

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.059.22

*БОЛОТОВА АЛИНА СЕРГЕЕВНА, аспирант,
bolotova63@mail.ru
ТРЕСКИНА ГАЛИНА ЕВГЕНЬЕВНА, канд. техн. наук, доцент,
treskina_g@mail.ru
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Проведены исследования в сфере улучшения качества монолитного строительства с применением методов системного анализа. Показано влияние производственного контроля на качественные характеристики монолитных конструкций, обозначены коренные причины возникновения дефектов зданий и сооружений на каждом этапе монолитных работ. Выявлена и обоснована необходимость разработки рекомендаций и проведения экспериментальных исследований по совершенствованию технологических операций монолитного железобетонного строительства, в том числе с применением методов неразрушающего контроля прочности монолитных конструкций.

Ключевые слова: качество; монолитное строительство; безопасность; строительный контроль; несоответствия; дефекты.

*ALINA S. BOLOTOVA, Research Assistant,
bolotova63@mail.ru
GALINA E. TRESKINA, PhD, A/Professor,
treskina_g@mail.ru
National Research Moscow State University Of Civil Engineering
26, Yaroslavskoe Road, 129337, Moscow, Russia*

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MONOLITHIC CONSTRUCTION BASED ON SYSTEMS ANALYSIS

The paper presents research in the quality improvement of the monolithic construction using of the systems analysis. The influence of the production control on the quality characteristics of monolithic structures and the defect origins in buildings at each stage of monolithic works are

identified in this paper. The need for the developing recommendations and conducting experimental research is proved for the improvement of working operations, including the non-destructive testing of monolithic structures.

Keywords: quality; monolithic construction; safety; building control; inconsistencies; defects.

В настоящее время многие ученые занимаются исследованием сферы улучшения технологии и организации монолитного домостроения с целью повышения ее качества и надежности. Анализ научных работ в этой области, а также статистические данные, опубликованные нами ранее, свидетельствуют о большом количестве нарушений и несоответствий, обнаруженных при строительстве зданий и сооружений из монолитного железобетона [1–3]. Было установлено, что более 50 % случаев обрушения монолитных конструкций происходит по причине несоблюдения технологии проведения строительно-монтажных работ. Качество технологического процесса [4, 11] обязано гарантировать надежность и безопасность производимой строительной продукции в виде конструкций и здания в целом. Поэтому огромное значение в устранении причин нарушения технологии строительства имеет своевременная и отлаженная система производственного контроля качества выполняемых работ.

Цель настоящего научного исследования: с использованием системного анализа сгруппировать и систематизировать основные технологические особенности монолитного строительства, особо влияющие на его безопасность и качество, а также выявить наиболее важные и нерешенные на сегодняшний день проблемы, влияющие на безопасность зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Согласно принципам реализации системного подхода для достижения поставленной цели, авторами были решены следующие задачи:

- рассмотрены основные особенности ведения работ при монолитном строительстве, выделены наиболее важные из них;
- собраны данные о несоответствиях и нарушениях, выявленных в результате научно-практической деятельности НИиИЦ «МГСУ СТРОЙ-ТЕСТ» по мониторингу качества на строительных объектах за период с 2012 по 2014 гг.;
- проведены статистическая обработка и системный анализ данных предписаний и несоответствий в монолитном строительстве на примере представительного числа строительных организаций;
- классифицированы основные виды повреждений и дефектов в монолитных железобетонных конструкциях;
- выявлены коренные причины возникновения дефектов зданий и сооружений на каждом этапе монолитных работ.

Для начала рассмотрим основные особенности возведения конструкций с использованием монолитных технологий:

- Здания и конструкции из монолитного железобетона имеют самые различные и оригинальные архитектурные объемно-планировочные решения. Благодаря монолитной технологии возможно строительство общественных и жилых зданий любой формы, различающихся геометрическими параметрами, конфигурацией и армированием.

– Весь производственный цикл монолитных работ осуществляется непосредственно на открытой стройплощадке, что характеризует тяжелые условия труда работающих. Высокая степень ручного труда вследствие минимального уровня механизации и автоматизации технологических процессов повышает уровень воздействия человеческого фактора на качество продукции.

– Процесс возведения монолитного здания или сооружения состоит из нескольких основных технологических этапов: приготовление и доставка бетонной смеси, подготовка опалубки, установка арматурных и других закладных изделий и элементов, укладка бетонной смеси в конструкцию, выдерживание бетона в опалубке, уход за бетоном, распалубка и др.

