

А. А. ПИЩУЛЁВ
Е. В. БЛИНКОВА
Ш. Н. МАКАРОВА

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ И BIM ТЕХНОЛОГИЙ

IMPROVING THE QUALITY OF CONCRETE WORK THROUGH THE USE OF POLYMERIC MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF INDIVIDUAL FORMWORK SYSTEMS AND BIM TECHNOLOGIES

Предложен новый тип опалубочных систем на основе использования BIM технологий и листов опалубки из полимерных материалов для возведения стандартных и индивидуальных строительных конструкций с чистой отделкой. Приведены статистические данные о тенденции развития монолитного домостроения в России и мире. Представлены преимущества и недостатки данной технологии, показаны способы борьбы с ними. Предложена система парафиновой опалубки для облегчения реставрационных работ, а также работ по возведению архитектурно-выразительных частей фасадов (лепнин, сандриков, объемных композиций). Разработан алгоритм работы с ней при помощи пространственного сканирования фасадов и 3D печати.

Ключевые слова: монолитное строительство, железобетонные конструкции, опалубка, листы из полимерных материалов, чистовая отделка, парафиновая опалубка, 3D принтер, 3D сканер, реставрация, архитектурно-выразительные формы

Активное развитие технологий современного строительства преследует целый комплекс инновационных целей и задач – ресурсная экономия, экологичность, быстрота возведения, футуристическая эстетичность, долговечность, адаптивность и т. д. Анализ способов возведения зданий и конструктивных схем, существующих на сегодняшний день [1, 2], показывает, что самым эффективным и наиболее полно удовлетворяющим современным архитектурно-строительным требованиям является монолитное домостроение. Данная технология прошла проверку временем и доказала свое превосходство. Ввиду многочисленных преимуществ и неограниченных возможностей, которыми обладает технология монолитного строительства, это направление является одним из наиболее востребованных способов возведения здания. Именно поэтому зарубежная практика строительства практически полностью перешла от зданий с несущими стенами из мелкоштучных материалов к зданиям каркасного типа [2, 3].

A new type of formwork systems based on the use of BIM technologies and formwork sheets from polymeric materials for the erection of standard and individual building structures with a fine finish have been proposed. The statistical data on the development trend of monolithic housing construction in Russia and the world are given. The advantages and disadvantages of this technology are presented, it is shown how to deal with them. A system of paraffin formwork has been proposed to facilitate restoration work, as well as works on the construction of architecturally expressive parts of the facades (moldings, sandriks, bulk compositions). An algorithm for working with it using spatial scanning of facades and 3D printing has been developed.

Keywords: monolithic construction, reinforced concrete structures, formwork, sheets of polymeric materials, fine finish, paraffin formwork, 3D printer, 3D scanner, restoration, architectural and expressive forms

В США, Китае, ряде стран Европы доля монолитного строительства превышает 50 % в высотном домостроении (по аналитическим данным группы компаний «СВЕЗА»). Наиболее широко распространено строительство монолитных зданий в странах Востока. В Пекине около 85 % зданий возводится с использованием именно этой технологии.

Применение монолитного железобетона в зданиях высотой до 70 этажей позволяет повысить их жесткость, обеспечить огнестойкость конструкций, гарантирует большую устойчивость, содействует быстрому затуханию колебаний и делает возможной реализацию смелых архитектурных замыслов.

Без этой технологии было бы невозможно возвести самые высокие здания в мире, такие как башня «Бурдж-Халифа» (Burj Khalifa) высотой 828 м в Дубае (ОАЭ), башня «Тайбэй 101» (Taipei 101) высотой 509 м (КНР), башня «Уиллис-тауэр» (Willis Tower) высотой 527 м (США) и такие сложные по архитектуре, как «Аль-Хамра Фирдаус» (Al Hamra Tower) в Кувейте (412 м) [4, 5].

