изделий в зимний период при отрицательной температуре наружного воздуха, исключает замораживание и потерю прочности и несущей способности конструкций; обеспечение геометрической точности изделий. Известно, что со временем формы изнашиваются, и зачастую изделия изготавливают с большими отступлениями от требований стандартов. Образующиеся плюсовые допуски приводят к суммированию ошибок и необходимости рубить изделия, что сопровождается браком и потерей

качества при монтаже крупнопанельных зданий. Старые формы, недостаточность вибрация и отсутствие пара, необходимого для прогрева применяемых при формировании железобетонных изделий, разброс прочности по высоте конструкций и многое другое требуют самого пристального внимания изготовителей к вопросам, связанным с повышением качества заводских строительных изделий. 187

Мы уже показали, что у строителей все промахи, как правило, происходят в зимний период, т.е. строители недостаточное внимание уделяют производству работ при отрицательной температуре наружного воздуха. Иногда имеют место недостаточная квалификация, незнание вопроса, однако чаще аварийные ситуации возникающие из-за чрезмерной и опасной самонадеянности строителей, приводящей к слишком печальным последствиям. В настоящее время нормы достаточно ужесточились. Это вызвало требованием всемерной экономии материальных ресурсов. Класс бетона доведен до крайне допустимого - В12,б. Армирование конструкций выполняется по «пюре моментов. Поэтому все, что предусмотрено проектом, строители должны выполнять самым тщательным образом •• в противном случае возможны аварийные ситуации. Хочется отметить следующее. Считают, что виноваты в аварийных ситуациях именно строители. Это неверно. Причиной аварий, как правило, является комплекс нарушений, в том числе отступления от норм, проекта, при изготовлении изделий на заводе, при ведении работ на стройке. Необходимо тщательно анализировать причины аварий, чтобы избежать их в будущем. Обозначив конкретные задачи всех участников строительства в деле повышения его качества (в частности, ликвидации аварийных ситуаций), можно твердо сказать, что все в руках

человека - можно все сделать хорошо, качественно и наоборот. Поэтому автор будет считать свою задачу выполненной, если, прочитав эту книгу, все, кто причастен к строительному процессу, почувствует свою ответственность за качество индустриального домостроения, поймет необходимость творческого подхода к работе, которая ведется сегодня на огромном фронте массового жилищного строительства для выполнения главной задачи - повышения благосостояния советского народа.

ПОСЛЕСЛОВИЕ От редакции: Книга была полностью готова к изданию, когда позвонил автор - Сендеров В.В. и сообщил, что после трехлетнего перерыва, т.е. с 1988 г. не было крупных аварий жилых зданий, но 24 марта и 6 апреля 1991 г. произошло обрушение еще двух крупнопанельных зданий в г.г. Новомосковске и Воркуте. Что предпринять? Притормозить издание книги и включить эти материалы в содержание, либо спокойно продолжать выпуск? В прежние времена мы наверное пошли бы по второму пути, но сейчас мы работаем на читателя и поэтому решили добавить материал по авариям зданий с надеждой на то, что это поможет повысить качество жилищного строительства. Итак, слово автору. **ОБРУШЕНИЕ 9-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 83 В Г. НОВОМОСКОВСКЕ** Рано утром 24 марта 1991 года, после сползания наружных керамзитобетонных двухмодульных стеновых панелей, рухнул 9-этажный крупнопанельный односекционный жилой дом серии 83 (рис. 121, 122). Рис. 121. Обрушение крупнопанельного 9-этажного жилого дома в г. Новомосковске 189

Рис. 122. Разбитые конструкции односекционного жилого дома. Были смонтированы все девять этажей дома и велась подготовка к отделочным работам.

Отрицательная температура наружного воздуха наблюдалась в течение всего периода монтажа здания (табл. 17). Обрушение крупнопанельного здания последовало после зимнего производства работ в момент оттаивания раствора в горизонтальных швах и вертикальных стыках, поскольку сравнительно небольшой срок возведения здания и значительное количество дней с низкой отрицательной температурой наружного воздуха не позволили раствору с противоморозной добавкой из жидкого нитрита натрия, приготовляемого на шлакопортландцементе, набрать необходимую по расчету минимальную прочность. В момент оттаивания раствора произошла подвижка наиболее нагруженных поперечных внутренних несущих стен, на которые опираются плиты перекрытий с пролетом 6 м, что вызвало перемещение наружных стеновых панелей, на которые опираются по длинной стороне плиты перекрытий. Оттаивший раствор в вертикальных стыках и горизонтальных 190

Таблица 17 Время монтажа здания Смонтированные этажи дома Температура воздуха, °С Январь 1991 г. 29 по 30 Февраль 4-5 5-8 11-13 13-19 19-21 22-26 26-28 Март 1-4 4-7 7-20 21 22 23 24* 1 2 3 4 5 6 7 8 8 9 Чердак - - - ~ -27. -18. -12. -12. -10. -8... -5... +3... -4... -8... -1... +3 ♦3 +3 .. -20 ..-12 ..-6 ..-2 ..-3 -5 +3 -3 -1 -3 +2 *

Обрушение здания швах способствовало сползанию наружных двухмодульных стеновых панелей» что в свою очередь привело к потере устойчивости поперечных внутренних несущих стеновых панелей и обрушению всего здания. ОБРУШЕНИЕ 5-ЭТАЖНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА СЕРИИ 335 В Г. ВОРКУТЕ Зима в Воркуте длительная и многие здания возводятся ♦при отрицательной температуре воздуха. Не было исключением и крупнопанельный жилой дом серии 335 {рис. 123, 124). Монтаж здания выполнялся

на растворе с противомороз- ной добавкой — поташ. Крупнопанельные дома серии 335 монтируются с использованием "полного каркаса" с установкой колонн посередине здания и возле продольных наружных стен. По колоннам монтируются ригели, на которые опираются плиты перекрытий. »2»

Рис. 123. Обрушение 6-этажного крупнопанельного жилого дома в г. Воркуте Рис. 124. Разбитые конструкции жилого дома 336 секции в г. Воркуте 102

В торцовой части дома был предусмотрен сквозной проезд с установкой колонн и продольных ригелей с консолями» на которые монтируются торцовые панели. С наступлением положительной температуры воздуха (табл. 18) произошло первое обрушение конструкций, расположенных над сквозным проездом, - обрушились поперечные стены перекрытиями, была срезана консоль ригеля, опирающегося на колонну по внутренней стороне дома, и лопнул ригель в середине пролета между двумя колоннами. Таблица 18

