

# МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

## ТЕХНОЛОГИЯ СЕЙСМОУСИЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ)

**Акбиев Р.Т., канд. техн. наук, Байказиев М.Х., инженер (ЦНИИСК ФГУП НИЦ "Строительство", РАСС), Сутырин Ю.А., гл. инженер (ОАО "Иркутский Промстройпроект"), Вайдуров А.В., зам. начальника управления (УКС Министерства промышленности, строительства и ЖКХ Республики Алтай)**

Главной целью градостроительной политики является организация благоприятной и безопасной среды жизнедеятельности населения России. Решение этой комплексной задачи в значительной степени связано с ликвидацией проблемы незавершенного строительства - тяжелого наследия переходного периода к рыночной экономике.

Важнейшей задачей при формировании и принятии решений о "судьбе" незавершенных строительных объектов является приведение их в соответствие с нормативными требованиями по безопасности. Дело в том, что большинство незавершенных строительных объектов имеют "возраст" более 5 (пяти) лет, т.е. их проектирование и строительство осуществлялись до внесения изменений в действующие нормативные документы.

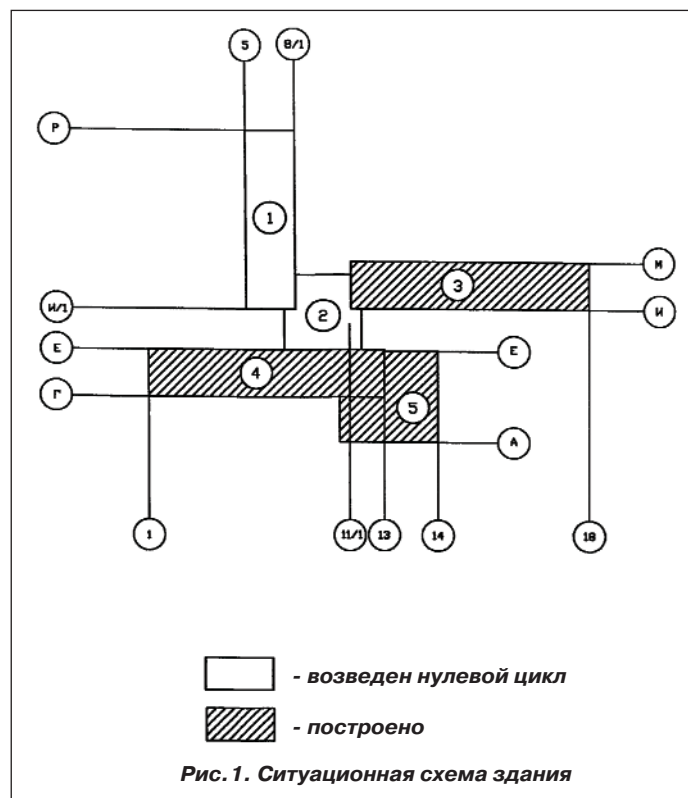
Актуальность данной проблемы наиболее значима для Республики Алтай, территория которой ранее относилась к несейсмической. После утверждения карт общего сейсмического районирования территорий (ОСР-97), разработанных Объединенным институтом физики Земли и введенным в действие в 2000 году, сейсмичность большинства площадок застройки изменилась более чем на 2 балла, что соответствует общему росту нагрузок на существующие конструкции в 4 и более раз.

Настоящий материал подготовлен по результатам совместных разработок, выполненных в процессе реализации целевых мероприятий с целью обеспечения сейсмобезопасности территории Республики Алтай после разрушительного землетрясения 2003 г. В статье приведена технология сейсмоусиле-

ния недостроенного здания главного корпуса районной больницы, расположенного в с. Усть-Кокса (рис. 1). Сейсмичность площадки - 9 баллов.

### Объемно-планировочные решения объекта незавершенного строительства.

Здание состоит из пяти блоков высотой 1-4 этажа, сложной (в виде "трилистника") формы в плане с общими габаритными размерами 75 x 110 м (рис. 1) с подвалом под всем зданием глубиной от 2,2 м до 3,5





**Рис.2. Объект незавершенного строительства - главный корпус больницы с поликлиникой. Общий вид.  
А - блоки №№ 2, 3, фасад по оси "И";  
Б - блоки №№ 4, 5, вид с фасада по осям "Г" и "А".**

м от уровня пола первого этажа. Блоки имеют условные номера №1-5 и соединяются между собой переходом. В центре (блок №2) расположен транспортный узел с двумя больничными лифтами.

