

ОЦЕНКА И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ УНИФИЦИРОВАННОГО СБОРНО-МОНОЛИТНОГО БЕЗРИГЕЛЬНОГО КАРКАСА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Акбиев Р.Т., канд. техн. наук,
Горностаев А.В., Чубаков М.Ж., инженеры
(ЛСС ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко ФГУП НИЦ «Строительство»)

Закономерным результатом активной реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» является желание производителей внедрить в современное строительство передовые домостроительные технологии (конструкции и изделия). Среди наиболее активно продвигаемых систем часто упоминается «КУБ-2,5» — унифицированный сборно-монолитный безригельный каркас*, которая, по мнению его разработчиков, в ближайшее время должна стать неотъемлемой частью современного жилищного строительства во многих городах Сибири и Дальнего Востока» [1].

В связи с этим, серьезное беспокойство специалистов вызывают ничем не обоснованные публикации в пользу применения домостроительной системы «КУБ-2,5» без ограничений, а также манипулирование фактами об «якобы имеющемся опыте» ее применения в сейсмических районах (гг. Владивосток, Иркутск, Симферополь и Нальчик) [2]. Как будет показано ниже, упоминание в данном контексте столицы Кабардино-Балкарской Республики, других сейсмоопасных городов Юга России и стран СНГ абсолютно неправомерно. По имеющимся данным, и в Иркутской области до настоящего времени все больше используется тип каркаса, имеющий существенные отличия от «унифицированной системы».

Закономерны и обоснованны возникающие в связи с этим вопросы. Насколько легитимно применение данной конкретной системы для строительства в сейсмических районах? Можно ли обеспечить сейсмостойкость системы и расширить ее применение? Каковы ближайшие перспективы и пути решения этой проблемы?

Продвижение вышеуказанной технологии возведения зданий активно лоббируется. Это должно радовать, если бы не следующее: «Домостроительная система «КУБ-2,5» используется на площадках сейсмичностью от 7 до 9 баллов без проведения комплексной экспериментальной оценки на пригодность, при отсутствии утвержденной документации, т.е. в нарушение действующего законодательства».

На рис.1, как пример нелегитимного «внедрения», показан незавершенный строительством объект в г. Горно-Алтайске (Республика Алтай). Уже завершается проектирова-



Рис.1. Жилой дом в конструкциях «КУБ-2,5» (г.Горно-Алтайск)

ние многоэтажных домов в Абакане (Хакасия), Бийске (Алтайский край) и Новокузнецке (Юг Кузбасса). В Иркутской области, например, в ближайший год «существует угроза» получить до 50 тыс. кв. м жилья, в том числе с применением «КУБ-2,5» [2]. Напомним, что это все — территории с высоким уровнем сейсмического риска.

Постараемся квалифицированно ответить на эти и другие вопросы.

Для начала определимся с терминологией.

В соответствии с действующими правилами технического регулирования [3, 4] *домостроительная система «КУБ-2,5»* является:

- 1) модификацией в целом ряду аналогичных систем «КУБ ↔ (УСМБК) ↔ БУК» (см. ниже);
- 2) технологией возведения зданий (сборно-монолитный каркас с бескапительными перекрытиями);
- 2) конструктивной системой (рамный, рамно-связевой каркас);
- 3) набором изделий, элементов (несущих колонн, перекрытий) и узлов их соединений.

Из этого следует, что соответствующие отличительные признаки (модификации) системы для применения в строительстве формируются путем изменения:

- объемно-планировочных показателей конечной продукции (зданий);
- конструктивных параметров объекта (материал несущих конструкций, компоновка сборных элементов, устройство наружных стен и пр.);
- методов обеспечения сейсмостойкости (надежности) объектов (способы устройства и типы связей, использование диафрагм жесткости) и пр.

Дальнейший анализ соответствия домостроительной системы современным требованиям проводится исходя из выше обозначенных критериев и на основании достоверно установленных данных.

