

УДК 693.54

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА МОНОЛИТНЫХ РАБОТ НА КАЧЕСТВО БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Грязнов Александр Сергеевич, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: sach99_1608@mail.ru

Научный руководитель: **Гаврилов Александр Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: pialex@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальное направление повышения качества и долговечности монолитных железобетонных конструкций. Целью исследований явилось определение влияния технологических факторов производства монолитных железобетонных работ на качество бетонных конструкций. В настоящей работе влияние технологических факторов рассматривалось на примере практического опыта объекта монолитного строительства. Авторами статьи была проанализирована рабочая документация строительства объекта. Определена зависимость прочностных свойств бетона от технологических факторов производства опалубочных и бетонных работ. Приведены сравнительные значения прочностных характеристик конструкций, измеренные в лабораторных условиях и в условиях строительной площадки методом неразрушающего контроля качества. Выявлено снижение прочностных характеристик бетонной конструкции в результате неравномерной укладки бетонной смеси и перемещений опалубки, превышающих допустимые. Дальнейшие исследования планируется направить на изучение практического влияния технологических факторов производства арматурных работ на долговечность монолитной железобетонной конструкции.

Ключевые слова: монолитное строительство, технологические факторы, качество строительных конструкций, технологические процессы, бетонирование конструкций, перемещения опалубки, прочность бетона.

Для цитирования: Грязнов А. С. Влияние технологических факторов производства монолитных работ на качество бетонных конструкций // Шаг в науку. – 2023. – № 1. – С. 26–30.

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS IN THE PRODUCTION OF MONOLITHIC WORKS ON THE QUALITY OF CONCRETE STRUCTURES

Gryaznov Alexander Sergeevich, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: sach99_1608@mail.ru

Research advisor: **Gavrilov Alexander Alexandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Production Technology, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: pialex@bk.ru

Abstract. The article discusses the current direction of improving the quality and durability of monolithic reinforced concrete structures. The purpose of the research was to determine the influence of technological factors in the production of monolithic reinforced concrete works on the quality of concrete structures. In this paper, the influence of technological factors was considered on the example of the practical experience of a monolithic construction object. The authors of the article analyzed the working documentation for the construction of the facility. The dependence of the strength properties of concrete on the technological factors of the production of formwork and concrete works is determined. Comparative values of the strength characteristics of structures, measured in laboratory conditions and in conditions of a construction site by the method of non-destructive quality control, are given. A decrease in the strength characteristics of the concrete structure was revealed as a result of uneven laying of the concrete mix and movement of the formwork that exceeded the allowable limits. Further research is planned to be directed to the study of the practical impact of technological factors in the production of reinforcing work on the durability of a monolithic reinforced concrete structure.



Key words: *monolithic construction, technological factors, quality of building structures, technological processes, concreting of structures, formwork movements, concrete strength.*

Cite as: Gryaznov, A. S. (2023) [Influence of technological factors in the production of monolithic works on the quality of concrete structures]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 1, pp. 26–30.

В настоящее время монолитное строительство довольно широко распространено как в России, так и в других странах. Данному обстоятельству способствует ряд преимуществ по сравнению с другими способами возведения объектов [5]: повышенный срок службы зданий (до 150 лет), от-

сутствие стыков конструкций, высокие жесткость и прочность конструкций, вариативность объемно-планировочных решений. Доля монолитного строительства от общего объема строительной продукции в различных странах представлена на рисунке 1 [6].

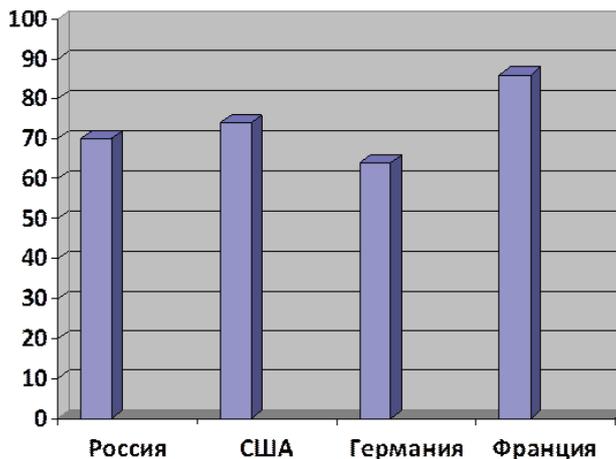


Рисунок 1. Доля монолитного строительства в различных странах

Источник: разработано автором на основе [6]

На качество возводимых строительных конструкций из монолитного железобетона влияет ряд факторов: технологические, организационные, технические, климатические, социальные и др. [4]. Немаловажную роль играют технологические факторы, т. е. снижение качества монолитных конструкций вследствие нарушения технологии производства отдельных технологических операций, изменение запланированной последовательности выполнения работ, устранение брака, возникновение дополнительных работ [7].