Бетон, в современном понимании этого термина, стал применяться еще древними римлянами [1]. Из нового материала сооружались крупные монолитные конструкции, способные перекрывать широкие пролеты, так в римской архитектуре появились купола и своды. Строительные конструкции благодаря новой монолитной технологии обрели эстетику. Построенное во II в. здание Пантеона в Риме, с его знаменитым, выполненным из бетона куполом с внутренним диаметром 43,5 м, впечатляет и в наши дни. Жаль, что рецепт приготовления прекрасного античного бетона был утрачен с падением Рима.

В нашей стране уже в начале 30-х гг. прошлого века в строительной практике полным ходом применялись всевозможные монолитные конструкции. Именно с их помощью был построен Центральный телеграф в Москве. Строительство дома «Известий» на Пушкинской также осуществлялось с применением данной технологии. Крупным успехом отечественного высотного монолитостроения явилась построенная в 1963-1967 гг. в Москве по проекту Н.В. Никитина Останкинская телебашня. При общей высоте 540 м железобетонная часть составляет 380 м. В то время это было самое высокое здание в мире.

И сейчас с применением монолитного железобетона возводится все больше строительных объектов как жилищного строительства, так и коммерческого (атриумные небоскребы, коммерческие бизнес-центры, комплекс «Москва-Сити»).

Перспективы монолитного строительства в нашей стране и за рубежом непосредственно связаны с преимуществами самой технологии:

1) Срок службы монолитного дома составляет от 150 до 300 лет, а его конструктивные особенности дают возможность выдержать землетрясение силой до 8 баллов.

2) Каждый монолитный дом имеет индивидуальный фасад (наружные стены могут быть любыми – панельными, кирпичными или навесными).

3) Свободная планировка квартир, объединение нескольких квартир. (Неоспоримым преимуществом монолитных домов является то, что жильцы могут делать любую перепланировку квартир. Это возможно потому, что жесткость несущих элементов не нарушается. Такие вольности в панельных или

кирпичных домах могут привести к серьезным последствиям, даже к обрушению здания).

4) Монолитные дома легче реконструировать для продления их жизненного цикла.

5) Высокая скорость строительства: можно возводить до одного этажа в день (при любых плюсовых или минусовых температурах).

6) Нормативная нагрузка на межэтажные перекрытия (600 кг/м^2) выше в три раза, чем в панельном доме, что позволяет устанавливать тяжелое бытовое оборудование (сауны, минибассейны).

7) Монолитная конструкция обеспечивает равномерную осадку дома и предотвращает образование трещин.

8) Экологичность материала [6].

На сегодняшний день технология монолитного строительства широко распространена и в интерьерах зданий. Примерами могут служить лестницы необычных форм (рис. 1), декоративные элементы интерьера (рис. 2) и мебель из бетона, малые архитектурные формы (фонтаны, беседки, светильники). Помимо собственно бетонных стен, сегодня существует возможность облицовки стен декоративными 3D панелями, также отлитыми из бетона или гипса. В этом случае сохраняется «лофтовость» интерьера и в то же время стены выглядят намного уютнее.

Основой технологии монолитного строительства, прежде всего, является качественная, надежная и гибкая система опалубок [3,4]. Существует множество различных систем опалубок для монолитного строительства как зарубежного, так и отечественного производства. Наибольшей популярностью пользуются Гелиос, Peri (Германия), Doka (Австрия), МонолитСтройКомплект (МСК), Мекос, Skydome Geoplast (Италия).

Чаще всего в строительстве применяют разборно-переставную мелко- или крупнощитовую съемную опалубку [8]. Рабочие поверхности опалубок многократного применения изготавливаются из клееной или ламинированной фанеры и древесины. Главный недостаток древесины – высокая гигроскопичность, способность впитывать влагу из бетона и, как следствие, изменение формы, размеров, образование прогибов и ухудшение качества бетонной поверхности, образование швов, наплывов в местах стыковки листов (рис. 3). Кроме того, деревянные



Рис. 1. Лестница монолитного железобетона



Рис. 2. Камин

элементы практически не поддаются реставрации, что принципиально сокращает срок их службы, а при опалубливании уникальных (нестандартных) форм не подлежат дальнейшему использованию.