Общие сведения по теме.

Первые промышленно применимые разработки на основе модификации *каркаса универсального безригельного* относятся к 60-м годам прошлого столетия.

*Примечание: По мнению специалистов ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко название «унифицированный сборно-монолитный безригельный каркас» по отношению к системе «КУБ-2,5» не является вполне корректным. Несмотря на то, что в данном случае более подходит название «...сборный...», в публикации используется терминология, действовавшая в середине 80-х годов прошлого столетия.

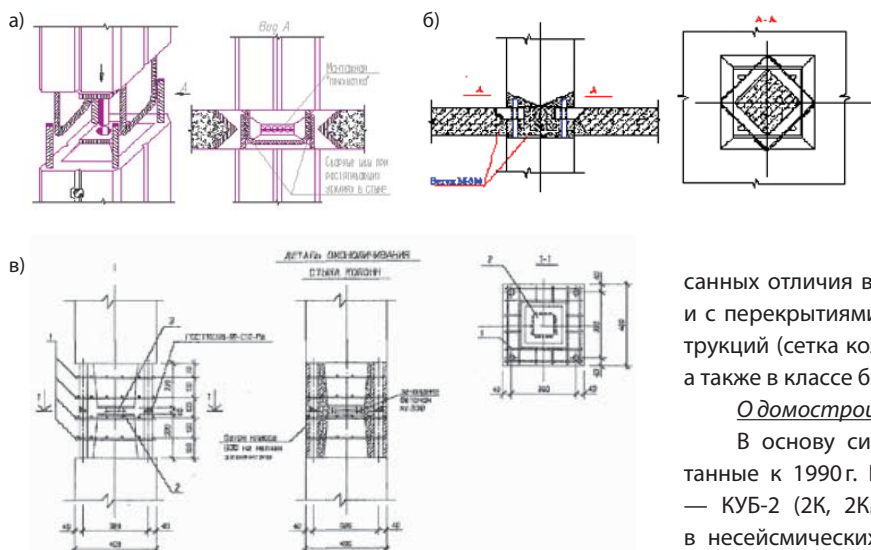


Рис.2. Схема стыка колонн: а) КУБ-2,5; б) КУБ-1; в) БУК

Первоначальный вариант каркаса из сборных конструкций с возможностью изготовления и монтажа в полигонных условиях, был разработан в 1980-1982 гг. для строительства общественных зданий в Ливии, Ираке и Монгольской Народной Республике. В результате доработки именно этого варианта в 1984-1987 гг. проектной организацией Министерства обороны СССР появился УСМБК — «Унифицированный сборно-монолитный безригельный каркас для гражданского и промышленного строительства».

Основу УСМБК составляют колонны квадратного сечения (40 x 40 см) с сеткой 6 (3) x 6 (3) м и запроектированные без стыковки длиной на 3-5 этажей с высотой одного этажа 3,3 м и 3,6 м из бетона класса В25. Соединение колонн между собой предусмотрено в уровне перекрытия; их стыкование осуществляется путем фиксации стержня нижнего торца верхней колонны, который должен войти в патрубок верхнего торца нижней колонны. Сварка арматуры выполнялась при условии растягивающих усилий в стыке (рис.2а).

В первоначальном варианте УСМБК плоские панели перекрытий выполнялись одномодульными толщиной 160 (200) мм из бетона класса В25 и имели размеры 1,8 (2,8) x 2,8 м. В зависимости от расположения панелей в плане они подразделялись на надколонные, межколонные и вставки (рис.3а). В середине надколонных панелей выполнялось квадратное отверстие для пропуска колонн с обрамлением в виде стальных воротников, приваренных к рабочей арматуре панели. При монтаже металлическое обрамление соединялось на сварке с закладными деталями колонны.

В процессе возведения здания стыки элементов замоноличивались, образуя конструктивную рамную систему с жесткими узлами, ригелями которых служат плоские перекрытия.