Время монтажа здания	Температура воздуха, °С
Февраль 1991 г. 25	28
Март 1991 г. 1 5 10 16 22	-4,8 -25,7 -25,6 -14,0 -12,7 -21,8 -27,6
Март 1991 г. 25 30	Апрель 1991 г. 1 3 4 5*
	-13,8 -10,5 -2,0 -12,1 +1,4 +1,0 *

* - Обрушение дома На следующий день обрушился второй ряд колонн с ригелями и плитами перекрытий, т.е. рухнули все конструкции 5 этажей, расположенных над сквозным проездом, кроме наружных продольных стеновых панелей. Впервые произошла авария с крупнопанельным домом серии 335, но аварии зданий со сквозными проездами уже были ранее, а после зимнего производства работ в период наступления положительной температуры воздуха аварии произошли со всеми двадцатью восемью

крупнопанельными жилыми зданиями, описанными выше. 13—193

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО АВАРИЯМ ЗДАНИЙ 1.

Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. ЦНИИСК. - М.: Стройиздат, 1976.

Выполнена работа по сбору материала об авариях и повреждениях строительных конструкций. На основе анализа причин аварий некоторых видов конструкций, выполненных в зимних условиях, даются предложения по их реконструкции. Даются предложения о строительстве зданий в зимних условиях без обогрева и указываются методы предотвращения аварий. Даны, рекомендации по применению растворов и бетонов с добавками поташа и нитрата натрия без прогрева. 2. Антонов В.Я., Лебедев В.Н. и др. Причины разрушения кирпичной кладки ограждающих конструкций помещений Севера. В кн.: Повышение эффективности и надежности строительных конструкций в условиях Восточной Сибири. Сборник научных трудов Иркутского политехнического института. - Иркутск, 1980. В статье даны примеры повреждений кирпичной кладки от температурно- влажностных воздействий в зданиях, возводимых и эксплуатируемых в условиях Севера. Проведен анализ повреждений ограждающих конструкций и предложены рекомендации по улучшению качества кирпичного строительства. 3. Акимова И.А. Причины низкого качества строительства// Экономика строительства, 1982, N 2. Результаты обследования у территориальных организаций Минстроя СССР, проведенного НИИЭС Госстроя СССР, выявили причины возникновения дефектов. Приведены таблицы с наименованием причин низкого качества строительства. 4. Варков Ю.В., Крашений Г.А. Уроки обрушения крупнопанельных зданий//Жилищное строительство, 1976, N 7. Приводятся данные по

обрушению части пятиэтажного крупнопанельного жилого дома серии 1-467А, смонтированного в зимних условиях. Предлагается в проектах домов для северных районов предусмотреть меры по обеспечению необходимой прочности бетона в эвлоноличенных монтажных соединениях. Рекомендуются конструкции "сухих" безрастворных стыков при монтаже зданий, а также уменьшение толщины растворных швов в платформенных стыках. 6. Беляев В.И., Корниенко В.С. Причины аварий стальных конструкций и способы их устранения. - М.: Стройиздат, 1969. В книге изложены причины ряда крупных и поучительных аварий стальных конструкций. Описаны обстоятельства каждой аварии, дан анализ ее причин, изложены меры для предотвращения подобных случаев. Приводятся характерные повреждения стальных конструкций, вызванные отсутствием технического надзора в процессе эксплуатации сооружений и невыполнением периодических ремонтов. Предложены дополнения и изменения, которые необходимо внести в нормы проектирования и строительные нормы и правила. 6. Боровиков В.П., Гришин Е.М. Об аварии крупнопанельного 16-этажного дома в Ленинграде. Л.: Рукопись (ЛИСИ-ВНИИИС N 2571), 1981. 194

Описывается авария односекционного 15-этажного жилого дома, происшедшая в период возведения крупнопанельного здания. Анализируются возможные причины аварии и пути повышения качества крупнопанельного домостроения. 7. Вейц Р.И. Предупреждение аварий при строительстве зданий. Л.: Стройиздат, 1985. Рассматриваются аварии зданий и сооружений, кратко освещаются вопросы надежности, долговечности и огнестойкости конструкций и конструктивных систем, оцениваются ошибки при проектировании, даны рекомендации по повышению

устойчивости и пространственной жесткости зданий. 8. Давидсои М.Г., Долматов В.И. Деформации здания и меры их предупреждения. - М--Л.: Госстройиздат, 1958. Излагаются деформации зданий, анализируются причины их появления. Приводятся рекомендации по их предупреждению. 9. Дмитриев Р.Д. Крушение инженерных сооружений. - М.: Госстройиздат, 1953. В книге приведены интересные данные по повреждениям и обрушениям ответственных инженерных сооружений, анализируются причины, приведшие к авариям. 10. Майер В.Р., Казаков П.П. Анализ причин аварий промышленных и гражданских зданий. В кн.: Вопросы теории и практики в строительной науке и производстве. Тезисы докладов областной научно-практической конференции в г. Тюмени. -- Тюмень, 1980. Рассматриваются случаи повреждений и аварий промышленных и гражданских зданий. Анализируются причины аварий зданий и сооружений с рекомендациями по их предупреждению. 11. Мак Кейт, Томас Х. Строительные аварии: (Пер. с английского). - М.: Издательство литературы по строительству, 1967. В книге описываются аварии сооружений из бетона, железобетона, стали, кирпича, дерева, аварии, связанные с реконструкцией, разрушением оснований и фундаментов, а также совместного влияния нескольких причин. Приводятся обрушения зданий от воздействия ветра, пожаров, взрывов. 12. Моайкоя АХ. Повреждения многопустотных плит перекрытий. Жилищное строительство, - 1980, N 1. Выявлены и проанализированы причины повреждений предварительно напряженных железобетонных плит перекрытий с круглыми пустотами при транспортировании и выполнении такелажных и складских операций. 13. Мокрищев Н. Происшествие, которое не стало уроком //Груд. 1980. 17авг. Анализируются причины аварий силосного корпуса N 2

на элеваторе Вело- кураинского района Ворошиловградской области. 14. Морозов Ю.Д., Седловец Г.Ф. Влияние некоторых дефектов монтажа стеновых панелей на несущую способность платформенного стыка. В кн.: Исс- 13* 195

