

УДК 693.55

А.С. Бессонов

A.S. Bessonov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

A WAYS OF INTENSIFICATION OF MONOLITHIC HOUSE-BUILDING TECHNOLOGY

Проведен обзор развития монолитного домостроения. Сформулирована проблема сокращения сроков строительства зданий из монолитного железобетона. Представлены сформированные тенденции совершенствования технологий. Показаны возникающие трудности. Выделены перспективные направления исследований.

Ключевые слова: монолитный железобетон, монолитное домостроение, технология железобетона, организация строительства, ускорение строительства.

The article narrates about the development of monolith house building. The problem of decreasing the time of building house from monolith reinforced concrete is formulated. Formed tendencies of perfection the technologies are presented. Arising problems are displayed. Perspective directions of investigations are distinguished.

Keywords: monolithic reinforced concrete, monolithic building construction, reinforced concrete technology, organization of construction, acceleration of construction.

Технология строительства из монолитного железобетона до конца прошлого века считалась достаточно трудоемкой, недостаточно механизированной, не индустриальной. Дома по данной технологии проектировались в основном для сейсмически опасных районов [1]. Но свою популярность монолитный железобетон завоевал благодаря возможности возведения объектов различного назначения с уникальной архитектурой и конструктивными решениями. Так, в последние десятилетия строительное производство в России развивается в направлении монолитного строительства и отходит от сборного железобетона. Сегодня во всем мире большую часть производства бетона направлено на изготовление монолитных железобетонных конструкций [2].

Монолитный железобетон обладает преимуществами по сравнению со сборным железобетоном и металлом, поэтому его используют для возведения каркаса известных высотных зданий. Проекты строительства таких сооруже-

ний имеют сверхвысокую стоимость и риски, а каждая неделя отставания от графика производства работ обходится инвесторам миллионами недополученной выгоды. Поэтому технология скоростного возведения монолитных зданий является актуальной. Данная технология имеет возможность дальнейшего развития благодаря научным исследованиям и разработкам.

Но применение разнообразных конструктивных и архитектурных элементов в монолитном строительстве приводит к увеличению объемов арматурных, опалубочных, бетонных работ, трудоемкости, использования кранового времени, также могут быть увеличены затраты на организацию подачи, укладки бетонной смеси и выдерживание бетона [3].

Снижение сроков строительства считается сформировавшейся тенденцией для конкурентоспособных предприятий. В монолитном домостроении это отражается на сроках возведения одного типового этажа. На данный момент, благодаря использованию поточного метода строительства и применению новейшей техники и технологий, удалось достичь времени возведения одного этажа до четырех дней [1]. Таким образом, достигнутые результаты внедрения поточных методов, увеличения интенсивности труда создали высокий потенциал возведения объектов из монолитного железобетона со скоростью, сопоставимой с технологией сборного железобетона.

Однако появилась другая проблема, заключающаяся в том, что единичные нормы и расценки для основных видов работ разрабатывались в середине прошлого века и дорабатывались до 1987 г. Специалистам приходится сталкиваться с тем, что представленные нормы в ЕНиР устарели, а на некоторые виды работ – отсутствуют. Несмотря на то что технология возведения монолитных зданий бурно развивается, организация производства отстает. Значительную роль при выполнении монолитных работ играют состав звена и квалификация рабочих, поэтому необходима оптимизация рабочих звеньев на основе последних достижений технологичности строительных операций [4].

Использование устаревших нормативов негативным образом сказывается на организации и производстве строительных работ. На стадии организационно-технологического проектирования не представляется возможным учесть все возможности современной техники и средств малой механизации, рационально распределить имеющиеся людские ресурсы по отдельным операциям, что ведет к увеличению простоев, сроков строительства, нерациональному вложению инвестиций. Дальнейшее совершенствование технологии монолитного домостроения должно быть в организационном плане.

Чтобы повысить скорость возведения здания из монолитного железобетона, необходимо решить ряд вопросов, в том числе внедрения эффективных технологий бетонирования конструкций и ухода за уложенным бетоном. Нужно стараться приблизиться к заводским технологиям производства сбор-

ных железобетонных изделий. Для этого необходимы такое же строгое соблюдение технологической дисциплины, тщательная технологическая подготовка производства и последующий уход за изделиями [5].