Фундаменты УСМБК выполнялись стального типа, как монолитные, так и сборные типовые существовавших серий. Наружные ограждающие конструкции специально

не разрабатывались и выполнялись как самонесущими, так и навесными по типовым каталогам.

К 1985 г. ЦНИИЭПжилища была окончательно сформирована первая из ныне известных модификаций УСМБК, именуемая «КУБ-1» [5]. Она имеет незначительные от вышеописанных отличия в узлах сопряжений колонн между собой и с перекрытиями, принципах унификации сборных конструкций (сетка колонн, высота помещений, размеры плит), а также в классе бетона несущих конструкций.

О домостроительной системе «КУБ-2,5».

В основу системы «КУБ-2,5» [6] положены разработанные к 1990 г. ЦНИИПИ Монолит модификации УСМБК — КУБ-2 (2К, 2КМ, 3), применяемые для строительства в несейсмических районах. Появлением нового индекса система обязана разделению первоначального коллектива и переходом некоторых авторов разработки во вновь организованное проектное бюро «Фирма «КУБ». «Обновленная» система имеет следующие отличительные характеристики:

1. Расширение, по сравнению с базовой, номенклатуры изделий: сечение колонн 400 (200) x 400 мм; высота этажа от 2,8 до 4,2 м при шаге (пролете) от 3,0 до 12,0 м (с шагом 3,0 м).
2. Применение одномодульных (1,89 (2,98) x 1,89 (2,98) м) и двухмодульных (4,89 x 1,89 (2,98) м и 5,89 x 1,89 (2,98) м) плит перекрытий (рис.3).
3. Измененный принцип устройства связей между колоннами (рис.4).

В более ранних версиях предусматривалось устройство крестовых связей за счет чередования восходящих и нисходящих раскосов по ярусам, а в «обновленной» системе раскосы по всем ярусам однотипные или восходящие. Заметим, что базовый вариант (рис.4а), с точки зрения восприятия горизонтальных усилий является более предпочтительным.

При сравнении вариантов выявлены некоторые изменения в конструкциях стыков колонн между собой и связей между панелями. Однако с точки зрения рассматриваемых в статье проблем они незначительны.

О разработках по обеспечению сейсмостойкости каркасной системы «КУБ»

В 80-х годах прошлого столетия действующий порядок внедрения новых технологий, конструкций и изделий регламентировался постановлением Госстроя СССР, Госплана

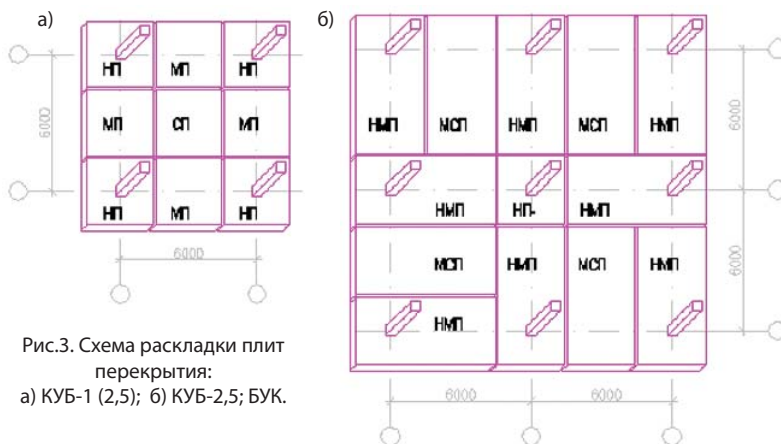


Рис.3. Схема раскладки плит перекрытия: а) КУБ-1 (2,5); б) КУБ-2,5; БУК.

СССР, ГКНТ, Госкомтруда СССР от 24 октября 1980 года № 105-Д, в соответствии с которым их внедрение в массовое строительство должно осуществляться путем возведения экспериментальных объектов и проведения комплексных (статических и динамических) исследований.