ледование прочности и деформаций конструкций многоэтажных зданий. -- М.: Стройиздат, 1978. Подробно исследуется несущая способность платформенного стыка в зависимости от некачественного монтажа несущих стеновых панелей зданий. Приводится анализ зависимости работы конструктивной схемы здания от возможных дефектов монтажа здания. 15. Погосов Р.А. Надежность наружных стен крупнопанельных жилых зданий// Строительство и архитектура Москвы, 1980, N 12. 16. Сайкин В.М. Влияние промышленных взрывов на повреждение зданий. В кн.: Перспективы развития и опыт внедрения новых строительных материалов и конструкций на Дальнем Востоке (Тезисы научно-технической конференции). - Владивосток, 1981. Описываются воздействия взрывных и других динамических нагрузок на конструкции зданий, что со временем может привести к их повреждениям. 17. Сандеров В.В., Барков Ю.В., Захаров В.А. Анализ повреждений крупнопанельных зданий. Сб. науч.тр./ЦНИИЭП жилища. -- М.: 1986. Рассматриваются результаты анализа повреждений и аварий крупнопанельных домов в зависимости от времени возведения и конструктивной системы зданий с узким и широким шагом поперечных несущих стен, монтируемых в различных городах страны, различными строительными организациями. 18. Сандеров В.В., Варков Ю.В. Повреждения зданий и меры по их предупреждению. - М.: Знание, 1986. Описываются случаи повреждений и аварий крупнопанельных и кирпичных зданий в стадии их

возведения и в период оттаивания горизонтальных и вертикальных стыков. 19* Сандеров В.В., Бахриддинов С.Ш. Обеспечение совместной работы стен крупнопанельных зданий//Жилищное строительство. N 4. 1989. Анализируется возможность улучшения совместной работы внутренних и наружных стеновых панелей крупнопанельных зданий о предпочтением конструктивной схемы жилого дома, имеющего несущие наружные стены. 20. Сандеров В.В., Дронов Ю.П. Натурные исследования прочности крупнопанельных зданий. Бухарест, Румыния: ИНЧЕРК, 1986. . Подчеркивается необходимость проведения комплексных натурных исследований работы крупнопанельных зданий в стадии их возведения и в период длительной эксплуатации. Анализируется качество заводских изделий, точность и качество монтажа полносборных зданий, качество проектных решений и нормативных характеристик. 21. Сандеров В.В., Абдуллаева Н.П. Исследование прочностных характеристик стеновых панелей крупнопанельных зданий//Жилищное строительство, N 11, 1979. Описываются результаты натурных испытаний 11-этажного крупнопанельного жилого дома в г. Варшаве (ПНР), выполненных советскими специалистами совместно с польскими коллегами по программе двустороннего сотрудничества. Даны рекомендации по необходимости использования польского и совет-

ского опыта полносборного домостроения для повышения качества строительства в обеих странах. 22. Уличкин Г.М. Авария жилого дома из-за ошибочных проектных решений//Основания, фундаменты и механика грунтов, 1981, N 3. Описываются условия строительства и деформации жилого дома вследствие потери устойчивости основания на вновь осваиваемой территории. Материалы могут быть использованы при

возведении сооружений для учета опыта строительства в местных условиях, а также для оценки предельной деформации сооружений. 23. Файштейн В.А., Лифанов В.В. Меры по предотвращению деформации конструкций зданий холодильника//Холодильная техника, 1981, N 9. В результате морозного пучения грунта произошла деформация строительных конструкций многоэтажного холодильника. Приведены расчетные данные натурных исследований, на основе которых установлены причины и прогнозируется продолжение деформаций в процессе дальнейшей эксплуатации здания. Даны рекомендации по своевременному определению пучения грунта и его предотвращению. 24. Хаутнн И.Л. Об учете температурных деформаций в сооружениях со сборными конструкциями//Бетон и железобетон, 1970, N 11. Обращается внимание на необходимость более правильной оценки влияния колебаний температуры при проектировании зданий из сборных элементов. Приводятся данные натурных обследований двух объектов, построенных в Белоруссии, где температурные воздействия привели к серьезным повреждениям строительных конструкций. 25. Хэммонд Р. Аварии зданий и сооружений. Причины и уроки аварий современных сооружений различных типов. - М.: Гоостройиздат, 1960 (Пер. с английского). В книге дается обзор аварий плотин, волноломов и набережных жилых зданий, театров, мостов, тоннелей. Рассмотрены аварии, вызванные вибрациями, и повреждения от осадки. Описание аварий сопровождается анализом результатов расследования их причин и изложения мер по исправлению повреждений. Приводятся сведения о современных методах изучения надежности конструкций, исследовании их моделей и натурных испытаниях сооружений и конструкций. 26. Холуйдовский Н.А., Полищук К.Ю. Поучительные уроки

одной аварии//Промышленное строительство, 1968, N 11. Кратко изложены причины аварии конструкций производственного корпуса одного из заводов пластмасс. Приведены практически! рекомендации для возведения железобетонных конструкций, работающих в условиях сезонного замораживания и оттаивания. 27. Шапиро Д.Л. Не допускайте этих ошибок//Архитектура и строительство Подмосковья, 1979, вып. 3. Примеры повреждения многоэтажных зданий Московской области вследствие допущенных в строительстве ошибок. 197

18. Штшсро Г.А., Корчагин О.П. О вероятности вверни крупнопанельных зданий при оттаивания растворных швов//Жилищное строительство, 1984. N 7. Приводятся материалы исследований работы растворных швов крупнопанельных зданий в зависимости от прочности раствора, толщины растворного шва, примененных протнвоморозных добавок. Анализируется работа конструкций крупнопанельных зданий в период оттаивания растворного шва с учетом пространственной жесткости всей системы. 29. Шишкин АА. Не допускать ошибок в зимнем стронтельстве// Ветон и железобетон, N 11, 1968. Рассматриваются случаи повреждений бетона при зимнем производстве работ. Предлагаются конкретные рекомендации по повышению прочности бетона. 30. Шкииев А.Н. Аварии в строительстве. М.: Стройиздат, 1984. Приведены примеры обрушения крупнопанельных и каркасных зданий, силосных сооружений, металлоконструкций, пролетных строений мостов, неф- те- я газопроводов. Даны рекомендации по предупреждению аварийных ситуаций. 31. "В*Ъп1па* 1Ъс асс1<1еп1 а1а11зМса*'.,>КаЫлопа1 ВиИаег". 1966. О статистике аварий. Приводятся данные о том, что за семь лет (1958-1964 гг.) ежегодно количество жертв в

строительстве составило в среднем 189 человек. Общее число зарегистрированных аварий возросло за шесть лет с 16 тыс. в 1959 г. до 82 тыс. в 1964 г. Одна из причин - уменьшение относительного количества квалифицированных рабочих и изменение профессий.