– Круглогодичное возведение зданий из монолитного железобетона, в том числе возможность выполнять строительные работы в условиях отрицательных температур. В зимнее время строительство монолитных конструкций должно в обязательном порядке предусматривать технологические решения по обеспечению оптимального температурного режима твердения и набора прочности бетоном.

– Система внутривозвращенного контроля качества монолитных работ, включающая входной контроль рабочей и организационно-технологической документации, входной контроль качества материалов (в первую очередь, бетонных смесей), операционный и приемочный контроль качества работ и конструкций.

Наиболее важную роль в монолитном строительстве играет надежный своевременный контроль качества работ. К сожалению, практика строительства такова, что сложившаяся система производственного контроля качества выполняемых работ не гарантирует требуемого уровня качества. Зачастую при ведении монолитных работ имеется вероятность того, что бетонные смеси доставляются с различных заводов, при их изготовлении используются разные цементы, заполнители и химические добавки. Это в определенной степени усложняет контроль за качеством поступающих бетонных смесей. Отсутствие четко отлаженной системы постоянного контроля выполняемых работ является проблемой многих строительных объектов [1, 5, 6, 9].

Рассмотрим несколько примеров, позволяющих повысить эффективность и качество выполнения технологических операций в монолитном строительстве:

– внедрение инноваций и совершенствование технологий опалубочных, арматурных и бетонных работ;

– создание высокопрочных конструкционных строительных материалов, бетонов специального назначения с учетом особенностей монолитного строительства;

– уменьшение доли ручного труда, в частности, при производстве арматурных и бетонных работ;

– применение методов ускорения твердения бетона (термообработка бетона в конструкции, применение химических добавок-ускорителей твердения, современных технологий модификации монолитного бетона, технология синергобетонирования, активация цемента и воды затворения и др.) [8, 10];

– совершенствование системы технологического контроля качества монолитного строительства (входной контроль качества материалов, операционный и приемочный контроль качества работ и конструкций).

Подробнее остановимся на изучении системы строительного контроля качества на всех этапах монолитного домостроения. Для систематизации контролируемых качественных показателей построена древовидная диаграмма (дерево решений), позволяющая рассмотреть строительный контроль за счет детализации его элементов на различных уровнях (рис. 1). Кроме того, применение статистических методов дает возможность определить и упорядочить все потенциальные причины рассматриваемой проблемы.

Таким образом, конечным результатом всех выполненных работ должен оказаться ввод строительного объекта в эксплуатацию в установленные сроки и с необходимым уровнем качества, в соответствии с проектной документацией, обеспечивая надежность и безопасность зданий и сооружений [4, 7]. Однако практика показывает, что на каждом производственном этапе возникают ошибки и нарушения. Свидетельством тому являются зарегистрированные данные о нарушениях и предписаниях, оформленных по результатам научно-практической деятельности НИиИЦ «МГСУ СТРОЙ-ТЕСТ» по мониторингу качества на строительных объектах. Данный материал был систематизирован по характеру нарушений:

- нарушения при осуществлении подготовительных работ;
- нарушения при осуществлении земляных работ;
- нарушения при осуществлении свайных работ;
- нарушения при выполнении опалубочных работ;
- нарушения при выполнении арматурных работ;
- нарушения при выполнении бетонных работ.

Зарегистрированные предписания и несоответствия в монолитном строительстве статистически обработаны и оформлены в виде круговой диаграммы (рис. 2).

Как видно из рис. 2, около 56 % всех нарушений приходится на этапы бетонирования и армирования. Наибольшее количество несоответствий, выявленных строительным контролем, обнаружено на этапе бетонирования, в том числе при выполнении бетонных работ в зимний период. Таким образом, устранение причин повреждений и дефектов, вызванных в процессе выполнения бетонных и арматурных работ, позволит в целом улучшить качество строительства из монолитного железобетона.

Однако для выявления коренных причин возникновения дефектов зданий и сооружений необходимо определить степень нанесенного вреда для монолитной конструкции. Поэтому следующей задачей является классификация основных видов дефектов и повреждений в монолитных железобетонных конструкциях по степени важности [12].

Для этого подробно были изучены дефекты и повреждения, зарегистрированные при наиболее критических технологических этапах выполнения работ. Далее собранные данные по дефектам в монолитных конструкциях предложено классифицировать по характеру влияния на несущую способность на три основные группы (рис. 3).

