

УДК 69.04

# СЕЙСМИЧЕСКИЙ КАРКАС В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ДОМОСТРОИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

М.Н. АЛПЫСБАЕВ, академик МИА и НИА РК, генеральный директор АО «КазНИИСА», Ю.Н. ПОВЫШЕВ, директор Центра проектирования АО «КазНИИСА», К.А. НУРБАТУРОВ, доктор техн. наук, профессор, академик НИА РК, председатель Ассоциации «Индустриальные строительные технологии РК», В.А. ЗАЙКИН, директор по маркетингу ЗАО «Строительные технологии и машины», г. Хвалынск, Саратовская область

**Продолжая цикл публикаций об индустриальном домостроении, в данном материале мы знакомим с интернациональным опытом сотрудничества проектировщиков и строителей Казахстана и России.**

**Осуществление программ по жилищному строительству в Республике Казахстан ведет к необходимости использования передовых технологий домостроения. Именно реализация этих технологий в типовом проектировании жилых домов позволит обеспечить население страны доступным, качественным, современным и дешевым жильем.**

**В статье приведены конструктивные решения сейсмического каркаса в рамках созданных в Республике Казахстан типовых проектов Индустриальной Домостроительной Системы (ИДС), а также особенности применения данных проектов каркасного домостроения в сейсмических районах.**

По мнению специалистов, Республика Казахстан является страной с динамично развивающейся экономикой (из 25 самых динамичных экономик первого десятилетия XXI века занимает третье место).

Тем не менее сегодня в Казахстане остро стоит вопрос об обеспечении каждого гражданина республики доступным и сейсмоустойчивым жильем. По предварительной оценке, более чем 50% существующей застройки является ветхой и недостаточно сейсмостойкой.

По данным Агентства по статистике Республики Казахстан, жилищный фонд страны составляет 275,7 млн м<sup>2</sup>, при этом площадь многоэтажных домов — 157,2 млн м<sup>2</sup>. По данным АО «Казцентр ЖКХ», в настоящее время 50,6 млн м<sup>2</sup> объектов жилого фонда требуют проведения отдельных видов ремонта, а 3,8 млн м<sup>2</sup> отнесены к категории аварийного жилья, которые подлежат сносу.

Дефицит жилья, накопившийся за последние 20 лет, вместе с ростом доходов населения привел к резкому росту цен на жилье, значительно обогнав при этом покупательскую платежеспособность многих слоев населения, оставляя молодые семьи, госслужащих и другие малообеспеченные слои населения без собственного жилья.

В целях обеспечения государственной поддержки жилищного строительства Республики Казахстан был принят ряд программных документов, в частности:

- Программа «Развитие строительной индустрии и производства строительных материалов на 2010-2014 годы»;

- Программа жилищного строительства в Республике Казахстан на 2011-2014 годы;

- Программа «Доступное жилье 2020».

Для реализации данных программ, снижения стоимости строительства и эффективного использования бюджетных средств государством проводится разработка жилья и создание типовых проектов социального жилья для всех регионов Казахстана с учетом их региональных особенностей. Стоимость строительства объектов, возводимых по типовым проектам, на 8-12% ниже стоимости аналогичных объектов, построенных по индивидуальным проектам. Применение типовых проектов позволяет значительно сократить объем и сроки составления проектно-сметной документации.

При этом за основу разработки типовых проектов взята Универсальная Домостроительная Система (УДС), так как из существующих каркасно-монолитных систем она обладает наибольшим преимуществом по цене, срокам строительства, разнообразию планировки квартир, оригинальным фасадным решениям.

Системы каркасного домостроения значительно отличаются друг от друга по затратам бетона и металла на колонны, лестничные марши, лифтовые шахты и диафрагмы жесткости. В то же время в затратах металла и бетона на 1 квадратный метр диска перекрытия есть существенные различия.

По мнению российских ученых и строителей, наилучшие показатели имеют проекты Универсальной Домостроительной Системы [1]. Одно из ее достоинств — значительная скорость монтажа дома: она составляет 4000 квадратных метров в месяц при одном кране.

Другое достоинство — высокая степень полносборности. Третье — доля монолитных работ на стройке не превышает 15-20%, что очень важно для регионов с длительной морозной зимой.

Важны и остальные характеристики. Легкий каркас (объемом 0,23 кубометра на 1 квадратный метр здания) обеспечивает массу строения — не более 600 кг на квадратный метр. Каркас состоит из сборных колонн и пустотных плит, объединенных с колоннами сборными и монолитными ригелями.