82. О№> Р. ВаиагЪеллеп Ёе! ипвипяНгег. УГШегип*; Ваи Ваи!пдиа1г1е, 1967, N 10, 8.666-62 Описывается производство строительных работ при неблагоприятной погоде. Даются рекомендации по выполнению работ по кнрпнчНОЙИ кладке, бетонированию и монтажу железобетонных конструкций в ост+нне-весенний период и в зимнее время.

33. РгевяДажед! втап11е рапаъ рау о11. Еп{1пеег1п{ №*• Кесоп!, 1982, у.208, N 7. Использование железобетонных стеновых панелей с остекленением для выполнения строительных работ в зимнее время. Сборные железобетонные остеклененные панели наружных стен, монтаж которых опережал другие работы, позволил вести строительство в условиях низких температур (до -20°C) комплекса административно-банковских зданий в г. Камаш (провинция Альберта) фирмой "РСЪ Сопд1гис11оп, 1Л©\".

34. 8ТЕЫМАНЕК О. НГобъпысьЪаиаег т11 20 МГобъ*ееспоееп 1п оег Р1аиегпаи*ге1зе 663 Мр (Те11) 2. ВаигеПип*, 1968, N 10. Высотные жилые дома в 20 этажей из крупных панелей массой до 6,3 т. Описывается производство работ в зимнее время.

35. Ме1ьо<к« ее сопа1п1сМоп рга11гиееа еп Ыпег аи Сапаоа Сопа1гисьЮп, 1968, 23, N 11. 198

Методы строительства в зимнее время, применяемые в Канаде. Анализируется статья президента Национального объединения по строительству в зимнее время.

36. В0140ЕКТ Н. №п1егЪаи - Е1п Ргобет оьпе иьп1всьеп Шпигитипв. Ноб - и. Пелмш. Зимние работы - технически разрешимая проблема. Приводится обзор мероприятий, обеспечивающих производство

строительных работ в зимнее время. 37. ВЕНКУ Р. ...Лп4
1Ье тшПм саше СитИп* аовгп. 2 Мип1с1ра1 Келг1еш"
1970, \о\А9, N 688. Обрушение многоэтажных зданий
(Великобритания). Описываются разрушения, которые
произошли в последние 16-20 лет. 38. МсКолв* Т.Ъ.
Калав1го{у а*аг1е Ыао*г1апе РгжуЫао'у в
Ыаоигп1с1вга атегукапзИе^о вг 1а1асН 1890-1060.
Т1ит тят.ипв.Аппа СпгаЬевупкo, шят. ипж. ДогеГ
81есхкошзк1. ^Гагзжачга. "Агкеау", 1968. 281. Аварнн
зданий и сооружений. Приводятся и анализируются
примеры из американского строительства за 1890-1960
гг. 39. С80ЫКА Р. Е**у Ыопаоп! 1огопуЬаг яагокгеевееуек
оаагеогилава "Мадтуаг ЕрШораг", 1970, N 10.
Обрушение угловой части одного лондонского
башенного дома. Анализируются причины обрушения
каркасно-панельного 24-втяжного жилого дома в рег,
аультате взрыва газа на 18-м втаже. 40. РЕ881ЕК Р. Ыеа
агсМ1еа1*я е1 1ез шыеп1з 4е сЬапИег «1.Сопя1гис11оп
8и1вве Коталае, 1970, у.10. Архитектура и аварии на
строительстве. Подробно исследуется роль архитектора
в предупреждении несчастных случаев я его
отвстътвевиосгь аа аварии. Проводятся обсуждение
юридических вопросов. 41. РНПЛХР8 М. **оуетеп1 1п
ЪиИАпяв. Ел»"1пееНпв;, 1970, УТЛ, уо1.210, N 6442.
Смещение в зданиях. Приводится краткое изложение
выводов симпозиума Общества по бетону
(Великобритания) по теме "Проектирование с расчетом
на смещения в зданиях", показывающее причины
смещений в железобетонных конструкциях верхних
строений зданий н сооружений. 42. РЕКЕ880". О. 81исУе
иоег <ие Мо*Нспке11еп виг ЕгпоЬип* оег ЕНек1Ми1 ска
Ваиепз 1т №п1ег (8сЫааз) ВаивеПипя, 1970, N 2.
Возможности повышения эффективности строительства
объектов различного характера в зимних условиях.
Даются обобщения 27 вариантов проектов для
выработки норм на строительство в зимнее время. 43.

ЕроМкягог доги» КОЭТ-египИтикоаеа кеге1еасп.
"Мадоиг ЕрКо1раг", 1970, N 11-12. Обор данных о
повреждения зданий в рамках сотрудничества по линии
(ЭВ. Рассматриваются и анализируются причины аварий
и повреждений зданий и сооружений, работа комиссии
СЭВ по исследованию причин аварий сооружений,
результаты конференции по вопросам повреждений в
городах Врио 199

(1866) и Дрездене (1867), работа венгерского НИИ по
строительству, по учту причин 200 случаев аварий. 44.
НЕЕН№ О. Меаа - ила Меп1аж;еГеМег Ёе1 е!пет 21
досьом!*еп УГОбпосННаия ВаижеНипж;, 1870, N 8.
Характер возможных ошибок, возникших при
проектировании и монтаже 21-втяжного жилого дома.
Приведены результаты исследований. 45. ОКЕЕГЧПЕЬ
Р.С., Н01Л1ТМ К.В., КАЬКА Я.С. Ёаг*е-рапс1 сот1п1сМоп
1п а Ёопсюп Ёогоись. "Сопсге1е", 1970, уо1.4, N 12.
Крупнопанельное строительство в Лондоне.
Исследуется влияние результатов изучения причин
аварии высотного крупнопанельного жилого дома
Ронан-Пойнт (вследствие взрыва газа) на
проектирование крупнопанельных зданий,
предлагаются способы усиления существующих жилых
домов, не отвечающих новым требованиям. 46. гЛЕЬ8Е
Т.В. РгеуепМоп ае ГеНопагетеп* ам сопзгисМопз
(3.1)"СаМега Сеп1ге Зс1спМЛ*ие е1 Тесьп1*ие ВаМтепГ,
1871, N 128, Сабег N 1068 ("ВиНс? 1питаиопа1ж, 1Х-Х, N
б). Предупреждение разрушения конструкций.
Анализируется работа системы сборных высотных
зданий с применением крупноразмерных
железобетонных стеновых панелей, проблема риска
прогрессивного разрушения и методы его
предупреждения, авария высотного здания Ронан-Пойнт
в Великобритании в результате взрыва газа в одной из
квартир на 18-м втаже. 47. ОеиСась1епд 16НаН оая

