

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЯ СО СБОРНО-МОНОЛИТНЫМ КАРКАСОМ

Викладені проблеми зведення будівель із залізобетонним каркасом, що складається із збірних колон, пустотних плит настилу, монолітних ригелів і ділянок, що знаходяться на одному рівні кожного поверху.

Ключові слова: будівництво, технологічність, трудомісткість, матеріаломісткість, збірно-монолітний каркас, монтаж, бетонування, плита

Изложены проблемы возведения зданий с железобетонным каркасом, состоящим из сборных колонн, пустотных плит настила, монолитных ригелей и участков, находящихся на одном уровне каждого этажа.

Ключевые слова: строительство, технологичность, трудоемкость, материалоемкость, сборно-монолитный каркас, монтаж, бетонирование, плита

The problems of erection of buildings are expounded with reinforced-concrete framework, consisting of collapsible columns, emptiness flags of flooring, monolithic ryegeley and areas being at one level of every floor.

Keywords: building, adaptability to manufacture, labour input, a construction-monolithic skeleton, installation, concreting, plate

Постановка проблеми

В связи с кризисными явлениями в мире и Украине строительство жилья существенно уменьшилось. Однако потребность в новых квартирах в нашей стране огромна. Но отсутствие средств у основной массы населения и государства не позволяет развернуть широко-масштабное жилищное строительство. Одним из возможных решений этой проблемы является снижение материалоемкости и трудоемкости строительства и, как следствие, снижение стоимости строительства.

Анализ последних исследований и определение нерешенных проблем

За последние 10-15 лет в Украине интенсивно развивалась технология монолитного строительства, в том числе жилых и общественных зданий с монолитным железобетонным каркасом. Эта технология и архитектурно-конструктивные решения зданий, которые обеспечиваются при ее использовании, имеют существенные преимущества перед сборными железобетонными зданиями, возводимыми с середины прошлого века на основе индустрии сборного домостроения. Главными из них является возможность отказаться от жестких архитектурно-планировочных решений, повысить надежность зданий, обеспечить современный разнообразный облик зданий, а также снизить энергозатраты на эксплуатацию зданий.

Однако, несмотря на современные индустриальные методы монолитного строитель-

ства, которые обеспечиваются главным образом применением эффективных опалубок, централизованным изготовлением и применением бетонных смесей с хорошими свойствами по удобоукладываемости, этот метод имеет существенные недостатки. Главными из них являются наличие мокрых процессов, особенно в зимний период, повышенная масса каркаса, значительный расход арматуры, до 40 кг на квадратный метр перекрытия при невозможности использования ее предварительного напряжения и индустриальных методов устройства.

Компромиссным решением выше обозначенной проблемы может быть применение сборно-монолитного каркаса на основе разработанных БелНИИСом конструктивных схем [1].

Принципиальные конструктивно-технологические решения этого вида строительства в Украине, а также результаты испытания надежности сочленения пустотных плит настила с ригелями изложены в работах [2, 3]. Основным преимуществом этого вида строительства является возможность свободной планировки помещений, высокая степень надежности монолитного каркаса при существенном снижении трудозатрат и материалоемкости, особенно расхода арматуры.

Цель проведенных исследований. На основе накопленного опыта возведения здания из сборно-монолитного каркаса определить преимущества и недостатки этого метода строительства, разработать основные рекомендации по его дальнейшему использованию в Украине.

Основной материал исследований

Сборно-монолитный каркас применен для возведения надземной части многоэтажного административно-жилого комплекса по ул. Советская, 1 в г. Новомосковске. Нулевой цикл выполнен в монолитном варианте с возведением монолитных оголовков колон на проектную высоту. После приемки нулевого цикла и оголовков колонн на них монтировались сборные железобетонные колонны высотой на два и три этажа. Главной отличительной особенностью этих колон является их стык через выпуски арматуры (рис. 1) с их последующей сваркой в металлических скобах (рис. 2).



Рис. 1. Выпуски арматуры в торцах колон для их сочленения в процессе монтажа



Рис. 2. Узел сочленения сборных колонн

Кроме того, колонны при изготовлении не бетонировались в районе их сочленения с ригелями перекрытий. Для обеспечения их жесткости в этом месте арматура колонн дополнительно усиливалась перекрестными стержнями (рис. 3.).

Монтаж колонн производился через кондукторы, что значительно упрощало этот процесс и позволяло существенно экономить время ба-

шенного крана на эту операцию (рис. 4). Рабочие практически укладывались в нормативные трудозатраты по ДБН Д 2.2-7-99, норма 7-8-3 – 13,5 чел-часа и 0,78 маш-часа на монтаж одной колонны.