Общий вид здания на момент обследования приведен на рис.2.

Блок №1 (административный корпус больницы) представляет собой одно-, двухэтажное здание прямоугольной формы в плане с общими размерами 45 x 12 м, высота помещений - 3,0 м, техническое подполье высотой 2,2 м.

Блоки №№2, 3 запроектированы в едином планировочном решении совместно с переходом, примыкающим к оси "Г". Блок №3 - четырехэтажное здание высотой 12,9 м с техническим подпольем высотой 2,2 м, размерами в плане 75,0 x 12,54 м. Блок №2 - двух/четырёхэтажное здание высотой 13,7 м с техническим подпольем, размерами в плане 18,4 x 18,5м.

Блок №4 - трехэтажное здание высотой 9,6 м (до низа плит покрытия) с техническим подвалом, глубиной 2,2 м и 3,3 м, соответственно; в плане представляет собой прямоугольник размерами 58,8 x 12,0м. Высота этажей 3,3 м.

Блок №5, примыкающий к блоку №4, представляет собой одноэтажное здание высотой 3,0 м с подвалом глубиной - 3,0 м. В плане сложной формы, размерами 24,5 x 23,2м.

В здании, в уровне 3-го этажа запроектирован переход между блоками №№2, 3 и №5.

**Конструктивные решения.**

Комплекс блоков больницы, различных по своим объемно-планировочным решениям, запроектирован как единое здание, не разделенное деформационными швами.

Фундаменты под здание и стены подвала - ленточные сборные из бетонных блоков с монолитными открытыми участками из бетона класса В 20.

Несущая система здания перекрестно-стеновая

с несущими продольными и поперечными стенами и частичным включением в работу поперечных стен в местах расположения лифтовых шахт и лестничных клеток.

Несущие стены блоков №№1, 2, 4, 5 - каменная кладка из силикатного кирпича. Наружные стены - трехслойные с применением колодезной кладки: внутренний слой - толщиной 380 мм, наружный облицовочный - толщиной 120 мм; в качестве утеплителя используется пенопласт полистирольный толщиной 140 мм. Внутренние стены - кладка из силикатного кирпича толщиной 380 мм. Кладка стен армирована сетками из арматурной проволоки, расположенными через 10 рядов кладки.

Перекрытия и покрытия блоков №№1, 2, 4, 5 - из сборных железобетонных многопустотных плит по типовым каталогам.

Несущие конструкции блока №3: стены, плиты перекрытий - крупнопанельные элементы по типовой серии 1.220.1-2. Наружные стены трехслойные железобетонные с утеплителем. Пространственная жесткость сооружения обеспечивается совместной работой вертикальных стен и панелей перекрытий.

Перегородки - каменные из силикатного кирпича, армированные стальными сетками.

Лестницы - сборные железобетонные марши и площадки по серии 1.05.1-2-81.

Крыша по блокам №№1, 2, 3, 4 - чердачная двускатная с покрытием из профлиста по деревянным стропилам; над блоком №5 - совмещенная рулонная. Утеплитель в покрытии - плиты минераловатные повышенной жесткости.

**Отклонения базовых проектных решений здания от требований норм**

В процессе проведения натурных обследований были выявлены следующие несоответствия здания требованиям СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах":

п. 3.1 - в части необходимости устройства анти-

- сейсмических швов между отдельными блоками;
- п. 3.39 - установлено, что категория кирпичной кладки при строительстве больничного комплекса не соответствует данному пункту;
- п. 3.41 - в части допустимой высоты этажа здания (высота этажа здания с наружными несущими кирпичными стенами в блоках №№2, 3 превышает допустимую по нормам высоту);
- п. 3.42 - в части допустимых расстояний между осями поперечных стен (для кладки II категории это расстояние должно быть не более 9 м; расстояние между осями в реальном здании составляет 12 м и более);
- п. 3.43 таблица 10, пп.1-4 - простенки в существующих наружных стенах меньше требуемых нормам; выступы в плане запрещены. Фактическое большинство простенков имеют отклонения от нормируемых величин на 20-80 % в сравнении с требованиями норм;
- п. 3.44 - 3.45 - полностью (в реальном объекте отсутствуют антисейсмические пояса в уровне перекрытий и покрытия);
- п. 3.46 - в части сопряжения стен (отсутствуют арматурные сетки в сопряжениях стен, выполненных из кирпичной кладки);
- п. 3.48 - полностью (в кладке отсутствуют элементы усиления кладки, например, арматурные сетки или железобетонные сердечники).