В монолитном строительстве значительный объем технологических операций выполняется посредством ручного труда.

Весь производственный цикл монолитных работ осуществляется непосредственно на открытой площадке, что создает тяжелые условия труда для рабочих. Высокая доля ручного труда и минимального уровня механизации и автоматизации технологических процессов повышает степень воздействия человеческого фактора на качество продукции [6].

Так, например, в Германии каждому рабочему перед сменой выдается ежедневный график, где все его виды работ расписаны до минуты. Каждый день графики отслеживаются прорабом. Там достигли уровня поточного строительства, сопоставимого с машиностроением. Поэтому в Германии строители – самые квалифицированные и высокооплачиваемые [7].

Главным показателем эффективности труда рабочего является производительность, определяющая прогресс общего производства. Проводимые исследования показывают, что трудоемкость выполнения монолитных работ во многом зависит от применяемой техники, средств малой механизации, инструментов, организации рабочего места и всей строительной площадки. Становится очевидным, что для повышения производительности труда и выработки необходимо применение новых методов строительства и отказ от морально устаревшего оборудования.

Нет сомнений в том, что развитие строительной отрасли невозможно не только без постоянного внедрения и освоения новых технологий, но и без постоянного совершенствования принципов и организации труда.

Должны разрабатываться карты трудовых процессов, где будут составлены индивидуальные графики работы рабочих на каждую смену с указанием времени выполнения каждой операции.

Следует учесть своевременную и бесперебойную поставку необходимых материалов, четкую и слаженную работу специалистов, обслуживающих технику, и рабочих, выполняющих вспомогательные операции, связанные с подготовкой к работе объекта в соответствии правилами безопасности и охраны труда.

При этом каждый из основных видов работ имеет свою специфику и нуждается в тщательной проработке, например, для опалубочных работ целесообразно применить качественную опалубку, обладающую простотой монтажа и удобную в обращении, соответствующую новейшим технологическим разработкам.

В странах – лидерах домостроения из монолитного железобетона основной скоростной технологии при производстве монолитных работ является применение самоподъемной опалубки [1].

Поскольку ключевым фактором, определяющим сроки возведения монолитных зданий, является выдерживание бетона, то стоит попробовать значительно сократить время выдерживания бетона в опалубке и повысить ее обрачиваемость за счет применения, например, принудительной интенсификации твердения бетона и ранней распалубки.

В монолитных конструкциях много времени тратится на бетонирование плит перекрытий, а также набор прочности уложенного в них бетона. Если минимальная конструктивная прочность стен и колонн может допускаться около 20 % проектной прочности бетона к моменту бетонирования вышележащего перекрытия, то при прочности бетона, уложенного в перекрытие, равного 40 %, при распалубке под перекрытием оставляют все поддерживающие ее телескопические стойки. При достижении бетоном прочности 50 % оставляют половину стоек, при 60 % – четвертую часть; стойки оставляют до набора бетоном прочности, равной 70–80 % проектной.

Для достижения значительных результатов в монолитном строительстве необходимо работать над регулированием технологических свойств смесей и повышения характеристик бетона. Одно из самых перспективных направлений в этом – применение химических добавок.

Появляются новые бетонные смеси, например самоуплотняющиеся. Они применяются во многих странах наряду с обычным вибрированным бетоном. Самоуплотняющиеся бетонные смеси (СУБ) начинают все шире использоваться для высотного строительства, где подача бетонной смеси насосом является основным способом вертикальной транспортировки. Преимущества СУБ определяются многими показателями, основные из них: хорошее уплотнение бетона в густоармированных конструкциях, повышение качества и долговечности бетона в готовой конструкции, меньшие трудозатраты как на стадии укладки смеси, так и при финишной обработке поверхностей, отсутствие необходимости в дорогом вибрационном оборудовании, более низкие требования к квалификации рабочей силы, ускорение темпов бетонных работ, снижение шума на стройплощадке, что важно при строительстве в городской среде, особенно в ночное время.

Современные бетоны должны обладать на стадии свежеприготовленной смеси высокой транспортабельностью и удобоукладываемостью, а в затвердевшем виде – быстрым набором прочности, способностью противостоять длительным статическим динамическим и ударным воздействиям, износостойкостью, низкой паро-, водо-, газопроницаемостью, пожаро- и морозостойкостью.

