

Пенязь Михаил Арсеньевич, аспирант,
РУП ГП «Институт жилища –
НИПТИС им. Атаева С.С.», г. Минск*

ПРИМЕНЕНИЕ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

PRECAST STRUCTURES UNDER CONSTRUCTION OF MULTI-FRAME BUILDINGS OF REINFORCED CONCRETE

Аннотация

В статье приведены результаты исследования и проектирования многоэтажного каркасного здания из монолитного железобетона с заменой колонн, диафрагм жесткости, лестничных клеток и лифтовых шахт на конструкции из сборного железобетона. Приведены технико-экономические показатели эксперимента.

Abstract

The results of the study and design of multi-story frame building of monolithic reinforced concrete with replacement of columns, stiffening diaphragms, stairway enclosures and elevator shafts on the precast concrete elements are given. The technical and economic parameters of the experiment are given.

При строительстве жилых и общественных зданий в нашей республике нашли широкое применение монолитные каркасные конструктивные системы. Применение монолитного каркаса позволяет реализовать принцип гибкой планировки квартир и других помещений в жилых домах различной этажности, комфортности и различных решений фасадов. В Республике Беларусь основу каркасного домостроения составляют конструкции из монолитного железобетона. Конструктивная схема каркаса монолитного здания представляет собой монолитные диски перекрытий, которые являются горизонтальными несущими конструкциями, и монолитные вертикальные несущие конструкции: лестничные клетки, диафрагмы жесткости, колонны и шахты лифтов. Опыт строительства монолитных многоэтажных каркасных зданий показал, что

* Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Пилипенко В.М, д-р техн. наук, проф. Пецольд Т.М.

самым трудоемким процессом является возведение вертикальных несущих конструкций. Особенно это относится к устройству монолитных лестничных маршей и площадок. Практика показала, что недостатком монолитного домостроения является не вполне удовлетворительное качество бетонированных конструкций по сравнению с каркасами из сборных конструкций, имеющих систему заводского контроля качества. «Институтом жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» ежегодно выполняется большой объем усиления монолитных конструкций, особенно колонн, из-за различных технологических нарушений. Для обеспечения проектных характеристик бетона, как правило, используется электропрогрев, причем для достижения необходимой прочности и темпов строительства конструкции должны прогреваться как в зимнее время, так и в теплый период года. При вязке арматурных сеток и каркасов, выполняемой на строительной площадке, за счет раскройки и стыковки арматурных стержней потери могут достигать 5–10 %, а при армировании большими диаметрами (более 28 мм) эти потери могут достигать до 20 % [1, 2]. Это подтвердил опыт возведения монолитного 22-этажного жилого дома в городе Могилеве (генподрядчик – СРУП «БДСК»), где расход арматуры тщательно контролировался. Чтобы уменьшить трудоемкость, энергоемкость, материалоемкость и улучшить качество выпускаемых конструкций, было предложено по объекту «18-этажный монолитный жилой дом в городе Бобруйске» (рис. 1) заменить вертикальные монолитные несущие конструкции на сборные.



Рисунок 1. Общий вид строительства здания

Дом – каркасный, одноподъездный, с монолитным ядром жесткости, с монолитными вертикальными несущими конструкциями. Наружные стеновые ограждающие конструкции выполнены из мелкоштучных ячеистых блоков. Совместно с разработчиком проекта ОКУП «Гомельгражданпроект» и РУП ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» были заменены вертикальные монолитные конструкции – диафрагмы жесткости, шахты лифтов (рис. 2), колонны, а также лестничные марши и лестничные площадки на конструкции из сборного железобетона [1, 2, 3].



Рисунок 2. Сборная панель шахты лифтов



Рисунок 3. Сборная панель диафрагмы жесткости

Были разработаны узлы крепления сборных диафрагм жесткости к колоннам (рис. 3).

Это обеспечило пространственную жесткость вертикальных несущих конструкций. Диафрагмы жесткости и колонны, изготовленные в заводских условиях, имеют бетонную поверхность категории А-3, что позволяет в построечных условиях сократить отделочные процессы. Армирование диафрагм и колонн в заводских условиях позволяет выполнять работы с наименьшими трудозатратами, так как в построечных условиях они бетонируются в вертикальном положении, что достаточно сложно. Кроме этого, достигается экономия арматуры до 15 %. Особенно эффективной является замена монолитных лестничных маршей на сборные. Бетонирование монолитных лестничных маршей является самой

трудоемкой конструкцией в домостроении. Установка опалубки, армирование и бетонирование одного этажа монолитных лестничных маршей по трудоемкости составляет три-четыре календарных дня. Монтаж сборных лестничных маршей осуществляется в течение 30 минут с высокими показателями качества.

ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» на данном здании был разработан принципиально новый переход на сборные колонны. Конструктивно этот переход представляет собой колонну с анкерами, выпускаемыми из монолитной плиты перекрытия, на которые монтируется и крепится при помощи болтового соединения сборная железобетонная колонна (рис. 4 и 5) [3]. Эта технология позволяет вести монтаж конструкций в зимнее время.



Рисунок 4. Анкерные выпуски из монолитной плиты с креплением к колонне



Рисунок 5. Монтаж сборной колонны

В качестве исходной базы для технико-экономического анализа были приняты технические решения конструктивных систем типовых проектов и проектов повторного применения, предназначенных для массового жилищного строительства. Анализ не учитывает следующие условия строительства: инженерную геологию, состояние и перспективы развития производственно-технической базы, объем и структуру строительства, а также затраты на отделочные работы и инженерные системы жилых зданий.