Кроме этого:

- усилениеотсутствуют крепления перегородок и элементов кровли к перекрытиям;
- усилениелестничные клетки не имеют 2-го выхода и обрамлений проемов; несущие конструкции лестниц не закреплены к перекрытиям.

#### **Методология сейсмоусиления здания.**

Выбор метода сейсмоусиления проведен на основании сравнительного анализа следующих вариантов.

**1 вариант** предполагает выполнения комплекса традиционных мероприятий по повышению сейсмостойкости обследуемого здания:

- усиление, в случае необходимости, существующих фундаментов под несущие стены;
- устройство дополнительных вертикальных конструкций (несущих стен) в поперечном направлении на всю высоту здания, с устройством под них фундаментов или передаточных балок;
- усиление кладки несущих стен устройством двухсторонних железобетонных стенок или железобетонными включениями;
- усиление несущих ж/б стен путем одностороннего торкретирования;
- разгрузка кирпичных несущих столбов с передачей части нагрузки на стойки усиления, раскрепленные по верху и низу в 2-х плоскостях;

- устройство антисейсмических поясов в уровне перекрытий 1, 2, 3 этажей и подвала;
- устройство связей между плитами перекрытий и стенами для восприятия усилий растяжения и сдвига, возникающих в швах;
- усиление и крепление перегородок к наружным и внутренним стенам и к перекрытиям;
- усиление конструкций лестничных клеток с устройством обрамления проемов;
- усиление кирпичных простенков размерами менее 50% размера проема железобетонными или металлическими обрамлениями;
- увеличение длины опирания перемычек над проемами до 350 мм при ширине проема более 1,5 м и 250 мм при ширине проема до 1,5 м;
- введение дополнительных креплений конструкций крыши (мауэрлата к антисейсмическому поясу в уровне последнего этажа, стропил, подкосов, стоек);
- замена кирпичного фронтона стропильной конструкцией;
- усиление карнизов и крепление их к антисейсмическому поясу;

Кроме того, размеры выступов стен в плане превосходят допускаемые по нормам в 3-5 раз. Поэтому предлагается "разрезать" здание двумя (либо более) антисейсмическими швами на три (четыре) отдельных блока, с устройством дополнительных рам и общим усилением средней части здания. Это позволит уменьшить размеры выступов в плане до 3 м при нормируемом размере 1 м.

Потребуется выполнить связевые железобетонные или металлические рамы у осей примыкания антисейсмических швов с частичной разборкой существующих плит перекрытий, примыкающих к этим осям на всех этажах. Так же необходимо выполнить монолитные железобетонные фундаменты под стойки.

По экспертным оценкам, при таком подходе поставленная цель - повышение сейсмостойкости большей части объекта до расчетной сейсмичности будет достигнута путем значительных материальных затрат и выполнения дополнительных работ.

Для блока №1, в нашем случае (наличие лишь нулевого цикла) необходимо и целесообразно полностью пересмотреть принятые проектные решения надземной части, с доведением их до расчетной сейсмичности.

**2 вариант** предполагает использование инновационных технологий для повышения надежности здания с применением резинометаллических сейсмоизолирующих опор (PMCO) в уровне подвала. Это позволит снизить нагрузки на надземные конструкции здания порядка 1,5-3,0 раз.

Для наземной части необходимо будет также выполнить вышеперечисленный перечень работ, но

меньшего объема и исходя из фактических расчетных усилий (по экспертным оценкам, соответствующим 7-балльному землетрясению).

Выбор второго варианта как наиболее оптимального, с технической и экономической точки зрения проведен на основании расчетного анализа системы [1].

Концепция организации системы сейсмозащиты здания с использованием РСМО приведена в соответствующих Технических условиях (ТУ) [2], где предусмотрено выполнение следующих комплексных мероприятий:

- ◆ создание в уровне пола первого этажа жесткой горизонтальной платформы, служащей основанием надземной части здания. Эта платформа образована непрерывным опорным ростверком и монолитной плитой - перекрытием на отметке - 0,000 м;
- ◆ создание надежного, жесткого основания для сейсмоопор;
- ◆ монтаж резинометаллических сейсмоизолирующих опор. РСМО устанавливаются на новые фундаменты и подводятся под опорный ростверк;
- ◆ организация горизонтального антисейсмического шва;
- ◆ устройство пассивной сейсмозащиты - частичное усиление надземных конструкций традиционными методами [3].

Технология устройства сейсмозащиты здания.

