

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОЛОНН)

*Н.А. Шувалов, А.Х. Байбури*

**Исследованы отклонения основных технологических параметров зимнего бетонирования (на примере монолитных колонн). Установлена возможность прогнозирования качества конструкций с учетом отклонений технологических параметров.**

*Ключевые слова: технологические параметры, зимнее бетонирование, контроль качества.*

Установлено [1, 2], что в результате применения некачественных материалов и нарушении технологии бетонных работ в зимний период часто наблюдаются отклонения контролируемых параметров от требований норм и проекта. При соблюдении правильной технологии, требований проектной и нормативной документации, а также выполнении контроля качества в полном объеме на всех этапах работ возможно обеспечить требуемые эксплуатационные характеристики монолитных конструкций, повысить точность их изготовления и качество бетонных поверхностей.

Исследование качества бетонных работ выполнялось на строительстве 10-этажного монолитно-каркасного жилого дома, расположенного в микрорайоне № 5 Тракторозаводского района города Челябинска. В качестве исследуемых конструкций были приняты конструкции монолитных колонн. Работы по устройству колонн были разбиты на захватки, по шесть колонн в каждой. В исследование попали 48 конструкций, которые выполнялись в восемь этапов.

Выбор определяющих факторов, оказывающих влияние на качество строительства, был заимствован из работы [3]. В данной работе 63 эксперта с высшим образованием на руководящих должностях в сфере строительства на первом этапе определили ключевые факторы, оказывающие влияние на качество строительства. Затем провели ранжирование факторов с выделением наиболее существенных.

С учетом этого на этапе производства была принята система контроля с определенным перечнем контролируемых параметров, таких как:

- качество бетонной смеси, в том числе соответствие температурных показателей бетона на этапе входного контроля;
- подготовленность бригады к производству работ, наличие всех необходимых инструментов и механизмов, необходимых для устройства конструкции;
- качество выполнения электропрогрева, предварительный контроль и дальнейший контроль температурного режима;

- соблюдение технологии при укладке бетонной смеси, в том числе вибрационное уплотнение;
- защита свежесуложенного бетона от внешнего температурного воздействия, от быстрой потери влаги и от природных осадков.

Результаты исследования технологических процессов бетонных работ по показателю соответствия нормам и проекту [4] приведены в табл. 1.

Как видим, наименьшие значения показателя соответствия наблюдаются по параметрам подготовки к бетонированию и режимам электропрогрева. Для исправления ситуации необходимо повысить уровень квалификации и технической оснащенности бригад бетонщиков, обеспечить их подробными ППР, а также усилить контроль за технологической дисциплиной.

Кроме контроля по показателю соответствия был использован статистический контроль качества. Основные результаты статистического контроля качества устройства монолитных колонн приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что наименьшие значения показателей качества наблюдаются для параметров толщины защитного слоя бетона, отклонений размеров поперечного сечения и разности отметок смежных поверхностей. Причиной указанных отклонений являются недостатки технологии бетонных работ и несовершенства опалубки.

Итоговые показатели качества, объединенные по виду и группам, приведены в табл. 3.

Таким образом, средний уровень бездефектности  $P$  по показателям материала равен 0,93, геометрии – 0,67, по показателям потребительского качества – 0,84. Достигнутые значения  $P$  говорят о нормальном соответствии качества нормам и проекту по показателям материала и неудовлетворительном соответствии по показателям геометрии.

Если проанализировать зависимость между уровнем бездефектности для каждого этапа и коэффициентами соответствия параметров бетонных работ, то становится очевидным их прямо пропорциональная взаимосвязь. При определении коэффициента корреляции зависимости существует определенная доля погрешности, которую можно уменьшить путем увеличением объемов выборки.

Таблица 1

## Коэффициенты соответствия параметров бетонных работ

Контролируемые параметры	Значения показателей по этапам возведения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Качество бетонной смеси	0,80	0,80	0,95	0,90	0,90	0,92	0,75	0,80
Подготовка к бетонированию	0,90	0,80	0,40	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80
Режимы электропрогрева	0,75	0,80	0,85	0,70	0,80	0,75	0,70	0,90
Укладка бетонной смеси	0,80	0,85	0,70	0,95	0,90	0,65	0,80	0,85
Защита свежесуложенного бетона	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
Выдерживание бетона в зимних условиях	0,80	0,60	0,70	0,60	0,80	0,80	0,75	0,80
Контроль за соблюдением температурного режима	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	0,80	0,90	1,00
Качество арматуры	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00
Установка арматуры	0,80	0,80	0,75	0,95	0,85	0,80	0,90	0,90
Качество опалубки	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,85
Установка опалубки	0,90	0,90	0,85	0,90	0,90	0,85	0,90	0,85
Демонтаж опалубки	0,85	0,90	0,90	0,95	0,95	0,80	0,80	0,90
Среднее по этапу	0,879	0,858	0,788	0,888	0,892	0,831	0,850	0,871