бетонной смеси, так и в готовой монолитной конструкции. Часто особо опасные дефекты, влияющие на несущую способность конструкции, связаны с необеспечением заданного набора прочности бетона при уходе за ним, в том числе обогреве в зимнее время.



Рис. 2. Диаграмма распределения нарушений, выявленных при строительном контроле представительного числа строительных организаций



Рис. 3. Классификация основных видов дефектов в монолитном строительстве по степени важности

Необходимой долей обеспечения требуемого качества строительства является его научно-техническое сопровождение, которое также включает эффективный контроль качества изготовления конструкций с использованием современного инструментального оборудования и опыта проведенных испытаний [1–3, 6, 11, 12].

В настоящее время используется большое количество методов разрушающего и неразрушающего контроля прочности бетона. Несмотря на это, проведенный анализ методов контроля качественных показателей монолитных железобетонных конструкций свидетельствует о следующей сложившейся ситуации: на сегодняшний день не существует еще универсальной методики определения характеристик бетона, которая была бы достаточно информативной, точной и одновременно простой и удобной для применения в условиях открытой строительной площадки. Исследования и анализ лабораторного сопровождения строительных объектов свидетельствует о том, что получить достоверные результаты в ходе контроля качества можно только путем использования нескольких методик одновременно. Кроме того, остается актуальным вопрос выбора методики испытаний бетона в зимнее время [10]. Даже учитывая большое количество научно-исследовательских работ, посвященных данному вопросу, он требует дальнейшей проработки.

Необходимо произвести исследования в области применения различных методов неразрушающего контроля прочности бетонов, разработать рекомендации и провести эксперимент по совершенствованию технологических операций, в том числе методов неразрушающего контроля прочности монолитных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьева, В.Ф.* Проблемы монолитного строительства и пути их решения / В.Ф. Афанасьева, В.Ф. Коровяков // Проблемы монолитного строительства и пути их решения : сб. докл. науч.-практической конференции / ГУП «НИИМосстрой». – М., 2014. – С. 5–15.
2. *Трескина, Г.Е.* Анализ и систематизация аварий и несоответствий при монолитном строительстве // Г.Е. Трескина, А.С. Болотова // Научное обозрение. – 2014. – № 9 (2).
3. *Добшиц, Л.М.* О методиках определения прочности бетона конструкций / Л.М. Добшиц, А.Л. Клибанов // Эффективность применения монолитного и сборного железобетона в дорожном строительстве : научно-практическая конференция / ОАО «НИИМосстрой». – 2015. – С. 63–73.
4. *Безопасность строительства* и осуществление строительного контроля / В.В. Котельников, Н.П. Четверик, Р.А. Андриевский, А.А. Ананьев. – М. : ОАО «Научно-технический центр “Промышленная безопасность”», 2012. – 256 с.
5. *Трескина, Г.Е.* Стратегия успеха в строительстве – система менеджмента качества по ИСО серии 9000 / Г.Е. Трескина, В.Н. Свиридов // Обследование, испытание, мониторинг и расчет строительных конструкций зданий и сооружений : сб. научных трудов / Московский государственный строительный университет ; под ред. Ю.С. Кунина, Н.Н. Топчого. – М. : Изд-во АСВ, 2010. – С. 132–141.
6. *Болотова, А.С.* Технологическая безопасность и управление качеством монолитного строительства / А.С. Болотова // Строительство – формирование среды жизнедеятельности : сб. докл. XVII Межд. научно-практической конференции. – М. : МГСУ, 2014. – С. 501–504.
7. *Акимова, Э.П.* Проблемы обеспечения качества при монолитном строительстве / Э.П. Акимова, В.С. Изотов // Известия КГАСУ. – 2005. – № 2 (4).
8. *Физдель, И.А.* Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях / И.А. Физдель. – М. : Стройиздат, 1969.
9. *Трескина, Г.Е.* Целесообразность внедрения и сертификации систем менеджмента качества на предприятиях стройиндустрии / Г.Е. Трескина, В.Н. Свиридов // Технологии бетонов. – 2005. – № 2. – С. 57–59.
10. *Болотова, А.С.* Анализ результатов контроля качества монолитного строительства на примере транспортных объектов / А.С., Болотова, С.А. Кирюхин, Д.А. Олесов // Акту-

альные проблемы технических наук : сб. статей Межд. научно-практической конференции. – Уфа : АЭТЕРНА, 2015. – С. 30–34.