Свободная вариативность планировки: внутренние помещения произвольно разделяются перегородками. Этажность составляет от 5 до 25 этажей.

В УДС возможно использование различных ограждающих конструкций:

- заполнение стены мелкоштучными цементосодержащими блоками;
- стена из крупноформатных многослойных поризованных керамоблоков;
- стеновые панели, изготавливаемые на линии безопалубочного формования или на гидравлическом поворотном стенде.

Для реализации проектов в сейсмических районах Республики Казахстан была разработана Индустриальная Домостроительная Система (ИДС), а для ее внедрения в практику строительства создаются Комбинаты Индустриального Строительства (КИС), предусматривающие использование технологии непрерывного виброформования железобетонных изделий на длинных стендах. В помещении данного комбината изготавливаются 85% всех железобетонных элементов дома. Комбинат Индустриального Строительства можно создать, модернизируя действующие заводы ЖБИ или ЖБК [2].

Технология непрерывного виброформования на длинных стендах адаптирована к местному сырью Казахстана, а прохождение 15-дневной стажировки достаточно для подготовки специалистов завода ЖБИ для самостоятельной работы на данном предприятии [3].

Технологические возможности КИС позволяют изготавливать следующие элементы дома:

- плиты перекрытий шириной 1,2-1,5 м и длиной от 4 до 18 м,
- колонны различного сечения длиной до 9 м,
- ригели, балки и плитные переемы,
- сваи различного сечения и длины,
- диафрагмы жесткости и лифтовые шахты,
- межкомнатные перегородки,
- ступени лестничных маршей,
- вентиляционные каналы,
- мелкоштучные железобетонные изделия: блоки стеновые, межкомнатные, межквартирные, «рваные»; кирпич, бордюры дорожные и тротуарные; тротуарная плитка различной конфигурации и др.

Первые Комбинаты Индустриального Строительства введены в строй в 2013 году в г. Семей на базе предприятия ТОО «Сет Транс» и в г. Шымкент. Производительность

первого КИС — 50 000, а второго — 150 000 квадратных метров жилья в год.

В настоящее время в Казахстане начинается строительство современных сейсмостойких домов по типовым проектам. При этом унификация отдельных видов работ позволяет значительно снизить стоимость строительства (рис. 1).



Рис. 1. Унифицированная девятиэтажная блок-секция жилого дома ТИП 2 в Индустриальной Домостроительной Системе

В этом направлении развиваются сейсмостойкие каркасные технологии. При этом новая тенденция входит в противоречие с традиционными представлениями.

Для обеспечения сейсмостойкости обычно применяют прочные материалы и конструкции. При этом общеизвестно, что прочность стали примерно в 10 раз выше, чем у самого прочного бетона и каменной или кирпичной кладки. Но проанализируем экономическую сторону данного решения.

Понятие сейсмостойкости ассоциируется с достаточно прочной постройкой, с мощным стальным или железобетонным каркасом или стенами, способными выдержать расчетное землетрясение без полного разрушения и с минимальными человеческими жертвами. Однако рациональнее не навязывать зданию почти непосильную задачу — сопротивляться сокрушительному землетрясению. Лучше дать этому зданию возможность распределить существующие нагрузки.

При типовом проектировании антисейсмические конструктивные мероприятия разработаны в соответствии с требованиями действующих норм проектирования в сейсмических районах (СНиП 2,03-30-2006, изд. 2008) для расчетной сейсмичности здания 5, 7, 9 баллов для IB, IIB, IIIB, IIIA, IVA, IVB климатических подрайонов.

При разработке типового проекта принят коэффициент надежности и ответственности (СНиП 2.01.07-85), класс здания (СП РК2.02-20-2006\*). Здание относится ко II классу, II степени огнестойкости, II степени долговечности, по классификации жилых зданий – к III классу.

Принятая конструктивная схема здания – рамно-связевой каркас:

- все вертикальные и горизонтальные сейсмические нагрузки во всех направлениях воспринимает сборно-монолитный каркас с монолитными диафрагмами жесткости;

- наружные и внутренние стены не участвуют в работе каркаса и являются лишь заполнением каркаса и ограждением здания.

Каркас включает сборные железобетонные колонны, изготавливаемые по известной стендовой технологии с образованием разрывов бетона в уровнях перекрытий, неразрезные сборно-монолитные ригели и опирающиеся на них сборные многпустотные плиты, изготавливаемые по технологии непрерывного виброформования железобетонных изделий на длинных стендах.