Однако самоуплотняющаяся бетонная смесь может иметь очень маленькие допуски по расходу воды, нарушение которых может привести к расслоению смеси при укладке, а также к повышенной проницаемости бетона в затвердевшем виде. Поэтому поставляемые готовые самоуплотняющиеся

бетонные смеси нуждаются в дополнительной проверке качественных характеристик на объекте.

Из-за более гладкой поверхности бетонирования при применении СУБ сцепление старого и нового бетона будет хуже, чем при применении обычного вибрированного бетона. Поэтому при перерывах в бетонировании при применении СУБ необходима предварительная подготовка поверхности бетона перед укладкой новых объемов бетона [8].

Не теряет актуальности и практической ценности поиск и применение новых, эффективных составов бетона, методов прогрева смеси, приводящих к повышению скорости набора прочности бетонных конструкций, что, в свою очередь, уменьшает общую продолжительность строительства объекта.

В статье [5] авторы предлагают технологию получения конструкций высокого качества и интенсификации работ по возведению монолитных конструкций зданий, для этого необходимо проводить прогрев бетона, уложенного в опалубку перекрытий, в любой период года. Ими получен патент на полезную модель устройства для тепловой обработки бетонной смеси в монолитных конструкциях [9].

Применение объемно-переставной опалубки позволяет существенно сократить срок оборота опалубки, доведя его до одних суток. При этом возведение конструкций выполняют в такой последовательности:

– в первой половине рабочего дня производят распалубливание конструкций, чистку и смазку опалубки, затем монтируют ее на новой захватке с установкой необходимой арматуры;

– во второй половине дня укладывают бетон в установленную опалубку;

– уложенный бетон на перекрытии укрывают светопрозрачными щитами;

– в образовавшихся ячейках (туннелях) устанавливают газовые горелки инфракрасного излучения; после их запуска входы закрывают брезентовыми пологам. Прогрев производят в ночное время в течение 8–12 ч. Обычный бетон после прогрева набирает прочность, равную 55–60 % R28. Более эффективно применять бетонные смеси, приготовленные на вяжущих низкой водопотребности, которые позволяют получать смеси высокой подвижности. Это сокращает время укладки бетонной смеси в опалубку и значительно улучшает качество поверхностей отформованных конструкций.

Таким образом, считается, что применение бетона на основе вяжущего низкой водопотребности и последующий уход за ним позволяет построить в течение одних суток несущие конструкции достаточного качества, как вертикальные, так и горизонтальные (перекрытия).

Скоростное монолитное домостроение обеспечивается высоким уровнем механизации, непрерывностью технологического процесса и большой производительностью. Однако существует проблема, связанная с оперативностью

управления процессом строительства, что впоследствии снижает качество продукции и услуг в целом, появляются отклонения, вызывающие увеличение технологических ожиданий, или приходится устранять эти отклонения путем выполнения трудоемких работ. Это негативно сказывается на интенсификации строительного производства [10].

Встречается большое количество нарушений и несоответствий, обнаруженных при строительстве зданий и сооружений из монолитного железобетона. Было установлено, что более 50 % случаев обрушения монолитных конструкций происходит по причине несоблюдения технологии проведения строительных работ. Качество технологического процесса обязано гарантировать надежность и безопасность производимой строительной продукции в виде конструкций и здания в целом.

Учитывая вышесказанное, отметим, что необходима отлаженная система производственного контроля качества выполняемых монолитных работ, позволяющая выявить и устранить причины нарушения технологии строительства, при этом желательно не обременять организацию излишней бюрократизацией и не затягивать строительный процесс.