11. *Ермаков, А.С.* Методы решений специальных задач с использованием информационных технологий / А.С. Ермаков. – М. : МГСУ, 2014.
12. *Гульванесян, Х.* Руководство для проектировщиков к Еврокоду EN 1990: Основы проектирования сооружений : пер. с англ. / Х. Гульванесян, Ж.-А. Калгаро, М. Голицки. – 2-е изд. – М. : МГСУ, 2012. – 264 с.

REFERENCES

1. *Afanas'eva V.F., Korovyakov V.F.* Problemy monolitnogo stroitel'stva i puti ikh resheniya [The problems of monolithic construction and their solutions]. *Coll. Papers Sci. Conf.* Moscow : NIIMosstroj Publ., 2014. Pp. 5–15. (rus)
2. *Treskina G.E., Bolotova A.S.* Analiz i sistematizatsiya avarii i nesootvetstviy pri monolitnom stroitel'stve [Analysis and systematization of accidents and inconsistencies in monolithic construction]. *Science Review*, 2014. No. 9. (rus)
3. *Dobshits L.M., Klibanov A.L.* O metodikakh opredeleniya prochnosti betona konstruktssii [Methods of strength determination of concrete structures]. *Proc. Sci. Conf.* Moscow : NIIMosstroj Publ., 2015. Pp. 63–73. (rus)
4. *Kotel'nikov V.V., Chetverik N.P., Andrievskii R.A., Anan'ev A.A.* Bezopasnost' stroitel'stva i osushchestvlenie stroitel'nogo kontrolya [Construction safety and construction monitoring]. Moscow : OAO Nauchno-tehnicheskii tsentr Promyshlennaya bezopasnost' Publ., 2012. 256 p. (rus)
5. *Treskina G.E., Sviridov V.N.* Strategiya uspekha v stroitel'stve – sistema menedzhmenta kachestva po ISO serii 9000 [Success strategy in construction as a quality management system ISO 9000]. *Coll. Papers. MGSU. Eds. Yu.S. Kunin, N.N. Topchego.* Moscow : ASV Publ., 2010. Pp. 132–141. (rus)
6. *Bolotova A.S.* Tekhnologicheskaya bezopasnost' i upravlenie kachestvom monolitnogo stroitel'stva / Stroitel'stvo – formirovanie sredey zhiznedeyatel'nosti: sb. dokl. XVII mezhd. nauch. – prakticheskoy konferentsii [Process safety and quality control of monolithic construction]. *Proc. 7th Int. Sci. Conf. 'Construction as Formation of Living Environment'*. Moscow : MGSU Publ., 2014. Pp. 501–504. (rus)
7. *Akimova E.P., Izotov V.S.* Problemy obespecheniya kachestva pri monolitnom stroitel'stve [The problems of quality assurance in concrete construction]. *News of the KSUAE*. 2005. No. 2. (rus)
8. *Fizdel' I.A.* Defekty i metody ikh ustraneniya v konstruktssiyakh i sooruzheniyakh [Defects and remedies in buildings and structures]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1969. (rus)
9. *Treskina G.E., Sviridov V.N.* Tselesoobraznost' vnedreniya i sertifikatsii sistem menedzhmenta kachestva na predpriyatiyakh stroiindustrii [Feasibility of implementation and certification of quality management systems in construction industry enterprises]. *Tekhnologii betonov*. 2005. No. 2. Pp. 57–59. (rus)
10. *Bolotova A.S., Kiryukhin S.A., Olesov D.A.* Analiz rezul'tatov kontrolya kachestva monolitnogo stroitel'stva na primere transportnykh ob"ektov / Aktual'nye problemy tekhnicheskikh nauk [Analysis of the quality control of monolithic building on the example of transport facilities]. *Proc. Int. Sci. Conf. 'Actual Problems of Technical Sciences'*. Ufa : AETERNA Publ., 2015. Pp. 30–34. (rus)
11. *Ermakov A.S.* Metody reshenii spetsial'nykh zadach s ispol'zovaniem informatsionnykh tekhnologii [Problem solutions using information technologies]. Moscow : MGSU Publ., 2014. (rus)
12. *Gul'vanesyan Kh., Kaltaro Zh.-A., Golitski M.* Rukovodstvo dlya proektirovshchikov k Evrokodu EN 1990: Osnovy proektirovaniya sooruzheniy [Guidelines for designers to Eurocode EN 1990]. Moscow : MGSU Publ., 2012. 264 p. (transl. from Engl.)