Переход колонн разного поперечного сечения позволяет достичь равномерного распределения нагрузок (рис. 2).

Каркасы из монолитного или сборно-монолитного железобетона позволяют полностью перераспределять усилия между элементами расчетной схемы, находящейся под нагрузкой. Поэтому величина этих усилий в каждом сечении значительно меньше, что позволяет существенно (на 30-40%) уменьшать их размеры и, соответственно, материалоемкость по сравнению с прочими видами строительства. К тому же в каркасно-монолитном домостроении на 90-95% сокращается объем сварных работ и потребность в закладных деталях.

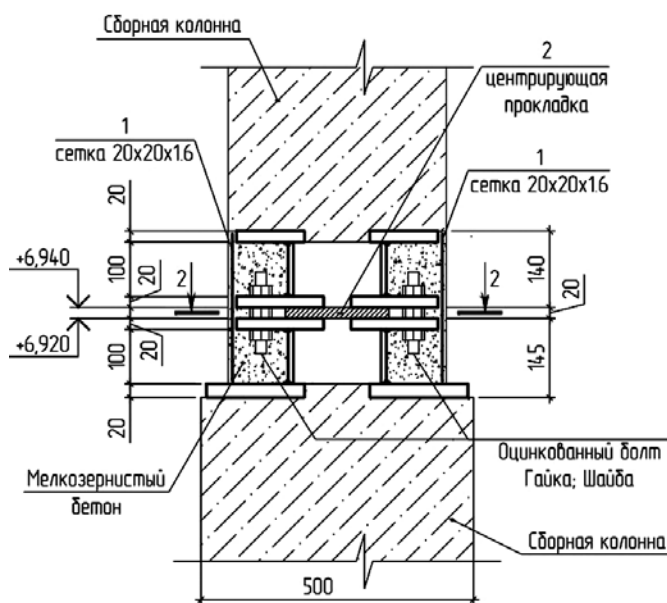


Рис. 2. Узел стыка колонн разного сечения

Расчет несущих конструкций здания выполнен с использованием программного комплекса SCAD OFFICE 11.3.

Сборно-монолитный ригель состоит из сборной детали заводского изготовления лоткообразной формы и монолитного железобетонного пояса, нижняя часть которого размещена в сборной детали. Устройство ригеля в каркасе здания производится в следующем порядке:

- после монтажа колонн сборные детали ригелей устанавливаются в проектные отметки на монтажные столики;

- под низ сборных деталей ригеля подводят монтажные стойки с шагом не более 1,2 метра по длине ригеля;

- на верхние грани сборных деталей ригеля укладывают сборные плиты. В пустоты плит предварительно должны быть вставлены ограничители из пенополистирола ЭППС-Б на определенном расстоянии от торца плиты, указанном в проекте;

- во внутреннее пространство, образованное деталями и торцами плит, устанавливают пространственные каркасы поперечного армирования ригелей и отдельные стержни дополнительного нижнего и верхнего армирования ригелей.

Применение в каркасах сборно-монолитного ригеля обеспечивает:

- сокращение расхода арматуры и трудозатрат при изготовлении деталей ригеля за счет применения технологии безопалубочного формования;

- надежные жесткие стыки ригелей с колоннами, выполняемые без применения трудоемких операций по сварке верхней рабочей арматуры;

- возможность применения промышленных арматурных каркасов заводского производства.

Плиты монтируются на заранее выверенные и укрепленные сборные элементы ригелей. Устанавливают отдельные стержни по торцам в пустоты сборных пустотных плит и производится укладка каркаса в швы между сборными плитами (рис. 3). После происходит бетонирование сборно-монолитного каркаса, стыков колонны с ригелями и оголенной части колонны выше ригеля с плитами перекрытия. Данная система сборно-монолитного ригеля включается в работу каркаса здания как единая предварительно-напряженная неразрезная балка с жесткими сопряжениями с колонной.

При создании сейсмостойкого каркаса используется принципиально новая конфигурация плиты перекрытия, позволяющая доармировать шов между плитами (рис. 3).