В связи с этим очень важно оценить практическую значимость влияния технологических факторов на качество и, соответственно, долговечность монолитных железобетонных конструкций.

Остановимся подробнее на технологических процессах, из которых состоит процесс возведения типового этажа монолитного здания каркасного типа [3]:

1. Установка арматурных изделий стен и колонн;
2. Монтаж опалубки стен и колонн;
3. Бетонирование стен и колонн;
4. Контроль набора прочности бетона и в последующем демонтаж опалубки стен;
5. Монтаж опалубки перекрытия и установка

арматурных изделий;

6. Бетонирование перекрытия;
7. Контроль набора прочности бетона и разборка опалубки перекрытия.

Наибольшая трудоемкость работ приходится на опалубочные работы (рисунок 2) [2]:

С целью оценки влияния технологических факторов на качество монолитных конструкций был изучен практический опыт строительства здания Дворца спорта в г. Волгограде. Схема бетонирования типового этажа Дворца спорта представлена на рисунке 3. Этаж разбит на две захватки, на каждой из которых работает комплексная бригада в 2 смены.

Изучалась рабочая документация и журналы производства работ на объекте. По результатам изучения документации проанализированы поведение опалубки и ее перемещения в процессе бетонирования конструкций. Также были проанализированы параметры бетонирования конструкций и произведена оценка прочности бетона. Для этого проводились сравнительные испытания образцов-кубов, испытанных в лабораторных условиях разрушающим методом, и испытания монолитных конструкций ультразвуковым методом неразрушающего контроля.

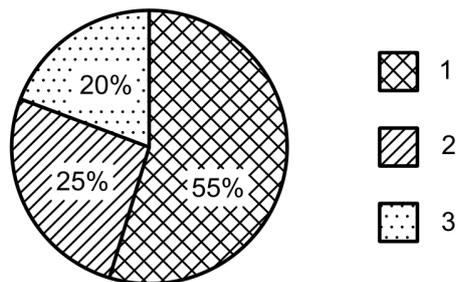


Рисунок 2. Распределение трудоемкости выполнения технологических процессов монолитных работ: 1 – опалубочные работы (55%); 2 – бетонирование (25%); 3 – арматурные работы (20%)

Источник: разработано автором на основе [2]