В нашей работе мы готовы представить решение всех вышеперечисленных недостатков применением в опалубке листов из полимерных материалов. Это является относительно новым, инновационным направлением на рынке опалубочных систем. По сравнению с фанерными щитами полимерные панели имеют меньший вес, низкую гигроскопичность, стойкость к ультрафиолетовому излучению, стойкость к механическим повреждениям, малую прилегаемость к бетону и упрощенную очистку. Особое внимание уделяется вопросу долговечности и надежности щитов, подвергающихся в процессе эксплуатации наибольшему износу из-за влияния давления бетонной смеси и непосредственного контакта с ней.

Конструкция палубы со скрытыми швами и надежными замками, скрепляющая листы в единое полотно, обеспечивает получение гладких лицевых поверхностей строительных конструкций. Это устраняет потребность в оштукатуривании и ряде видов специальной подготовки при декоративной отделке фасадов и интерьеров зданий. То есть из технологического цикла производства строительных работ выпадают трудоемкие «мокрые процессы», вынуждающие учитывать сезонность и требующие применения высококвалифицированного ручного труда. Такой способ возведения зданий позволит значительно сократить сроки и стоимость строительства.

Мы предусматриваем изготовление листов как стандартных размеров, так и по индивидуальным заказам для решения сложных нестандартных задач. После использования эти листы отправляются на вторичную переработку для изготовления новых форм для решения следующих индивидуальных проектов.

Главной особенностью нашего проекта является то, что крупным строительным компаниям не придется приобретать новые опалубочные системы, так как мы максимально используем номенклатуру изделий популярного на российском рынке производителя опалубки PERI. Приобретаются только листы опалубки стандартных или индивидуальных размеров. В дополнение к предоставленным продуктам мы предусматриваем сотрудничество в рамках переработки и изготовления новых форм опалубочных листов.

Рассмотрим еще одно перспективное направление развития опалубочных систем – это парафиновая опалубка. Ее основным предназначением является опалубливание архитектурно-выразительных частей фасадов (лепнины, сандрики, ордера и др.) (рис. 4), реконструкция памятников архитектурного наследия [9], а также применение в интерьерах здания.

Парафин обладает главным, для поставленных перед ним задач, свойством: достаточная прочность в твердом состоянии при нормальных температурах и достаточная подвижность в нагретом состоянии (температура плавления твердых парафинов от 50 до 70 °С). Благодаря этому не составляет труда вы-

полнять на специальных установках трехмерной печати всевозможные формы опалубки, которую легко демонтировать путем нагрева до температуры 70 °С.

Декоративные элементы фасада могут быть представлены традиционными элементами [10]: карнизы, сандрики, наличники, откосы, балюстрады, колонны, пилястры, базы, капители, филенки, замковые камни, рустовые камни, цокольные камни. Изготовление этих частей требует значительных затрат, а также специалистов особого профиля.

С применением предлагаемой технологии парафиновой опалубки изготовление архитектурно-выразительных форм станет более доступным. Реставрация памятников архитектурного наследия [11] станет более доступной с применением технологии трехмерного сканирования с учетом кренов (рис. 5), дефектов и прогибов здания.

Последовательность работ заключается в следующем: выбирается объект для реставрации, производится сканирование при помощи 3D сканера, полученное изображение поля точек загружается в программу моделирования, в которой человек воссоздает утраченные элементы и формы в электронной модели. Затем отдается команда печати опалубки на 3D принтер. После установки опалубки, заливки и набора прочности бетона опалубку нагревают

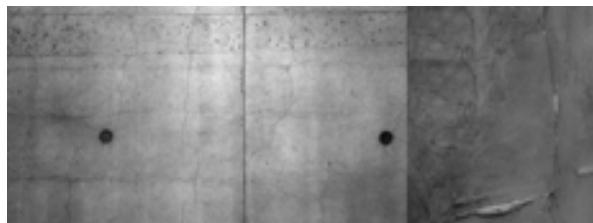


Рис. 3. Стык опалубочных форм, технологические отверстия. Наплывы бетона



Рис. 4. Архитектурно-выразительные формы. Карниз



Рис. 5. Сканирование скульптуры. 3D сканер Lieca ScanStation P30

и она легко стекает с готовой конструкции даже с самых труднодоступных мест.