Рис. 3. Узел армирования шва между плитами



Констатируя вышеизложенное, можно сказать, что разработанный сборно-монолитный каркас ИДС является наименее материалоемким как по расходу бетона, так и арматуры, поскольку при приведенной толщине диска перекрытия 22,5 см позволяет перекрывать пролеты до 7,20 м. Удельный расход стали составляет 16,6 кг на 1 квадратный метр, что в полной мере позволяет использовать существующую базу стройиндустрии, требует минимальных затрат на технологическую оснастку.

Перекрытия и покрытие рассматриваются как жесткие в своей плоскости диафрагмы, равномерно распределяющие сейсмические нагрузки по элементам каркаса (колонны, ригели). Жесткость и прочность сборных железобетонных перекрытий и покрытий обеспечивается устройством монолитных железобетонных обвязок в швах между плитами перекрытий.

Предусмотренные элементы крепления между несущими стеновыми конструкциями и несущими конструкциями здания не препятствуют их взаимным горизонтальным перемещениям в плоскости несущих конструкций при сейсмических воздействиях.

Между несущими и несущими конструкциями предусматриваются зазоры шириной 30 мм, заполняемые эластичными прокладками из пороизола, гернита, пенополиуретана и др.

Особое внимание в сейсмичных типовых проектах сооружений каркасного типа уделяется диафрагмам жесткости. Диафрагмы жесткости в системе унифицированного каркаса могут формироваться из сборных железобетонных элементов, а также выполняться из монолитного железобетона, в первую очередь выполняя функцию ядер жесткости.

Наружные стены могут быть различной конструкции. Возможна передача веса стен на каркас (при навесных стенах). Стены могут быть и самонесущими, передающими нагрузку на фундаменты, минуя каркас. Свобода в выборе конструкции стен допускает строительство монолитно-каркасных домов в различных климатических и геологических условиях.

Благодаря проведению индивидуальных расчетов сечения несущих элементов удастся существенно уменьшить расход металла для изготовления железобетонных конструкций. Следует отметить, что за счет полной заводской готовности элементов каркаса ИДС почти полностью исключается использование строительной опалубки, при этом уменьшаются сроки сборки, снижаются стоимость и материалоемкость строительных работ. Сейсмоустойчивость обеспечивается неразрезными сборно-монолитными дисками перекрытий и жесткостью соединительного узла «колонна – ригель – плита».

Здания каркасно-панельного типа конструктивно представляют собой пространственный каркас, который образуется при помощи внешних опорных стоек-колонн и ребристых панелей перекрытия. К стойкам каркаса крепятся панели стен и внутренних перегородок, которые являются несущими.



Рис. 4. Унифицированная пятиэтажная блок-секция жилого дома ТИП 2 в Индустриальной Домостроительной Системе

Поскольку наружные и внутренние стены здания являются не несущими, а только ограждающими, это позволяет применять для их изготовления любые облегченные строительные материалы, удовлетворяющие требованиям нормативно-технических документов по теплотехнике и современным архитектурно-планировочным решениям.

Каркас ИДС вписывается практически в любые архитектурно-планировочные решения. Универсальное оборудование КИС для формования элементов каркаса позволяет изготавливать их с различными параметрами сечений и необходимой длиной. Конструкция элементов каркаса, их размеры, структура армирования рассчитываются индивидуально для каждого конкретного проекта, исходя из этажности здания, планировки этажей, состава нагрузок и т.д., что позволяет в конечном итоге оптимизировать расход материалов и уменьшить стоимость 1 квадратного метра дома.

Следующим этапом в развитии каркасной технологии ИДС на территории РК станут проекты каркасно-панельных зданий для всех условий и сейсмических зон.

На очереди – создание проектов ИДС различных гражданских и социальных зданий: детских садов, яслей, общеобразовательных, лечебных и других сооружений.

#### Библиографический список

1. Шубин А.А. *Формула индустриализации строительства: ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ + НИЗКАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ = УДС* // *Технологии бетонов*. – 2013. – № 9, с. 32-35.
2. Нурбатуров К.А., Заикин В.А. *Индустриальное домостроение и возможности использования передового мирового опыта в Казахстане* // *Строительный вестник*. – 2011. – № 41 (381), с. 7.
3. Кулибаев А.А., Нурбатуров К.А., Алтысбаев М.Н., Родионова А.А., Де И.М., Дручинина Л.А. *Местные заполнители для производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций* // *Вестник КазНИИСА*. – 2012. – № 9(13). – 4 с.

**Дополнительная информация по вопросам практического применения технологии ИДС по тел.: +7(8452) 25-97-32, 25-97-36, e-mail: stm-kop@mail.ru**