Ваиеп 1т ^У1п1ег. •НосН+Пе/Ъаи" 1971, ХП, N99. Строительство в зимнее время в ФРГ. Рассматривается организация строительных работ и их стоимость. 48. ОКОСЕК С.К. ВаНг еп Ыувг аи Саласк, "СаМега Сеп1г 8с1еп1. ТеЪп.Ва11теп1", 1971, XII, N 126, СаМег 1081, Ви11а 1п1егоаМопа1, 1971, XI- ХП, N6. Строительство в зимний период в Канада* Приводятся характеристики климатических условий в различных провинциях Канады и методы производства строительных работ в зимнее время. 49. ТОВВВ 8. 8аМу Бая1 "АгсьИ. Ввз1п*п", 1971, Уо1.41, N 8. О безопасности строительства. Приводятся случаи аварий зданий и сооружений (главным образом в. ходе строительства) в Англии за период 1968-1971 гг. и требования усиления борьбы за безопасность строительства и надежность сооружений. 50. "ДОЕКЪОР Е.Р. ВаМг еп Муег аих Рауа-Ваа. "Саблег Сепге 8с1еп1. е! ТеЪп.ВаитепП, 1971, ХП, N 125, Саблег 1081, "Ви1Ы ЫегпаНопаГ. ХХ-ХП, N 6. Строительство в знянй период в Нидерландах. Излагаются краткие сведения о климатических условиях в стране, економнке зимнего строительства. Новый подход к зимнему строительству. 200

51. "Саиае о! (шШ сШаре гшкшшп" •« Еп*1пееНпя; №*а-Кесога. 1971. Авария 1в>атаяшого жилого дома в Бостоне (Великобритания). Подробно описывается катастрофа, происшедшая при строительстве 16-этажяого дома, на покрытии которого произошла авария, в результате чего обрушилась большая часть здания. Специалисты называют три причины аварии: обрушение на покрытие опалубки, падение на покрытие тяжелого оборудования, разрушение монолитной железобетонной плиты перекрытия вследствие неожиданного повышения температуры воздуха за четыре дня до аварии, когда еще не затвердел (от -11,7°С до +5°С) бетон. 62. Ра1оеови е а1сигежва

"РегабНсаге", 1971, У-П. Патология и безопасность. Подробно описываются причины трех аварий лестничных маршей сборной железобетонной конструкции. 63. ЫЕОЕНЬОР Е.М. ТО1п1ег соп1гис11оп 1п 1бе ОдьеНайл. "Ви11с1 1п1егпа11опаГ, 1971.Х1-ХП, уо1.4, N в. Строительство в зимних условиях в Нидерландах. Приведены обзор метеорологических условий на территория Нидерландов и оценка влияния на строительные работы мороза, дождя, ветра, анализ зимнего удорожания строительства, оценка различных видов строительных работ с точки зрения их выполнимости в зимних условиях, их экономическое ос в овен не. 54. РКЕ1Х Сь. Бег Иеиоеи 4еа АиЛмш 2 ила" Уег{игТипя;эгеп1гшпа 4еа ОдугаНа! Тг1еу Ка1аегз1аиигп. "Беиисье Ваите1зиг", 1971, N 11. Новые корпуса университета Трир (Кайзерслаутерн, ФРГ). Приведен обзор по широкому использованию сборных элементов на строительстве четырех 4-этажных корпусов гуманитарного факультета университете, что позволило вести монтаж я в зимнее время. 65. НООРТМАК Р. Ехр1оз1ез 1п Во(е *оо*еЪо1теп. "СетепГ, 1971, N 4. Взрывы в высотных жилых домах. Подробно приводятся: текст двух докладов на съезде Нидерландских специалистов по бетону 26 ноября в Утрехте: опасность цепной реакции обрушения в зданиях из сборных конструкций при варыве газа; уроки обрушения. высотного жилого дома в Лондоне; опыты для определения давления газа при варыве в квартире; меры по усилению сваяей конструктивных элементов зданий. 56. ООННУ В. А пабТУРДЛ'и»* ери1е1ек рго*темг1у одэгеот1оаа. "Мадоаг ЕрШораг", 1971, N8-9. Прогрессирующее обрушение крупнопанельных зданий. Описываются примеры цепной реакции обрушения высотных крупнопанельных азданияй от непредвиденных воздействий, учет последних в расчетах. 67. БАУ1ЕЗ V. Еггог са1аа1горпе соп!го1

"Зигуеуог", 1971. Борьба с ошибками, чреватыми катастрофами. Из опыта строительства в Гане, Кении, Калифорнии, на Гавайских островах, в Мексике, Панаме и др. 58. ВиИсИне; соПарае Ыатео* оп аеа1пв;; сопв1гис11оп. "Епягэ. Игов Нее.", 1971, УП, уо1.187, N 8. 201

Авария 16-этажного железобетонного здания в Бостоне (США). Подробно описываются результаты в причины разрушения части дома, с 16-го по 1-й этажи. 50. Ткэ N3x1 НигН сяба. Бапа асара АСсМНиге. 1081. N 11.

Ураганы и разрушения зданий (США). Обзор ураганов и их воздействия на постройки в прибрежной зоне штата Северная Каролина за период с 1054 г. 60.

2АТО8ТК(№8К1 Л., ВГЕ1ЛСК1V. 2аятосеп1е ви1эсяпоас1 Ышкот1у. Тгжеяиа4 Виаоуипу*, 1072, N 10. Угроза устойчивости сооружения. Рассматриваются пять случаев аварий, обрушения и аварийного состояния зданий, возникших по причинам, наиболее часто встречающихся при обследованиях экспертов в 1060-1070 гг. 61. РгжедЧсжаапа игукоаувгяЫа вгукорож Гипоатеповгусь. ТгжэяДаа1 Ви<юу1апу", 1072, N 2.

Преждевременное устройство котлованов часто приводит к неравномерной осадка зданий. Подробно описываются и анализируются результаты исследования причин возникновения трещин в стенах и перекрытиях подвальных этажей шести жилых 11-этажных крупнопанельных домов. 62.