Именно на основании этого, Государственным комитетом по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР (Госгражданстрой СССР):

— с одной стороны, была разработана и утверждена соответствующая комплексная программа экспериментальных исследований для оценки возможностей УСМБК с целью внедрения в сейсмическое строительство;

— с другой стороны, в Министерства и ведомства СССР было направлено соответствующее письмо от 19.09.1986 № ИП-7-3691 «О применении в жилищно-гражданском строительстве сборно-монолитного безригельного каркаса».

При плановой экономике основанная цель данного письма заключалась в стремлении обозначить необходимость выделения финансовых средства для строительства экспериментальных объектов, а через них — внедрение домостроительной технологии «КУБ» в массовое строительство.

Несмотря на то, что поставленная цель не была достигнута (см. ниже), активность Госгражданстроя СССР поспособствовала популяризации системы в регионах. В 1987 г., на основе системы «КУБ-1» институтом «СтавропольПромстройпроект» была начата разработка «Конструкции унифицированного сборно-монолитного безригельного каркаса для многоэтажных общественных и промышленных зданий для строительства в обычных и сейсмических районах с сейсмичностью 7 и 8 баллов» — зональные серии 1.320Р-1 и 1.320-1с. Позже, уже в 1996 г. аналогичная документация изделий (колонн, перекрытий и диафрагм) и технических решений была предложена для строительства в г. Новокузнецке (Кузбасс).

По мнению специалистов, данные проектные проработки на практике следует использовать с большой осторожностью.

Во-первых, реализовать утвержденную Госгражданстроем СССР комплексную программу экспериментальных исследований в полном объеме так не удалось. Институтом ЦНИИЭПЖилища, на начальном этапе разработки «КУБ-1», была проведена лишь незначительная часть запланированных исследований: статические нагружения в отношении трехметровых фрагментов плит с отрезками колонн в натурном фрагменте каркаса (1) и испытания соединений сборных плит с петлевыми стыками (2).

Таким образом, сведения об экспериментальных исследованиях, необходимые для однозначных выводов о сейсмостойкости зданий на основе системы «КУБ» (тем более, с индексом «2,5»), в настоящее время отсутствуют.

Во-вторых, имеются объективные особенности работы сборно-монолитного безригельного каркаса, связанных с решением его узлов [7]. Сейсмостойкость безригельных зданий

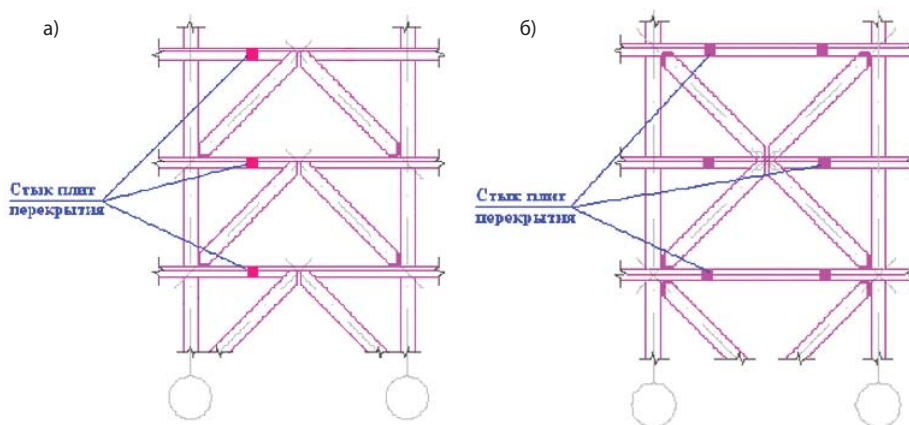


Рис.4. Схема расположения связей:
а) КУБ-2,5; б) КУБ-1.

