

СБОРНО-МОНОЛИТНАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ СИСТЕМА КАРКАСНОГО ЖИЛОГО ДОМА. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО

ПЕНЯЗЬ М. А.

УКП «Бобруйскпроект»

Бобруйск, Беларусь

В республике Беларусь, за последнее 20 лет построено множество жилых домов различной этажности, комфортности и архитектуры. Практика проектирования и строительства этих домов базировалась как на сборном, так и на каркасе из монолитного железобетона, что позволило выявить преимущества и недостатки при массовом жилищном строительстве каждой из конструктивных систем.

Отличительной особенностью сборно-монолитных конструктивных систем является совместная работа элементов, которые различаются по жесткостным и прочностным характеристикам. В связи с этим, встает вопрос обеспечения их совместной работы для восприятия эксплуатационных и монтажных нагрузок. Очень часто встречаются случаи усиления монолитных вертикальных несущих элементов из-за каркаса низкой культуры строительства, низкого контроля качества и особенностей вертикального бетонирования элементов. Применение сборных заводских изделий позволяет исключить данное неблагоприятное явление.

Конструктивная система каркасного здания позволяет использовать наиболее гибкие объемно-планировочные решения. В сборно-монолитном каркасе сохранены все преимущества монолитных каркасных зданий, но использование сборных железобетонных колонн и диафрагм жесткости, позволит существенно ускорить сроки возведения зданий и улучшить качество и надежность несущих конструкций.

Выполненные расчеты, на примере проектирования 18-ти этажного жилого сборно-монолитного здания, показали, что наибольшие значения вертикальных сжимающих усилий в колоннах достигают 3720 кН. Для данных усилий несущая способность колонн будет

обеспечена за счет бетона класса С30/37 и армирования пространственным каркасом с вертикальной арматурой 4Ø32 S500.

Внутренние диафрагмы жесткости воспринимают 1320 кН/м, что позволяет обеспечить несущую способность железобетонной панели из бетона класса С25/30 с минимальным процентом армирования.

Сборно-монолитная конструктивная схема позволяет возводить здания до 25 этажей. При изменении шага колонн или при увеличении сечения колонн (500×500 мм) возможности данной конструктивной системы будут ограничены 32 этажами.

В данной конструктивной системе важным вопросом является обеспечение жесткости заделки плиты перекрытия между вертикальными диафрагмами жесткости, обеспечение необходимой анкеровки рабочей арматуры плиты перекрытия в опорной зоне, а так же обеспечение надежного и технологичного узла сопряжения сборных колонн каркаса с монолитным перекрытием.

Для соединения монолитного перекрытия со сборной колонной каркаса государственным предприятием (институт жилища НИПТИС им. Атаева С. С.) был разработан принципиально новый переход с монолитных колонн на сборные. Конструктивно этот переход представляет собой монолитную колонну с анкерами, на которые монтируется и крепится через центрирующую прокладку при помощи гаек сборная железобетонная колонна. Эта технология позволяет перейти в зимнее время при отрицательных температурах, с монолитных колонн на сборные. Данное конструктивное решение было применено при строительстве 18-ти этажного жилого дома в г. Бобруйске.

Были исследованы варианты рамного соединения вертикальных элементов каркаса и монолитного диска перекрытия. Если для стыка сборной колонны и монолитного перекрытия решение рамного узла возможно, и оно, по своей фактической сути, отличается от монолитного узла только большей податливостью, то решение со стыком диафрагм жесткости в виде полностью рамного узла не технологично. В процессе исследования были выполнены расчеты смешанного конструктивного решения, когда нижняя диафрагма жесткости соединяется рамным узлом с монолитным диском перекрытия, а верхняя диафрагма устанавливается на растворный шов и узел стыка работает как шарнирное соединение диафрагмы с колоннами.

Для оценки особенностей сборно-монолитной конструктивной схемы в сравнении с монолитной, на примере одного и того же

здания, выполним вариантные расчёты железобетонного каркаса 106-квартирного 18 этажного жилого дома (площадь здания равна 10 453,14 м²). Модель здания была построена в программном комплексе Autodesk Revit 2017. Расчёты выполнялись с использованием программного комплекса Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Расчет как сборных железобетонных, так и монолитных элементов выполнен с учетом их совместной работы с другими элементами каркаса (например, с учетом совместной работы с монолитного перекрытия со сборными колоннами).

Для анализа вариантов проектирования монолитных перекрытий, была создана искусственная система, включающая в себя все выше перечисленные варианты при двухосном изменении шага опор. Отличительной особенностью сборно-монолитных конструктивных систем является совместное использование различных элементов, которые различаются по жесткостным и прочностным характеристикам. Принятая расчетная модель позволяет применить результаты расчета для подбора и анализа необходимого армирования монолитных дисков перекрытия с учетом их совместной работы в составе сборно-монолитного каркаса.

Использование рамного узла сопряжения несущих вертикальных сборных элементов и монолитного диска перекрытия позволяет повысить жесткость и надежность здания в целом.

Эффективность конструкций определяется их конструктивными системами, теория образования которых опирается на ряд прогрессивных принципов:

- рациональная схема расположения несущих конструкций;
- оптимальная технология изготовления конструкций;
- применение предварительно напряженных конструкций;
- создание конструкций, обеспечивающих наибольшую концентрацию материала, совмещение функций элементами;
- типизация конструктивных решений;
- обеспечение аэродинамической прочности и жесткости систем.

Общий расход бетона и стали на устройство железобетонного перекрытия складывается из соответствующего расхода этих материалов на плиты, ригели и колонны. Наибольший расход железобетона – около 65 % общего количества – приходится на плиты.

Технологичность, трудоемкость и продолжительность строительства во многом зависят от конструктивных решений, заложенных в проекте.

Количественно технологичность проекта отражается в затратах труда, машинного времени, материальных ресурсов и денежных средств на изготовление, транспортирование и монтаж строительных конструкций. Технологичность определяется сопоставлением показателей сравниваемой конструкции с типовой, или путем сравнения вариантов конструкций между собой.

Замена в каркасном здании монолитных колонн на сборные снижает стоимость конструкции на 11,5 %, а применение болтовых соединений позволит увеличить скорость монтажа сборной колонны в 2,2 раза, тем самым снизив трудоемкость по сравнению с монолитным вариантом на 84,3 % и стоимость на 8,4 %.

Замена в каркасном здании монолитных лестниц на сборный вариант эффективен как с точки зрения качества и трудоемкости, так и по окончательной стоимости их устройства.

Замена монолитных стен в каркасном здании на сборные дешевле в 2,13 раза, стоимость материалов дешевле лишь на 19 %. Основная экономия достигается на монтажных работах на строительной площадке – трудоемкость по сборному варианту меньше в 9,85 раза.

Наиболее технологичным решением при строительстве каркасных монолитных зданий является сборно-монолитная технология с применением сборных элементов для вертикальных конструкций – это колонны, стены, лестницы.

При переходе на сборные вертикальные несущие элементы сокращение сроков возведения здания снизится до 10 раз, а стоимость конструкций – снижается до 50 %. Рациональное армирование и применение современных решений по выполнению узлов сопряжения несущих элементов позволит сократить расход арматурной стали до 20 % по сравнению с монолитным каркасом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства / А.А. Гусаков, А.В. Гинзбург. – М. SvR-Аргус, 1994. – 472 с.

2. Завадскас Э.К. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Л.: Стройиздат, 1991. – 256 с.