ШогшаиослНаяупя; "Ваиеп 1га УГ1п1яг" 1072 1п Вгэяаеп. "Ваир1ап1п*+Ваилеспл1кл 1072. N 10.

Информационное совещание •Строительство зимой* 1072 г. в Дрездене. В статье оцениваются материалы конференции при Техническом университете в Дрездене 20-22 июня 1072 г. по вопросам техники безопасности в зимнее время, применения строительных устройств, энергоснабжения, зимнего

бетонирования, утепления конструкций и сооружения топляков. 63. КА8ГААЛ I. Раи*ие Га] 1 иге о1 поп-Ипег т111у*и>геу ае1*т1с а1п1с1игеа. Тгос.Атег.8ос.Сы1 Клята". 1072, Ш, уы.08. N ЭТЗ. Разрушение от усталости многоэтажных зданий под воздействием сейсмических нагрузок. Подробно излагаются результаты исследований влияния усиления колонн первого этажа в сейсмостойких сооружениях в результате воздействия циклических нагрузок низкой частоты в системе со многими степенями свободы. 64. Огня/ 8. виЫНжаИоп оГ 1В а! А1ьегвьо1. "Сопсгаи", 1072, уо1.6, N 4. Усиление сборных зданий в г. Олдершон (Великобритания). Пригодятся метод усиления конструкций крупнопанельных домов с несущими стенами, примененный в качестве меры предупреждения возможных аварий, подобных аварий многоэтажных зданий в районе Ронан-Пойнт, Лондон. 65. РЕКАН1АЫ К.Н. ВиПс11пяа 4е«1п*п Тог ргвуапИоп о* ргоятаав|уе соНараа. СМ1 ЕпяДпсеНля;, 1072, уо1.42. Проектирование зданий с расчетом на предупреждение прогрессирующего разрушения. В статье приводятся и анализируется обзор правил проектирования, принятых после взрыва в районе Ронан-Пойнте в Великобритании, Франции в Канаде. 202

66. РаШмгеа оГ з1пю1шгее йие 1о ех1гето аг1поа. Тгос.АтегЛос.ОМ] Оцтее" 1972, XI, то1.98, N 8ТП. Потеря устойчивости зданий и сооружений в результате воздействия сильных ветров. Подчеркивается необходимость обязательного учета воздействия горизонтальной нагрузки на устойчивость зданий и сооружений. 67. 8роо1апъгасье 1п уогязралпип 01ааасье1ьеп. 1)еи1всп ВаивеИаспгШ", 1978. N 8. Самопроизвольное разрушение предварительно напряженных панелей с армированным остеклением. 68. РКОММЕЬ А. ВаизсНааеп 1т МГобьпипязьаи. "Вилаее

ВаиЫаИ". 1978, N12. Аварии и повреждения жилых зданий. Сообщения о результатах исследования причин аварий жилых зданий в ФРГ. Целя и задачи исследования. 69. P1A0EMAN: V/. K! асбаосп ал НосЪаилеп. "Ваилпяеплег", 1978, N 12.

Трещинообредование в надземной части зданий. Излагаются причины образования трещин в перегородках под влиянием деформаций перекрытий. Подробно анализируются причины образования трещин в наружных панелях зданий под действием температурных расширений и трещин, вызванных алиям- инем термодинамических факторов. 70. 2УАКА З., МАЛО11СН В. Апа)уха рогись а гекопз1шкс1е паабусь топоИЫскусп желееоЪелопоуусь аиз1ау. "Рожетп1 81а\гЪу", 1974, N 66. Анализ аварий несущих железобетонных конструкций и их реконструкция. Приведен фактический материал по авариям коиструкций и рекомендации по их предупреждению. 71. итШп? 1Ъе роеа1ЪШ1у оГ ргоятеаз1уе соНарее. *Ви11<Ип4* Кеаеагсь а РгаИсе-. 1974, уо1.2, N 1.

Предотвращение прогрессивного разрушения секций адаянй в результате обрушения одного на верхних этажей (Великобритания). В статье освещены результаты научно-исследовательских работ, проведенных польскими и датскими учеными по предотвращению прогрессивного разрушения секций зданий в ру- зультате обрушения одного из верхних этажей. Особенно остро ата проблема стоит перед крупнопанельным строительством. 72. ОаясьиШег Гааза4епЪаи. "В4. (ВаиталасМпеп и.ВашйоНе", 1974, N8. Защитные сооружения при устройстве фасадов. Приведена конструкция тепляка для монтажа навесных панелей я витражей фасадов зданий в зимнее время (ФРГ). 78. РКОВ8Т К. Ваиспа4еп йез Мопа1еа 8еритЪег'74. "ПешйсЪс ВаижеНипя". 1974, N 8. Аварии на строительстве - сентябрь 1974 г. (ФРГ). Описывается

попытка систематизации и анализа причин аварий на строительных объектах в зависимости от времени года и погодных условий. 74. КОРОКО А. УлігАгМІалге*Іег ув<1 апдІаеяео* ЬудоауЪеЈо*г •ВІяеІпа*иаІгІеп\ 1974, N 1. 208

Вопросы зимнего строительства (Дания). Приведена аннотация книги, выпущенной издательством по строительству и касающейся вопросов производства строительных работ в зимних условиях, включая и экономику. Имеются таблицы. Книга может использоваться и как справочник. 75. ККЕ18Т1С М.Р. иГеІІег*е*пІгІег 2епІегкгал аІя ОгІп<Іа*е еІпел ВаиуегЗДи-епя. "Нобс-іпа ТІеГЪ*и, 1974, N 1. Кран, защищенный от непогоды, как основа строительства. Дано сообщение о ползучем кране новой конструкции, с телескопической стрелой и тепляком, снабженным люками для приема грузов. 76. МЕТ2Е 8. ВеаопаегЪеІеп ЬеІ аег ІакІажаІ^еп РагІІп*ш14' Воп МГобЪаиіп Іт ДУІпІег. "ВаижеНилс", 1974, N 10. Особенности циклического строительства жилых зданий в зимнее время. 77. РК0В8ТЕ. Бег ВаивсЪааеп 4ея МопаІа ОсІоЪег 1971. "ВеиисЪе ВаижеШп*", 1974, N 10. Строительные аварии, октябрь 1974 г (ФРГ)* В статье дан обзор аварий и дефектов за октябрь и приведены наиболее характерные дефекты, связанные с осенним сезоном. 78. Вег ВаиасЪадеп дез Мопаи. АргІІ 1974. "І)еиІспе ВаивеНиля", 1974, N 4. Неудачи в строительстве за апрель месяц 1974 г. (ФРГ). Приведены случаи повреждений конструкций и рекомендации по их предупреждению. 79. влмШ ргхес№агоа]апІа каІа*Іго?оп ЬшІоуІапут. "Іп*геяІисІе І ВиоошпІсІ*го\ 1975, N 7-8. Средства предупреждения строительных аварий. Изложены результаты экспертизы, рассматривавшей количество и причины аварий в Польше в 1970 —1971 и 1978-1974 гг.