(тем более зданий на основе УСМБК), остается ниже, чем в других аналогичных каркасных системах, поскольку установка связей жесткости в каждом пролете невозможна и в здании остаются узлы, работающие по чисто рамной схеме. Имеется, также, много вопросов к технологии возведения таких зданий, присутствуют обоснованные сомнения в возможности обеспечения надлежащего качества монолитных стыков [8].

В-третьих, в 1988 г. в Армении произошло землетрясение, печальный опыт которого подтвердил специфику работы каркасных зданий, связанную с необходимостью разработки дополнительных требований расчетного и конструктивного характера, проведения дополнительных экспериментальных исследований, а также детального анализа работы системы при знакопеременных и динамических нагрузках. Позже эти выводы подтвердили и другие авторы [7].

О домостроительной системе «БУК-2»

Еще один вариант сборно-монолитного безригельного каркаса (шифр 754-4.8) для строительства до 16 этажей на площадках до 9 баллов был разработан в 1990 г. ПСО «Каббалкпроектстрой» и ПКТИ «Каббалкгражданпроект» по заданию Министерства строительства южных регионов РСФСР. При разработке домостроительной системы «БУК» [9] были учтены рекомендации ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, разработанные на основании анализа последствий сильных землетрясений и направленные на повышение сейсмостойкости каркасных систем. Именно поэтому **проектные решения системы «БУК» принципиально отличаются от системы «КУБ».**

Во-первых, при компоновке зданий на основе системы «БУК» использованы полнотелые сборные керамзитобетонные плиты перекрытия и покрытия толщиной 220 мм (надпорные и пролетные) размерами 3-9 м с отверстиями для пропуска колонны в надпорных плитах (рис.26). Этим достигается снижение их податливости.

Во-вторых, стык колонн перенесен из плоскости перекрытия в места наименьших усилий, т.е. на высоту примерно 0,8 м (рис.2в), что позволяет, кроме прочего, сгладить ранее описанные недостатки, присущие системе «КУБ» в части технологии выполнения стыков соединений.

В-третьих, горизонтальная жесткость здания в системе «БУК» обеспечивается исключительно диафрагмами жесткости, расположенными в обоих направлениях (важное отличие от стержневых связей, применяемых в системе «КУБ»), узлы соединений которых с несущей системой коренным образом переработаны по результатам экспери-

ментальных исследований (см. ниже).

Увеличенная толщина перекрытий и покрытия, принятые технические решения по устройству диафрагм с передачей на них всей или большей части горизонтальной сейсмической нагрузки, существенно повысили живучесть системы «БУК» при сейсмическом воздействии и приближают ее работу к традиционным каркасным зданиям с развитыми по высоте ригелями.

В-четвертых, и это наиболее важный фактор, разработчиками системы «БУК» проведен необходимый комплекс расчетно-экспериментальных исследований с целью оценки и подтверждения ее пригодности для строительства в сейсмических районах. В том числе, путем проведения в апреле 1990 г. вибрационных испытаний отсека 2-х этажного детского сада в г. Ленинкане (Армения), возведенного СМП «Каббалкпроектстрой» по проекту ПКТИ «Каббалкпроект» [10].

Ранее, в марте 1989 года аналогичные испытания были проведены на опытном фрагменте в г. Нальчике. Именно тогда, в процессе воздействия динамических нагрузок, соответствующих 9-бальному землетрясению была установлена недостаточная эффективность конструктивного решения диафрагм жесткости по типу серии ИИС-04 при достаточной эффективности каркаса «БУК».

Итоги этих испытаний стали основой для заключения ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко №2-1260 от 19.03.1990 о возможности применения унифицированного сборно-монолитного безригельного каркаса для строительства в сейсмических районах Российской Федерации. Очевидно, что данное заключение не распространяется на здания, возведенные по системе «КУБ».

При внимательном изучении всех вышеперечисленных фактов очевидны следующие выводы.