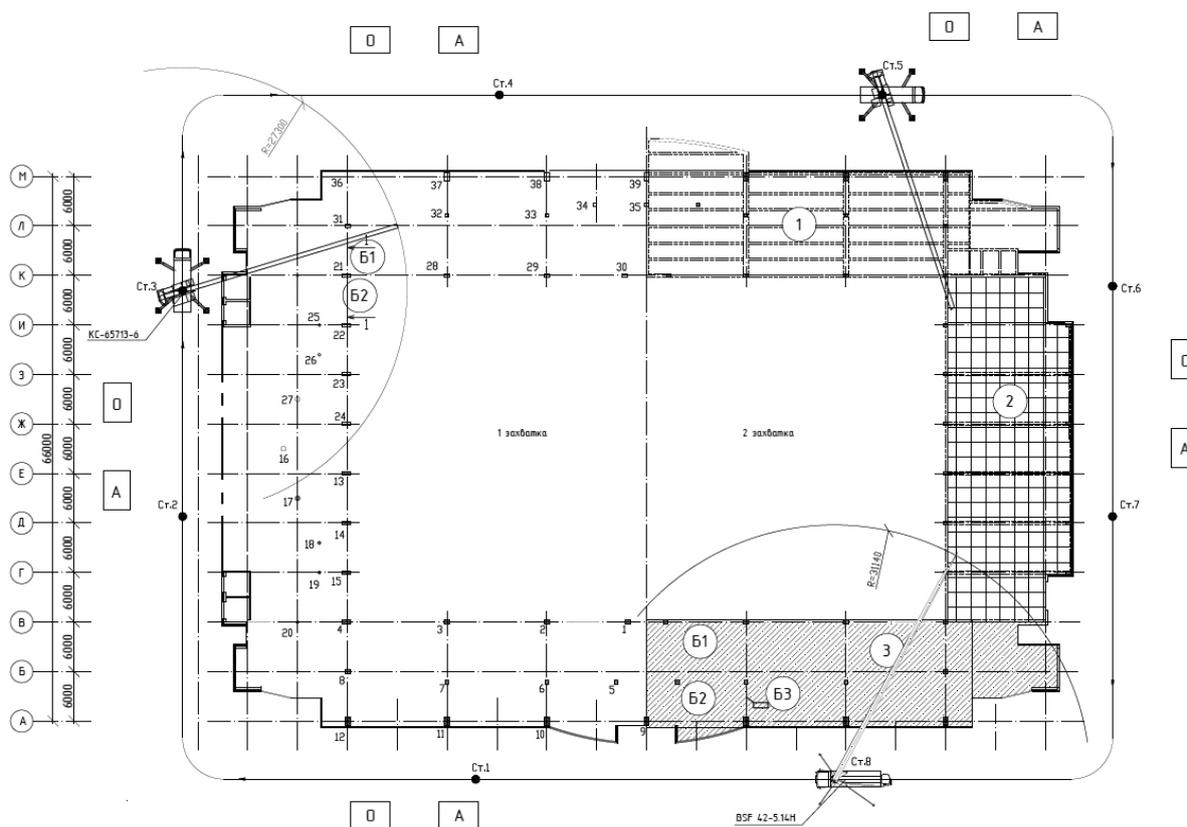


Рисунок 3. Схема бетонирования этажа здания Дворца спорта

Источник: разработано автором

Для монолитных конструкций проектом был задан класс бетона В 22,5. Бетонная смесь изготавливалась на местном бетонном заводе и транспортировалась автобетоносмесителями. Плотность укладываемой смеси составляла 2300 кг/м³, подвижность 12–14 см. Укладка бетонной смеси производилась автобетононасосом марки BSF 42-5.14H.

Произведена оценка давления бетонной смеси

на конструкцию опалубки, зависимость которой от времени бетонирования представлена на графике (рисунок 4).

В результате силового воздействия на опалубку при выгрузке бетонной смеси и бетонировании были зарегистрированы деформации опалубочных систем. Значения деформаций замерялись в течение времени бетонирования и измерялись прогибомерами (рисунок 5).

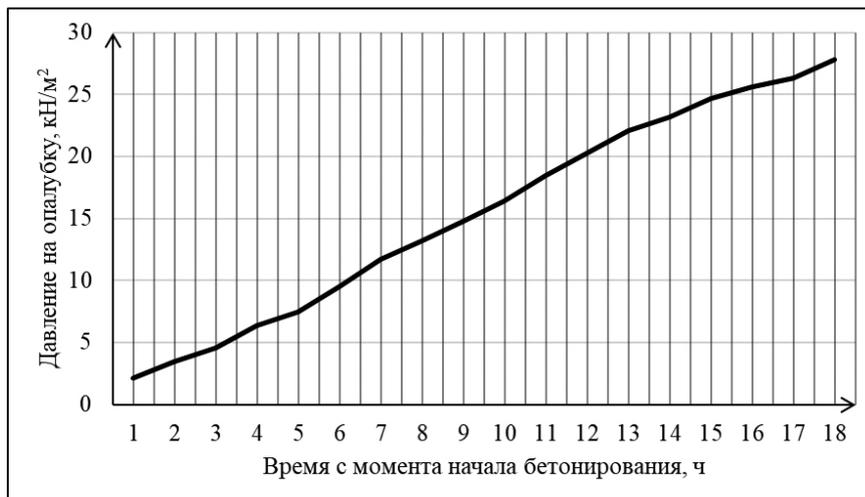


Рисунок 4. Давление бетонной смеси на опалубку в течение времени бетонирования
 Источник: разработано автором