Сейсмоизоляцию рекомендуется применить в блоках №3 и №4, основные несущие и ограждающие конструкции которых возведены почти полностью.

Повышение сейсмостойкости объекта в целом осуществляется путем обязательного отделения этих блоков от остального здания (устройство вертикальных антисейсмических швов) и установки их на резинометаллические сейсмоизолирующие опоры (PCO) в уровне низа перекрытия над подвалом.

Данная процедура включает в себя:

- ◆ проведение мероприятий по усилению перекрытия над цокольным этажом путем устройства набетонки и подведения монолитного железобетонного пояса;
- ◆ устройство горизонтального антисейсмического шва, "вывешивание" здания на временных опорах; подведение сейсмоизолирующих опор и снятие "временных опор";
- ◆ проведение работ по огнезащите PCO;
- ◆ выполнение сопутствующих работ (земляные, демонтажные, гидроизоляционные и т.п.).

Всего по блоку №3 предложено установить 70, по блоку №4 - 76 резинометаллических опор двух типов: под расчетные вертикальные нагрузки 100 тс и 140 тс, соответственно.

В специальных технических условиях [2], разработанных в соответствии с требованиями п.1.2 СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах", ре-

комендован следующий порядок выполнения работ по устройству системы сейсмоизоляции (рис.3):

- ◆ по периметру всего здания, в местах, где должны будут устраиваться сейсмоопоры, производится отрывка шурфов (4);
- ◆ выполняется антисейсмический пояс (5) (рис.3а, б) по стенам подвала под перекрытием;
- ◆ в бетонных стенах подвала разбираются горизонтальные борозды (17);
- ◆ в местах установки сейсмоопор пробиваются сквозные отверстия в стенах (18);
- ◆ в пустотах плит перекрытия рассверливаются отверстия для бетонирования антисейсмического пояса (19);
- ◆ в стенах высверливаются отверстия, для установки стяжных болтов;
- ◆ устанавливаются опалубка, арматура, анкера (7), стяжные болты (6), верхние закладные детали (8) для крепления сейсмоопоры;
- ◆ производится бетонирование пояса (5);
- ◆ при достижении бетоном пояса прочности, не менее 70% от проектной выполняется затяжка стяжных болтов (6).

Рекомендуется производить затяжку специальными гидравлическими ключами с контролем усилия по манометру или удлинению шпильки. Контролируемое усилие натяжения должно составлять не менее 50% от расчетного сопротивления материала болтов.

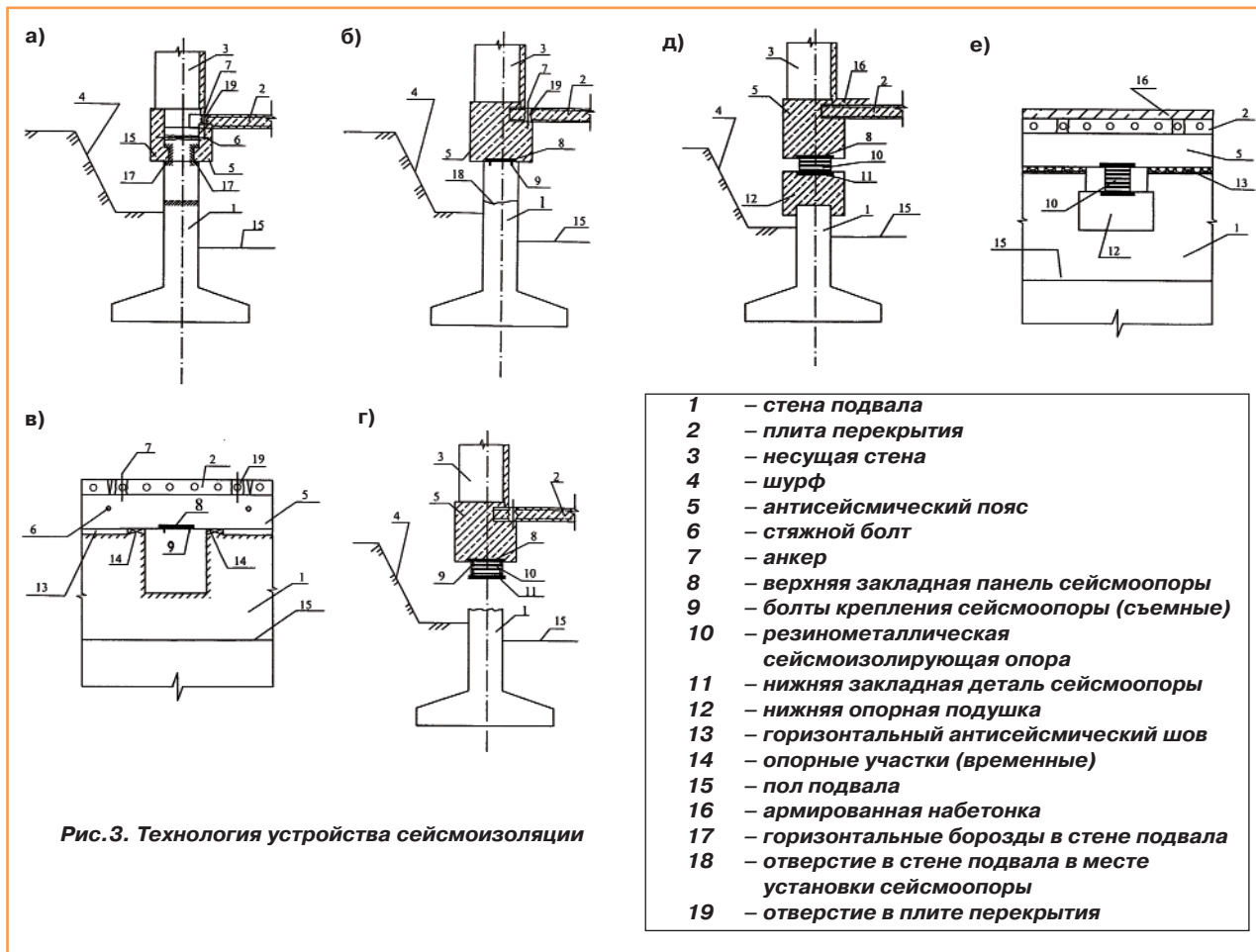
При таком подходе под нижней поверхностью антисейсмического пояса устраиваются горизонтальный антисейсмический шов высотой 50 мм (13), отделяющий надземную часть здания от подземной (рис.3в). В этом случае оставляются не разобранными участки, примыкающие к узлу установки сейсмоопоры (14).