Фасады зданий перестанут быть серыми и однообразными. Города потеряют безликость и обретут собственный стиль.

В настоящее время полимерные композиционные материалы имеют широкую область применения в строительстве, которая непрерывно расширяется за счет создания новых материалов [3,4]; при устройстве кровли (полимерная черепица), систем водоснабжения и водоотведения (канализационные люки, канализационные трубы), во внутренней отделке помещений (виниловые обои, материалы для отделки стен и потолка на полимерной основе, различные декоративные и моющиеся пленки, защитные и декоративные покрытия) и др.

Вывод. Опалубочная полимерная панель является отличной альтернативой фанерной опалубке, а по долговечности, технологичности и простоте использования во многом превосходит ее. Полимерный профиль позволяет получать гладкую поверхность после заливки на всем протяжении срока службы. Более того, демонтаж палубы осуществляется очень быстро, так как полимерные плиты легко отстают от бетона и практически не требуют нанесения смазки. Данный продукт одинаково хорошо работает как при низких, так и при высоких температурных режимах, что позволяет использовать его вне зависимости от времени года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веселов А.А., Сконников А.В., Жуков В.И. Железобетонные конструкции. СПб.: СПбГАСУ, 2009.132 с.

2. Прокопович А.А., Репекто В.В., Луконин В.А. Индустриальное каркасное и панельное домостроение // Строительные материалы. 2011. № 6. С. 50–51.

3. Моргунов Л.В., Набокова Я.С., Моргунов В.Н. Об эффективности опалубок при возведении зданий // Жилищное строительство. 2008. №6. С. 9–11.

4. Доркин Н.И., Зубанов С.В. Технология возведения высотных монолитных железобетонных зданий / СГА-СУ. Самара, 2012. 228 с.

5. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий / СГАСУ. Самара, 2009. 296 с.: ил.

6. Сидоренко Ю.В. Строительная экология в области материалов, изделий и конструкций [Электронный ресурс] / СГАСУ. Самара, 2014. 41 с. (дата обращения: 05.06.2017).

7. Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф. Строительные материалы // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1. С. 17–23.

8. Соколов Г.К. Технология и организация строительства. 5-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 528 с.

9. Омаров А. О. Проблемы теории и методологии реставрации и консервации памятников культуры и истории // Сборник материалов XXXVIII итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов Дагестанского государственного технического университета / под ред. Т.А. Исмаилова. 2017. С. 319–321.

10. Володина Н.Н. Реконструкция исторически сложившихся территорий центра крупнейшего города / СГАСУ. Самара, 2012. 50 с.

11. Бальзанникова Е.М. Сохранение городских объектов историко-архитектурного наследия // Вестник МГСУ. 2014. №1. С. 20–26.

Об авторах:

ПИЩУЛЁВ Александр Анатольевич

кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций

Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

БЛИНKOVA Екатерина Валерьевна

ассистент кафедры строительных конструкций

Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (919) 809-44-46

МАКАРОВА Шолпан Нуржановна

студентка факультета промышленного и гражданского строительства

Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

PISHCHULEV Alexander A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Building Structures Chair

Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

BLINKOVA Ekaterina V.

Assistant of the Building Structures Chair

Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (919) 809-44-46

MAKAROVA Sholpan N.

Student of the Faculty of Industrial and Civil Engineering

Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

Для цитирования: Пищулёв А.А., Блинова Е.В., Макарова Ш.Н. Повышение качества бетонных работ путем применения полимерных материалов для изготовления индивидуальных опалубочных систем и BIM технологий // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №3. С. 18-21. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.4.

For citation: Pishchulev A.A., Blinkova E.V., Makarova S.N. Improving the Quality of Concrete Work through the Use of Polymeric Materials for the Manufacture of Individual Formwork Systems and BIM Technologies // Urban Construction and Architecture. 2018. V. 8, 3. Pp. 18-21. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.4.