Рис. 3. Узел сочленения колон с ригелями



Рис. 4. Монтаж колонн

Если монтаж колонны высотой на три этажа производится за одну операцию, то для ее устройства в монолитном варианте потребуется четыре операции на каждом этаже, а всего 12 операций: монтаж каркаса, который также надо изготовить в условиях строительной площадки, монтаж опалубки, бетонирование, демонтаж опалубки. Только по норме 6-53-7 ДСТУ Б Д 2.2-1-2008, соответствующей реальным трудозатратам, на установку и разборку опалубки фирмы Дока этих колонн на три этажа требует-

ся 17,55 чел-часа и 3,24 маш-часа. Кроме того, надо также выполнить весьма трудоемкие и опасные операции по монтажу каркаса и бетонированию колонн.

После монтажа колонн и их приемки устанавливаются опалубку несущих и связующих ригелей (рис. 5). Непосредственно на ригели монтируются многослойные плиты перекрытия (рис. 6). На первом этапе возведения здания использовались плиты, которые традиционно выпускались в нашем регионе на существующих старых технологических линиях. Но при их производстве пуансон пропускался на всю длину плит, чтобы с каждой стороны плиты были одинаковые отверстия. Устройство этих отверстий позволяло в процессе бетонирования ригелей образовать бетонные шпонки за счет заполнения бетонной смесью этих отверстий на глубину 15...20 см. Проведенными ранее испытаниями подтверждена надежная несущая способность этого стыка, которая в несколько раз превосходит требуемую проектную [2].



Рис. 5. Установка опалубки ригелей



Рис. 6. Монтаж плит перекрытия и армирование ригелей и монолитных участков в местах устройства коммуникаций

Но из-за изношенного оборудования, на котором выпускаются эти плиты, они имеют низкое качество нижней поверхности – «пропелерность», что часто не позволяет обеспечить ровную гладкую поверхность потолка. Кроме того при бетонировании для надежного сочленения плит по продольным граням приходилось устанавливать опалубку, что увеличивало трудоемкость устройства перекрытия в целом.

Поэтому, после начала выпуска в Днепропетровске многослойных плит перекрытия по непрерывной технологии с их последующей разрезкой на требуемую длину, применили эти плиты. Они отличаются высоким качеством бетона, значительно меньшим, чем в аналогичных плитах, изготовленных по традиционной технологии, расходом преднапряженной арматуры, точными размерами, ровной гладкой поверхностью. Важной отличительной особенностью этих плит является также наличие уширенной полки по нижней продольной грани плиты, что позволяет без дополнительно установленной опалубки снизу бетонировать стык плит, в том числе с установкой при необходимости в него армокаркаса. Профиль боковых граней плит позволяет после обетонирования их стыка обеспечить надежную совместную работу.

Установленные в проектное положение плиты создают боковую опалубку для несущих и связующих ригелей, в которые устанавливается арматура в соответствии с проектом. Это одна из наиболее трудоемких и сложных в выполнении операций этого метода устройства сборно-монолитного каркаса. Рабочие должны выполнять ее на корточках или на коленях, расстановка хомутов в проектное положение и их закрепление с продольной арматурой затруднено.

Для упрощения этой операции при безусловном обеспечении надежности армирования и несущей способности арматуры по восприятию как продольных, так и поперечных (перерезывающих) усилий хомуты заменены поперечными каркасами (рис. 7).

Они универсальны, изготавливаются на заводской автоматизированной технологической линии и доставляются на строительную площадку. Рабочие разрезают их на заданную длину и устанавливают в проектное положение, привязывая вязальной проволокой к верхним и нижним продольным стержням арматуры. Применение таких каркасов в несколько раз снижает трудоемкость операции по армированию ригелей.



Рис. 7. Армирование ригелей с использованием поперечных каркасов

При толщине плит 22 см несущие и связующие ригели запроектированы высотой 27 см для повышения их несущей способности, а также усиления узла сочленения перекрытия с колонной, главным образом для восприятия перерезывающих усилий. Низ ригелей запроектирован на одном уровне с нижней плоскостью плит для обеспечения технологичности устройства перекрытия. Увеличенная высота ригелей обеспечивается установкой опалубки из брусков толщиной 5 см по верхней боковой грани плит (см. рис. 6). Этот выступ в последующем будет скрыт в конструкции пола.