80. КЦМЕ Р., 81/СНУ Р. Роа1ирпе яИсеп! Укарос1агп1сь Ёидоу. "РожегаЫ 81аЪЪу\ 1975, N 1. Частичное разрушение многоэтажных зданий. Рассматриваются конкретные случаи разрушения зданий традиционной конструкции и панельных в результате взрыва газа и удара налетевшей на здание машины. 81. РОРОРР А. БезЫ* ажа!пв1 рго*геа«1уе соИарае. м«Х.Рге*1геа*ес1 Сопсге1е 1пз1.я, 1975, уо1., 20, N 2. Конструктивные мероприятия по предотвращению прогрессирующего разрушения зданий (США). В статье приводятся многочисленные требования различных нормативных документов, относящихся к проблеме прогрессирующего разрушения крупнопанельных зданий, примеры стыков и их расчеты. 82. КШМ2К8Ы Р. Суслоне Ттасу: еп*1пеег1п(1еазопв Ггот ап 111 *1пс1. "Ме* СМ1 Еп*т-, 1975, VI, N 146. Ураган Трейсн: уроки для инженеров-строителей. Анализируются результаты обследования разрушений, причиненных циклонов Трейсн в г. Дарвин (Огненная Земля, Аргентина) 3 апреля 1974 г. 204

83. ГКЕЕМДО Р. ВиИсИп* ГаЛиге ра11егпв ала 1Ъе (трНсаиопа. "АгсыИсии.-. 1976, П. уо1. 161. N в. Авария и дефекты зданий. Обобщены и проанализированы данные исследований. Анализ данных по 510 аварийным зданиям в Англии, систематизация дефектов по типам и частоте, анализ причин появления дефектов. 84. КАТОМ К., ЛЛХ5Е С. Саи*Ы 1п яр!га1. "Ви11сЦп*Л 1975, I, у.228, N 6868(5). Воздействие урагана на здания (Англия). В статье приведены исследование и анализ разрушений, произведенных ураганом в г. Кренфилд, графство Вед-форшир и в графстве Кембриджшир 26 июня 1973 г. 85. Спеаип* 1Ъе ш!па. "Ви11а1п* Кезеагсь Еа1аЫ1вьтеп1 Ие^а", 1974-75, N 80. Проектирование с расчетом на уменьшение ущерба, причиняемого ураганскими

ветрами. Приводится подробная рецензия на новый справочник по проектированию с расчетом на максимальные ветровые нагрузки, опубликованный Британской НИ-строительной станцией (Англия). 88. ТОШаг *огкш*. "Вц)1а1п* еяи1ртеп1 а.Ма1ег1а1з\ 1976, у.22, N 7. Строительные работы в зимнее время (Великобритания). Приведен анализ качества строительства при отрицательной температуре наружного воздуха. 87. 8СОТТ О. ВиПсУп* аеааа1ага ала ГаНигеа а ргасМса] герог*. Тье Сопа1гисМо Ргеал. 1976. Аварии зданий и сооружений. В докладе сделан обзор случаев полного или частичного разрушения зданий и сооружений в процессе строительства ■ после сдачи в эксплуатацию, происшедших в Великобритании за последние годы. 88. 81п1с1ига1ва/е1у. "Селегеи", 1976, у1.Ю, N 8. Надежность конструкций. В статье приведены планы сбора данных по обрушению зданий с анализом причин обрушений зданий и сооружений, классификацией и разработкой мероприятий по предохранению их как в процессе строительства, так и на стадии разработки проекта. 89. КОЕНЦБК 11.Р. Г>11*п1п* Гог 1огпась аа/е!у: *1гис1ига1 ГаНиге ала оссираМ аебаИоир. "«1.АгсМ1.Кеаеагсь", 1976, УТЛ, уо1.5, N 2. Проектирование малоэтажных жилых домов на торнадо-устойчивость. На основе фактического материала с таблицами и иллюстративным материалом подробно описывается работа конструкций малоэтажных жилых зданий. 90. 8СЖЖВЕКО О., ТОЖТШУЕШ Н. Уег*1е1сьепае ТыгезисНип* аНеглаИу то^Испег ^Г1п1егьаи-8спи11таипалтеп. "Ваиргах1с", 1977, N 11. Сравнительное исследование мероприятий по производству строительных работ в зимнее время (ФРГ). В статье приводится интересное сравнение стоимости работ зимой при строительстве жилых, общественных и складских зданий с частичным и полным ограждением от непогоды (4 примера). 91.

РЕК80ЫА М., 81ЛУА1ЛС8К1 ,1. Зрог1гхе*еп1а г а*агН
к1а1к1 асылаочге] вуа1еп>и ^ГК-70. "Ргже*1аа
Виоо*г1апу", 1977, N 2. 205

Авария лестничной клетки вдавил ситемы >ЛГ - 70
(ПНР). Описываатсл авария П-атажного
односекционного крупнопанельного дома,
произошедшая в процессе строительства (после
возведения 10 втажей). Все лестничные маршн рухнули
в подвал из-за недостатков в конструктивном решении.
92. МОГПШ Н. ЁоаоЪееНпв; ша11а алс! а1гис1ига1
геаропае. "СаМете Сеп1ге 8слепЦПяие «I ТесьпЦие
ВаМтеп1", 1977, X, N 188, аирр1. "ВаИтеп! Хпигпаиопа!",
1977, 1X-X. Несущие стены н конструктивная реакция. В
статье подробно обсуждаются некоторые результаты
исследований, проведенных комиссией 28А С/В, в
области риска постепенного разрушения
крупнопанельных зданий и прочности вертикальных
швов в стенах-диафрагмах. 93. НЕМАЛ НЛУ.Р.О.,
СОКТЕ1ЧКАА1) К. ОикыЦка Гоилеп яетаакЧ 1п 1е а1ореп
Ла1 Еуселакоуеп. "Вош*", 1977, N 2. Причины сноса
нового 12-атажного жилого дома в г. Эйгальсхорен
(Нидерланды)* Анализируются конструктивные
просчеты и ошибки в расчетах на прочность,
допущенные при составления технического проекта
здания. Считается, что появление трещин в районе
стыков - сигнал опасности. 94. СоплОи* 1ье соз1 о(Ей го
реал яиахеа "Ые* С1И1 Ел*.", 1977, IV, N240.
Последствия землетрясений 6 мая 1976 г. в г. Жемона
ди Фриули (Италия) и 4 марта 1977 г. в г. Бухаресте /
Сг^.) Подробно описывается работа строительных
конструкций при землетрясении. 95. ФАХКЕЯ О. Тле
Сала&ал арргоась 1о кИп1ег сопа1гис11оп. "Ви1Шле;
Теелпо1од*у а Мапаж;етеп1*", 1978, уо1.16, N 8.
Отроительство в зимних условиях в Канаде. В статье
подчеркивается, что строительство в Канаде