1). Домостроительная технология «КУБ-2,5» возведения каркасных зданий имеет отличительные признаки от системы «КУБ-1» и других модификаций унифицированного безригельного каркаса (УСМБК).

2). Как конструктивная система «КУБ-2,5» состоит из ранее применявшихся для строительства в обычных условиях изделий, элементов и фрагментов по системе «КУБ-1», переработанные конструкции и узлы которых не прошли достаточную проектную проработку и экспериментальную проверку для применения в сейсмических районах.

3). Результаты комплексных расчетных и экспериментальных исследований, проведенных применительно к системе «БУК» не могут быть непосредственно применены к зданиям, возводимым по системе «КУБ-2,5», из-за имеющихся между ними принципиальных отличий.

По этим же причинам, при обосновании пригодности системы «КУБ-2,5» для строительства в сейсмических районах недопустима также ссылка на Заключение ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко №2-1260 от 19.03.1990.

Заключение

В результате проведенного анализа можно сделать следующее заключение.

1. Домостроительная система «КУБ-2,5» отличается (по материалам, составу, конструкции и т.д.) от продукции аналогичного назначения, отвечающей требованиям действующей нормативно-технической документации в области сейсмостойкого строительства и прошедшей экспериментальную проверку. Поэтому, и в соответствии с действующим

законодательством по техническому регулированию она, как вновь разработанная и передаваемая в массовое (серийное) производство, подлежит оценке и подтверждению на соответствие (пригодность).

2. Система мер по повышению надежности и оптимизации конструктивных решений «КУБ-2,5» для возможного применения в сейсмических районах предполагает проведение комплексных расчетно-экспериментальных исследований по специально разработанной и согласованной Программе.

Проектирование и строительство первых экспериментальных проектов надлежит осуществлять при научно-техническом сопровождении специализированной научно-исследовательской организации.

3. До получения результатов полномасштабных исследований применение домостроительной системы «КУБ-2,5» в сейсмических районах следует ограничить.

4. Отдельной проработке и отражению в конструкторской документации подлежат вопросы применения системы «КУБ-2,5» в комбинации с:

- навесными фасадными системами всех типов;
- несъемной опалубки для устройства несущих и самонесущих стен;
- применением ячеистых, газо-, пено- и других типов легких бетонов;
- других принципиально новых материалов, изделий, конструкций и технологий.

Литература

1. Презентация системы «КУБ-2,5». — Новосибирск: СтройСиб-2007.
2. ЗАО «Единство: Опыт и потенциал на благо региона. — Иркутск: Градостроитель, 2/42, 2007.
3. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
4. О правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве. Постановление Правительства Российской Федерации от 27.12.97 № 1636.
5. Изделия и технические решения узлов системы КУБ-1 для г. Новокузнецка (альбом РД). — М.: АО «ЦНИИЭП жилища», 1996.
6. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса серии «КУБ-2,5 (Альбомы РП). — М.: ЦНИИПИ «Монолит», фирма «КУБ», 1990.
7. Кулыгин Ю.С. Актуальные вопросы проектирования железобетонных зданий с безригельным каркасом для сейсмических районов. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2007, № 1.
8. Резцов Э.И., Кабешов С.П., Горностаев А.В., Чубаков М.Ж. Практика экспертизы проектов с применением системы «КУБ-2,5». // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2007, № 4.
9. Акт о проведении вибрационных испытаний безригельного каркаса детского сада СК-5 микрорайона АШОЦК г. Ленинкане. — Ленинкане (Армения), 23.04.90.
10. Безригельный унифицированный каркас «БУК-2» (альбомы РП). — Нальчик: ПКТИ «Каббалкпроект», 1990.

Материалы хранятся по адресу:
109428, Москва, ул.2-я Институтская, 6,
тел. (495) 170-06-93, e-mail: akbiev@bk.ru; akbiev@seismo.ru.