К верхним закладным деталям (8) на четырех болтах (9) подвешивают сейсмоопоры (10) (рис.3г). К нижним соединительным пластинам сейсмоопор на четырех болтах подвешивают нижние закладные детали (11). После установки арматуры бетонируется нижняя опорная подушка под сейсмоопорой (12) (рис.3д). Затем выполняется армированная набетонка по плитам перекрытия над подвалом (16) (рис.3е).

Загрузка PCO осуществляется после установки всех сейсмоопор путем спиливания и удаления изпод антисейсмического пояса (5) опорных участков (14) (рис.3е).

Горизонтальный антисейсмический шов (13), отделяющей надземную часть здания от подземной, заделывается минераловатной плитой, обернутой в полиэтиленовый чехол, и герметизируется податливым тиоколовым герметиком.

В нашем конкретном случае, при устройстве горизонтального антисейсмического пояса высотой 500 мм уменьшается высота проходов через внут-



ренные стены подвала. Для сохранения минимальной нормируемой высоты проемов (1,6 м) увеличивается глубина подвала с отметки -2,200 м до -2,500 м.

Следует учитывать, что надземные части блоков №3 и №4 также требуют некоторого усиления, которое выполняется по результатам расчетов на фактические нагрузки с учетом неупругого характера работы РСО.

Устройство системы сейсмоизоляции относится к сложным работам, которое должно выполняться на основании ППР, отвечающего требованиям действующих строительных норм. В частности, при устройстве инженерных коммуникаций, пересекающих горизонтальный антисейсмический шов, необходимо предусмотреть применение специальных "гибких" вставок.

Предложенные рекомендации и технические решения по сейсмоусилению реализованы в реальном проекте [4]. ●

**Литература**

1. Расчетный анализ основного здания больничного комплекса. Отчет. - М.: ООО "Синтезстрой", 2005.
2. Технические условия на устройство сейсмоизоляции при реконструкции Больничного комплекса в с.Усть-Кокса Республики Алтай. Согласованы ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко. - М.: ООО "АКХС", 2004.
3. Повышение сейсмостойкости зданий. Серия 0.00-2.96с. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. - М.: ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко ГП НИЦ "Строительство" Минстроя России, 1997.
4. Сейсмозащита объекта незавершенного строительства - больничный корпус и котельная в с.Усть-Кокса Республики Алтай. Рабочий проект 4562-3. - Иркутск: ОАО "Иркутский Промстройпроект", 2005.