Бетонирование несущих и связующих ригелей, а также продольных стыков плит и монолитных участков, которые устраиваются в местах устройства вертикальных коммуникаций, проводится одновременно. В процессе бетонирования бетонной смесью заполняется также стык ригелей с колоннами. Бетонированию этого узла уделяется особое внимание, надо обеспечить подпор бетонной смеси в процессе укладки и уплотнения, чтобы надежно заполнить бетонной смесью этот стык. В процессе бетонирования бетонная смесь на 15...20 см заполняет пустоты плит, образуя шпонку, которая обеспечивает надежное сочленение плит с несущими ригелями. Совместное бетонирование всех элементов перекрытия обеспечивает жесткий диск из плит пустотного настила, монолитных участков, несущих и связующих ригелей с монолитным опиранием на колонны (рис. 8).

Несущая способность сборно-монолитного перекрытия из многопустотных плит настила и монолитных ригелей подтверждена проведенными лабораторными и натурными испытаниями [2]. Важнейшими преимуществами такого вида перекрытия перед традиционно применя-

емым монолитным является существенно пониженная материалоемкость. При толщине плит перекрытия 22 см приведенная толщина бетона составляет 13 см. Расход арматуры в таких плитах не превышает 2 кг на квадратный метр перекрытия, а с учетом армирования ригелей средний расход арматуры на один квадратный метр перекрытия не превышает 12 кг. В то же время средний расход арматуры на один квадратный метр монолитного перекрытия составляет 30...40 кг.



Рис. 8. Сборно-монолитное перекрытие из сборных многопустотных плит настила и монолитных несущих и связующих ригелей

В таком перекрытии реализуется важное преимущество преднапряженного железобетона плит настила, которые при рациональном проектировании могут заполнять более 80 % площади перекрытия. Используя сборно-монолитное перекрытие из многопустотных плит настила и монолитных ригелей можно перекрывать пролеты до 8 метров при расчетной нагрузке на него до 1000 кг на квадратный метр. При необходимости устройства больших пролетов необходимо использовать плиты пустотного настила большей толщины, а также большей несущей способности, которая легко регулируется количеством устанавливаемой преднапряженной арматуры.

Применение сборно-монолитного варианта возведения каркаса многоэтажного здания позволяет снизить трудоемкость возведения каркаса и его материалоемкость до 20 %. Технология возведения сборно-монолитного каркаса здания достаточно проста, рабочие и инженерно-технические работники, занятые на возведении монолитных каркасов, быстро ее осваивают. Но при строительстве первых таких зданий необходимо тщательно разрабатывать проект производства работ и, в частности, детальную тех-

нологическую карту на устройство сборно-монолитного каркаса.

Особое внимание необходимо обратить на устойчивость всех конструктивных элементов в процессе их устройства. Устойчивость колонн обеспечивается применением одиночных кондукторов, которые должны надежно закрепляться за оголовки ранее закрепленных колонн. Сварку выпусков арматуры колонн должны производить квалифицированные сварщики, имеющие соответствующий сертификат. Качество сварных швов необходимо контролировать в соответствии с действующими нормативными документами. Нами для гарантированной надежности каждого сварного шва проводилось его дополнительное усиление по рекомендациям действующего ГОСТа. Кондуктор снимался после приемки сварных швов.

Устойчивость опалубки, на которую монтировались плиты перекрытий обеспечивалась легко, так как эта опалубка рассчитана на монолитное перекрытие, которое тяжелее сборно-монолитного.

Выводы

1. Технология возведения многоэтажных зданий со сборно-монолитным каркасом может успешно применяться в Украине с использованием многопустотных плит настила, выпускае-

мых на технологических линиях непрерывного формования.

2. Для реализации этого эффективного метода возведения многоэтажных гражданских зданий необходимо обучение инженерно-технического персонала и рабочих на основе полученного практического опыта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уткин, В. Л. Новые технологии строительной индустрии [Текст] / В. Л. Уткин. – М.: Русский Издательский Дом, 2004. – 116 с.
2. Савицкий, Н. В. Плоское сборно-монолитное перекрытие [Текст] / Н. В. Савицкий, К. В. Баташева, Е. Л. Токарь // Сб. научн. трудов. «Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения» – Днепропетровск: ПГАСА, 2006. – С. 413-418.
3. Нетеса, Н. И. Сборно-монолитное строительство: проблемы и перспективы [Текст] / Н. И. Нетеса, А. Н. Пшинько, Д. В. Паланчук // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы LXVI международной научно-практической конференции/ - Д.: Дніпр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В Лазаряна, 2006. – С.252-253.

Поступила в редколлегию 25.07.11.

Принята к печати 20.09.2011.