Анализ проводится на примере следующих конструктивных решений для жилых домов: жилой дом с монолитным каркасом

и монолитными дисками перекрытий и жилой дом со сборным каркасом и монолитными дисками перекрытий. При анализе были использованы следующие объемно-планировочные показатели (табл. 1):

Таблица 1

Объемно-планировочные показатели проектов жилых домов

Наименование проектов	Площадь жилого здания (м ²)	Общая площадь квартир (м ²)	Строительный объем (м ³)	Этажность
1. Жилой дом с монолитным каркасом	8778,38	6378,15	30941,16	18
2. Жилой дом со сборным каркасом	8778,38	6378,15	30941,16	18

На рис. 6 и в табл. 2 приведены сравнительные характеристики удельных затрат на общестроительные работы при возведении жилых домов различных конструктивных систем.

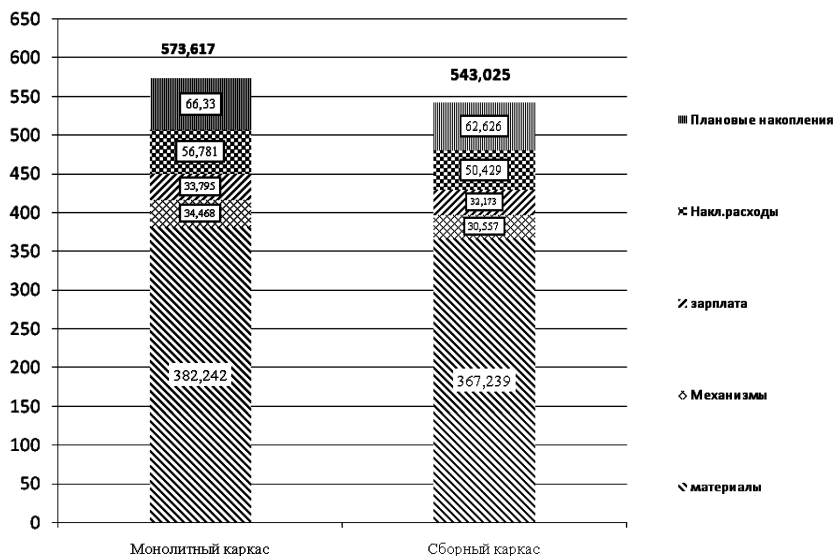


Рисунок 6. Удельные технико-экономические показатели при проектировании жилых зданий

Таблица 2

Удельные показатели стоимости общестроительных работ по жилым домам (подземная и надземная часть) в различных конструктивных системах в долларах США на 01.09.2013

Курс доллара – 9 040 белорусских рублей

Наименование элементов и видов работ	Индекс на 01.09.2013	Жилой дом с монолитным каркасом				Жилой дом со сборными колоннами, лестницами, диафрагмами и шахтами лифтов			
		фундаменты	коробка здания	всего общестроит. работ	сумма на 1 м ² общей площади	фундаменты	коробка здания	всего общестроит. работ	сумма на 1 м ² общ. площади
Стоимость материалов, \$	6,1069	340 582,624	2 097 415,481	2 437 998,104	382,242	2 001 725,754	2 342 308,378	367,239	
Эксплуатация машин, \$	6,3023	32 631,831	187 211,076	219 842,908	34,468	162 267,486	194 899,317	30,557	
Зарплата, \$	4,5215	9366,107	206 184,901	215 551,009	33,795	195 847,148	205 207,255	32,173	
Трудозатраты, чел./дн.	–	5368,000	201 904,000	32,497	32,497	104 990,080	110 358,08	17,303	
Всего прямых затрат, \$	–	382 580,562	2 490 811,458	2 873 392,021	450,506	2 359 834,388	2 742 414,950	429,970	
Накладные расходы, \$	4,8824	17 062,476	345 095,485	362 157,961	56,781	304 581,085	321 643,561	50,429	
Плановые накопл., \$	4,6209	19 899,044	403 163,813	423 062,819	66,330	379 537,857	399 436,863	62,626	
Всего прямых затрат с НР и ПН, \$	–	419 542,044	3 239 070,757	3 658 612,801	573,617	3 043 953,330	3 463 493,374	543,025	
Сумма на 1 м ² общей площади, \$	–	65,778	507,839	573,617	–	477,247	543,025	–	

Как следует из анализа результатов, приведенных в табл. 2, при замене несущих вертикальных монолитных конструкций на сборные трудоемкость производства строительных работ сократилось на 52 %. Была посчитана экономическая целесообразность замены несущих монолитных конструкций на сборные. Разница в стоимости одного квадратного метра жилого дома с монолитным каркасом и сборным составила 30,592 долл. США. При общей стоимости СМР 33 млрд 73 млн белорусских рублей на 01.09.2013 экономия составила 1 млрд 764 млн белорусских рублей. Общий экономический эффект составил 5,33 % от сметной стоимости строительства. Учитывая приведенные данные и особенно ограниченные энергетические и трудовые ресурсы в строительной отрасли, эффективность применения сборного железобетона при строительстве каркасных многоэтажных монолитных зданий очевидна.

Список использованных источников

1. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования : учеб. пособие для студ. строит. спец. / под ред. Т.М. Пецольда и В.В. Тура. – Брест : БГТУ, 2003. – 380 с.
2. Бетонные железобетонные конструкции : СНБ 5.03.01-2002. – Введ. 01.07.03. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь : Минсктип-проект, 2003. – 139 с.
3. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1992-1-1-2009 – Введ. 01.01.10. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь : Минсктип-проект, 2010. – 207 с.

Статья поступила в редколлегию 04.12.2013