осуществляется при температурах от +86 до ~50°C. Зимой условия строительства усложняются сильными ветрами, что очень усложняет работу, и для повышения качества в бетонные смеси вводят добавки, а для затворения используют подогретую воду. 96. КЦРРЕКТ Л., БЮЕ2А ИГ. АТТАШЕ копа1гиксЛ Би^упкош гееИхочгалусп щ аувиписе ИГК-70. "Ргте*1аа Ви4оу1алу", 1978, N 1. Аварии конструкций зданий системы >У - 70. Подробно описываются причины обрушения стен и лестничных площадок в процессе монтажа четырех 11-этажных крупнопанельных жилых домов. 97. аА8ТК2ЕВ8К1 А. О иаекгоохеп1сл е1стсплож ас4ал вешпе1гвлись Би4упко* ш!е1кор1у1ошусь. "Рпл^Ш Видо*1алу", 1978, N 66. Рассказано о повреждениях стеновых элементов крупнопанельных зданий. Описаны наиболее распространенные виды повреждений, возникающих в ходе транспортировки и монтажа, и их причины. 98. ВШХЕК Р. 1п 1бе 1ес1пъсе1п оГ 1ле ш1по\ "Ви11<иляЛ 1978, X, уо1.285, N 48 (7060). Повреждения зданий от действия ветра. Приведен краткий анализ причин серьезных повреждений зданий, полученных в результате сильных ветровых воздействий в Великобритании (1970-1976 гг.). 206

99. Аш сЗеаео РеЫеш калл тал 1еглел. "ВаитаасМпе Ваилеслп1с", 1978, N8. На этих ошибках можно учиться (ФРГ). В статье приведен анализ причин аварий аданных и сооружений в ФРГ, в том числе и крупнопанельных. 100. НаШпаапп IV., XV 1пГогт»11опаи*уп* *Ваиел 1т ЛУ1п1ег", ТОавепаслаК ипс5 Тесьп1к. Ваи1пГоппаиоп. ВегНп, 1979, N 6. XV информационное совещание "Зимнее строительство". Анализируются методы и способы проведения строительных работ при отрицательной температура наружного воздуха. 101. РгоЫеше 4а* ^1п1егЪаиз. Ваи*1г1зсьаП, 1979, N 28. Проблемы строительства в зимних условиях (ФРГ)*

Аннотации выступления на семинаре, посвященном строительству в зимних условиях. 102. Тевсшса Р. Ш/ егепжлеглег уоп УегдысЪ Ваиуег/абгеп^аг^еаиШ аш Ве1*ры уоп 1У1плегЪаиуегГалгсп Ваимг1гисьаП, 1979, N 47. Дифференцированное сопоставление методов строительства, предоставленное на примере зимнего строительства. Описываются некоторые особенности «фронтальных работ при отрицательной температуре с целью повышении их качества. 108. Наияег К. Беааопя Ггот Ей го реал ГаПигея. Сопсгеье 1пигтшиопа1, 1979. Анализ данных об авариях строительных конструкций в Западной Европе. Подробно исследуются аварии строительных конструкций и принципы их возникновения на многочисленных примерах проведения строительных работ. 104. Наиаег К. Беааопа Ггот Еигореал ГаШиге*. "Сопсге1е 1ллегпаиопаГ, 1979. Анализ данных об авариях строительных конструкций в Западной Европе. Приведено краткое изложение совместного отчета двух швейцарских научно-исследовательских институтов, которыми была выполнена работа по сбору и анализу данных о более чем 800 случаях строительных аварий. 105. Ршлег М.« 8сьиН| О.М. 8лгаслига1 1пле*гНу оГ 1аг*е рале! ЫиИШп^в. М^Атег.Сопсгеи 1лз1м, 1979, уо1.7, N 6. Общая конструктивная работа крупнопанельных зданий (США). Приведен анализ различных способов предохранения зданий от разрушения в аварийных ситуациях. 100. Вагин колете соНара Ыатей оп Ыах1 слез1п^ ЫиПоЧпс. "Сопа1гисиоп Иеша-, 1980. Обрушение здания Дворца Конгрессов в Западном Берлине. Подробно исследуются причины аварии изгибаемых конструкций большого пролета. 107. Вегшш сопртеаа На11 соИарзее. Агсылес1а. Л. 1980. Причины разрушения здания Дворца Конгрессов в Западном Берлине. Дан анализ причин разрушения одной из двух большепролетных балок, поддержки- 207

ББК 38.711-08 С 31 УДК 69.059.22:728.1 Печатается по решению секции литературы по технологии строительных работ редакционного совета Стройиздата

Рецензент •- зав. лабораторией ЦНИИП реконструкции городов, канд. техн. наук В.И. Доешалюк Редактор Л./7. Рагозина Сендеров Б.В. С31 Аварии жилых зданий. - 1992 - 216 с: ил. ISBN 5-274.01136-5 Приводятся данные по исследованию причин аварий более 26 жилых домов. На основании выполненного анализа раскрывается фактическая работа конструкций и стыков жилых зданий, оценивается качество изготовления и точность монтажа, анализируются конструктивные решения, заложенные в проектах и уточняются расчетные характеристики, принятые в нормах. Для инженерно-технических и научных работников строительных, проектных и научно-исследовательских организаций. ^

ЗЭ07000000 - 219 С- 131-91 ББК 38.711 -08 047(01) -- 01 ISBN 5-274-01136-5 ©Сендеров Б.В., 1991