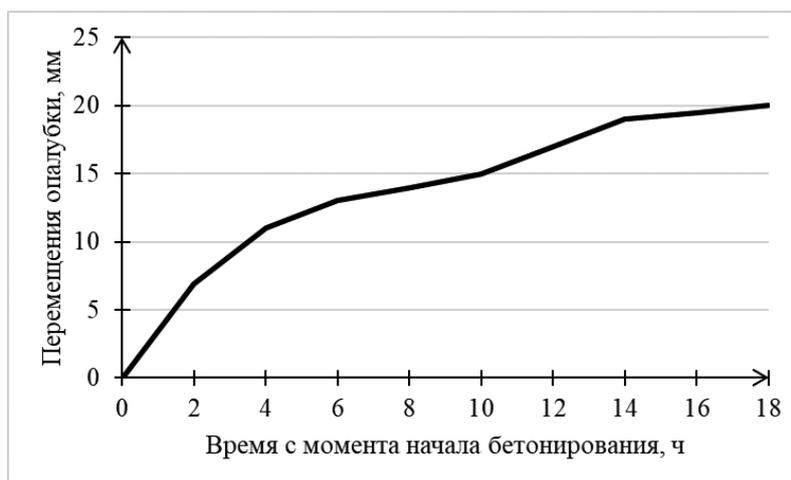


Рисунок 5. График перемещения опалубки в течение времени бетонирования
 Источник: разработано автором

Анализируя график, можно сделать вывод о том, что технологические факторы укладки бетонной смеси повлияли на перемещения опалубки. Зафиксировано неравномерное распределение давления бетонной смеси в процессе бетонирования. Эти факторы повлияли в дальнейшем на значения прочности конструкции, а, следовательно, и ее долговечности.

Оценка прочности образцов бетона в лабораторных условиях проводилась в возрасте 7, 14, 28 суток твердения, при этом условия твердения образцов соответствовали условиям твердения конструкции. Параллельно прочность бетона оценивалась неразрушающим методом контроля – ультразвуковым. Результаты испытаний образцов-кубов и монолитных железобетонных конструкций представлены в таблице 1.

Согласно результатам испытаний прочности

бетона, прочность монолитной конструкции, измеренная ультразвуковым методом, ниже на 25,7% таковой у образцов-кубов, испытанных в лабораторных условиях. Данное обстоятельство указывает на то, что лабораторные испытания не отражают реальную кинетику набора прочности бетона в конструкции. Поэтому для оценки контроля качества затвердевшего бетона необходимы сравнительные испытания методами неразрушающего контроля.

Также на снижение прочности бетона повлияли технологические факторы при укладке бетонной смеси. Для обеспечения качества укладки и твердения бетона необходима равномерная подача бетонной смеси в конструкцию, что возможно отрегулировать за счет своевременной доставки бетонной смеси на строительную площадку, послыного бетонирования и т. д. [1].

Таблица 1. Результаты оценки прочности бетона

№ участка	Возраст твердения, сут.	Прочность бетона, МПа		Средняя прочность, МПа	
		образца в серии	в участке конструкции	образцов-кубов	бетона конструкции
1	7	29,3	21,8	29,7	22,2
2		30,1	22,5		
3		29,7	22,3		
1	14	31,4	24,0	31,9	24,2
2		32,3	24,5		
3		32,0	24,1		
1	28	35,6	28,2	35,8	28,5
2		35,9	28,8		
3		35,9	28,5		

Источник: разработано автором

Согласно представленному анализу опыта строительства монолитного объекта установлена взаимосвязь технологических факторов производства опалубочных и бетонных работ и их влияние на качество и долговечность конструкции. В дальнейшем планируется также проанализировать влияние технологических факторов при производстве арма-

турных работ на качество монолитной железобетонной конструкции.

Таким образом, основной задачей научных исследований в области монолитного строительства является совершенствование контроля качества отдельных технологических операций.

Литература

1. Акимова Э. П. Проблемы обеспечения качества при монолитном строительстве // Известия КГА-СУ. – 2005. – № 2(4). – С. 25–27.
2. Болотова А. С. Формирование модели базы данных для повышения организационно-технологической надежности монолитного строительства // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. Вып. 9. – С. 1061–1069.
3. Галумян А. В. Организационно-технологическая модель скоростного строительства жилых зданий из монолитного железобетона: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08. – М., 2004. – 205 с.
4. Гинзбург А. В. Влияние мероприятий по повышению организационно-технологической надежности на функционирование строительной организации и планирование строительства // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 3. – С. 94–96.
5. Крылов Б. А. Монолитное строительство, его состояние и перспективы совершенствования // Строительные материалы, технологии и оборудование XXI века, 2012. – № 4. – С. 35–38.
6. Романович М. А. Повышение организационно-технологической надежности монолитного домостроения на основе моделирования параметров календарного плана: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08. – Санкт-Петербург, 2015. – 194 с.
7. Семченкова А. В. К вопросу о необходимости оценки надежности строительного производства // Вестник УГТУ-УПИ. – 2008. – № 5. – С. 10–17.

Статья поступила в редакцию: 17.10.2022; принята в печать: 03.03.2023.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.