Таблица 2

## Результаты статистического контроля качества устройства колонн

Контролируемые параметры	$\delta X_n$	$n$	$X$	$S_x$	$K_c$	$P$	$K_t$	$C_d$
Прочность бетона конструкции, МПа	0	42	10,4	3,98	0,96	0,93	1,13	15
Шаг арматурных стержней, мм	$\pm 10$	42	-0,30	8,89	0,83	0,74	0,68	21
Толщина защитного слоя бетона, мм	$\pm 8$	42	0,21	7,97	0,54	0,49	0,42	48
Отклонение размеров поперечного сечения, мм	+6 -3	42	3,85	6,15	0,67	0,50	0,44	9
Вертикальность колонн, мм	15	42	-0,22	9,62	0,88	0,88	0,94	12
Отклонение опалубки от осей, мм	$\pm 7$	168	-3,30	4,38	0,92	0,89	0,97	12
Неровности поверхности, мм	5	168	3,20	1,95	0,91	0,84	0,80	7
Разность отметок смежных поверхностей, мм	3	168	1,40	0,65	0,47	0,32	0,00	8

Примечание. Обозначения в табл. 2:  $\delta X_n$  – нормативное отклонение;  $n$  – объем выборки;  $X$  – среднее значение отклонения;  $S_x$  – стандартное отклонение параметра;  $K_c$  – коэффициент соответствия нормам;  $P$  – уровень бездефектности;  $K_t$  – показатель точности технологического процесса;  $C_d$  – показатель критичности дефекта. Показатели рассчитаны по формулам, приведенным в [3, 4].

Таблица 3

## Групповые оценки показателей качества

Вид показателей качества	Группа показателей качества	$K_c$	$P$	$K_t$
Конструктивной надежности и эксплуатационной пригодности	Материал	0,96	0,93	1,13
	Геометрия	0,75	0,67	0,61
Потребительского уровня	Геометрия	0,91	0,84	0,80
Среднее значение		0,87	0,81	0,85

В результате исследования проведена зависимость между правильностью соблюдения всех технологических процессов и качеством выполненных конструкций колонн, а также видом и количеством дефектов. Вычислены групповые оценки показателей качества и средний уровень бездефектности по показателям материала и геометрии. Для вывода точного коэффициентов корреляции и регрессионных моделей требуется проведение расширенного исследования на различных монолитных конструкциях с обеспечением репрезентативности и необходимых объемов выборок.

В результате проведенного исследования можно сделать следующее заключение. Комплексный подход к контролю и оценке качества зимнего бетонирования позволил:

- обосновать номенклатуру контролируемых показателей (параметров качества бетонных работ) и применить соответствующие методы оценки качества технологий зимнего бетонирования;
- применить методику комплексной оценки качества работ с учетом точности технологических процессов и показателей соответствия возведенных конструкций;

– получить количественные показатели качества устройства монолитных колонн с возможностью их использования как исходных данных для соответствующего регулирования точности технологических процессов.

### Литература

1. Красновский, Б.М. *Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования* / Б.М. Красновский. – М.: Изд-во ГАСИС, 2004. – 470 с.

2. Крылов, Б.А. *Электропрогрев и электрообогрев бетона* / Б.А. Крылов. – М.: Стройиздат, 1975. – 264 с.

3. Байбури, А.Х. *Комплексная оценка качества возведения гражданских зданий с учетом факторов, влияющих на их безопасность: дис. ... д-ра техн. наук* / А.Х. Байбури. – СПб., 2012. – 408 с.

4. Байбури, А.Х. *Качество и безопасность строительных технологий: моногр.* / А.Х. Байбури., С.Г. Головнев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 453 с.

**Шувалов Никита Андреевич**, аспирант кафедры «Технологии строительного производства», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), ShuvalovNA@gmail.com.

**Байбури Альберт Халитович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология строительного производства», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), abayburin@mail.ru.

*Поступила в редакцию 1 октября 2013 г.*

---

**Bulletin of the South Ural State University  
Series “Construction Engineering and Architecture”  
2014, vol. 14, no. 2, pp. 18–20**

---

## DIVERGENCE OF PROCESS-DEPENDENT PARAMETERS OF COLD-WEATHER CONCRETING (AS EXEMPLIFIED BY MONOLITHIC COLUMN CONSTRUCTIONS)

*N.A. Shuvalov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, ShuvalovNA@gmail.com,  
A.Kh. Baiburin, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, abayburin@mail.ru*

**The divergence of main process-dependent parameters of cold-weather concreting (as exemplified by monolithic columns) is investigated in the paper. There is a possibility to forecast quality of constructions taking into consideration the divergence of process-dependent parameters.**

*Keywords: process-dependent parameters, cold-weather concreting, quality control.*

### References

1. Krasnovskiy B.M. *Inzhenerno-fizicheskie osnovy metodov zimnego betonirovaniya* [Engineering and Physical Fundamentals of Winter Concreting]. Moscow, Publishing house GASIS, 2004. 470 p.

2. Krylov B.A. *Elektroprogreiv i elektroobogrev betona* [Elektrical Curing and Electro-heating Concrete]. Moscow, Stroyizdat, 1975. 264 p.

3. Bayburin A.Kh. *Kompleksnaya otsenka kachestva vozvedeniya grazhdanskikh zdaniy s uchetom faktorov, vliyayushchikh na ikh bezopasnost.* Doct. Diss. [Comprehensive Quality Assessment of Civil Construction of Buildings, Taking into Account Factors that Affect Their Safety. Doct. Diss.]. St. Petersburg, 2012. 408 p.

4. Bayburin A.Kh., Golovnev S.G. *Kachestvo i bezopasnost' stroitel'nykh tekhnologiy* [Quality and Safety of Construction Technology]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2006. 453 p.

*Received 1 October 2013*