Дальнейшее совершенствование технологии монолитного домостроения может развиваться в следующих направлениях:

а) организация строительства (использование научно-технических разработок в области планирования и управления строительным производством; развитие логистики для своевременного обеспечения ресурсами; разработка и внедрение оптимальной технологии комплексного ведения работ; разработка эффективной системы контроля рабочего процесса и мотивации работников);

б) технология опалубочных работ (уменьшение доли ручного труда, разработка и внедрение инновационных опалубок, сокращение трудоемкости и времени на монтаж-демонтаж опалубок);

в) технология арматурных работ (уменьшение доли ручного труда, разработка и внедрение приспособлений для автоматической вязки арматуры, инновационные технологии соединения арматурных прутков, натяжения арматуры);

г) технология бетонных работ (уменьшение доли ручного труда, применение безвибрационного бетона, внедрение инновационных технологий подачи и укладки бетонной смеси);

д) материал (создание высокопрочных конструкционных строительных материалов, вяжущих, различных бетонов специального назначения, химических добавок с учетом особенностей монолитного строительства, применение методов ускорения твердения бетона, термообработка бетона в конструкции, применение химических добавок – ускорителей твердения, современных технологий модификации монолитного бетона);

е) контроль качества (применение инновационных технологий монолитного домостроения вызывает необходимость совершенствования системы технологического контроля: входной контроль качества материалов, операционный и приемочный контроль качества работ и конструкций).

При принятии организационно-технологических решений в строительстве, а именно – решений о возможности и необходимости применения скоростного монолитного домостроения, нужно отталкиваться от следующих критериев: стоимость, трудоемкость, энергоемкость, сроки реализации проекта, удовлетворение потребителя. Для сравнения различных решений используется метод вариантного проектирования [11]. Стоит задача найти оптимальный по времени способ реализации строительного проекта и максимально эффективно использовать ресурсы. Конечным результатом всех предусмотренных решений должен оказаться ввод строительного объекта надлежащего качества в эксплуатацию в кратчайшие сроки. Такой подход позволит предприятию быть конкурентоспособным в условиях рынка.

Список литературы

1. Тускаева З.Р., Астахова М.И. Особенности и перспективы развития монолитного строительства // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований: сб. материалов XXX междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 21 марта 17 апреля 2017 г. / ООО «Центр развития научного сотрудничества». – Новосибирск, 2017. – С. 133–136.

2. Адамцевич А.О., Пустовгар А.П. Оптимизация организации производственных процессов монолитного строительства // Вестник МГСУ. – 2013. – № 10. – С. 242–248.

3. Щерба Д.В., Луняков М.А., Бахронов Р.Р. Результаты исследования эффективных технологий проектирования и строительства многоэтажных монолитных жилых зданий // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4–1. – С. 220–223.

4. Иванов В.Н., Гамоля С.Ю., Клыков М.С. Монолитное домостроение – существующее состояние и перспективы развития // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2017. – Т. 2. – С. 82–86.

5. Николенко Ю.В., Манаева М.М., Шашевская Н.А. О технологии бетонных работ в монолитном домостроении // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2014. – № 4. – С. 84–89.

6. Болотова А.С., Трескина Г.Е. Исследование технологических особенностей монолитного строительства на основе системного анализа // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 2. – С. 176–183.

7. Дементьев А.В., Брянцев С.Е., Будников П.М. Совершенствование технологии строительства монолитных железобетонных зданий в Кемерово // Вестник КузГТУ. – 2008. – № 2. – С. 131–134.

8. Волков Ю.С. Самоуплотняющиеся смеси – новое слово в технологии бетона // Технологии бетонов. – 2014. – № 10 (99). – С. 28–34.

9. Патент № 113287. Устройство для тепловой обработки бетонной смеси в монолитных конструкциях / Свинцов А.П., Свинцова Н.К., Николенко Ю.В., Гладченко Л.К. Заявка: 2011142414/03, 20.10.2011

10. Болотова А.С., Свиридов В.Н., Кирюхин С.А. Управление качеством в строительстве на основе моделирования деятельности руководства // Состояние и перспективы развития современной науки: социально-экономические, естественнонаучные исследования: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 28–29 апреля 2016 г. – Пенза, 2016. – С. 87–90.

11. Костюченко В.В. Организационно-технологические системы в монолитном домостроении // ИВД. – 2013. – № 4 (27). – С. 206.

Получено 17.01.2018

Бессонов Александр Сергеевич – магистрант, строительный факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail.: bessonov.rich@ya.ru.

Научный руководитель – **Вахрушев Сергей Иванович**, кандидат технических наук, доцент кафедры СПГ, строительный факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail.: spstf@pstu.ru.