

Библиографический список

1. СП 70.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Минрегион России, 2012. – 280 с.
2. Гныря, А.И. Технология бетонных работ в зимних условиях: учебное пособие / А.И. Гныря, С.В. Коробков. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2011. – 412 с.
3. Технология бетонных работ в зимнее время: учебное пособие / С.Г. Головнев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 70 с.
4. Технология бетонных работ: учебное пособие / А.С. Стаценко. – Минск: Высшая школа, 2006. – 239 с.
5. Технология строительных процессов: учебник для вузов по специальности «Промышленное и гражданское строительство»: в 2 ч. / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Липидус. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2006. – Ч. 2. – 390 с.

УДК 693.5

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ INTENSIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES WINTER CONCRETING OF MONOLITHIC BUILDINGS

Мозгалёв К.М., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)

Аннотация. *Сформулированы комплексные принципы интенсификации технологических процессов зимнего бетонирования монолитных зданий, обеспечивающих сокращение сроков строительства и повышение качества и безопасности монолитных конструкций. Установлены зависимости максимально допустимых параметров зимнего бетонирования от прочности бетона на сжатие в процессе его выдерживания. Определено, что минимально допустимая («критическая») прочность самоуплотняющихся бетонов к моменту замораживания меньше по сравнению с обычными вибрированными бетонами аналогичного класса по прочности на сжатие.*

Abstract. *Principles formulated comprehensive intensification of technological processes of winter concreting of monolithic buildings that reduce construction time and the quality and safety of monolithic structures. The dependences of the maximum permissible parameters of winter concreting of tightly-of concrete compressive strength in the process of aging. Determined that the minimum allowable ("critical") the strength of self-compacting concrete to freezing point less in comparison with conventional vibrated concrete of the same class on the compressive strength.*

Ключевые слова: *монолитные здания, зимнее бетонирование, технологические процессы, интенсификация, технико-экономическая эффективность, самоуплотняющийся бетон, качество и безопасность.*

Keywords: *monolithic buildings, winter concreting, technological processes, intensification, technical and economic efficiency, self-compacting concrete, quality and safety.*

В России, как и во многих развитых зарубежных странах, наблюдается рост объемов строительства из монолитного бетона и железобетона. С каждым днём становится всё более очевидно, что возведение монолитных зданий является одним из основных трендов развития промышленного и гражданского строительства.

С целью повышения эффективности инвестиционных строительных проектов, а также обеспечения ускоренных сроков ввода в эксплуатацию объектов капитального строительства появляется необходимость круглогодичного производства работ, в том числе в экстремальных условиях. Несомненно, что это приводит к резкому увеличению объемов зимнего бетонирования.

На сегодняшний день законодательная база технического регулирования (федеральные законы Российской Федерации № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года «О техническом регулировании», № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений») устанавливает к зданиям на всех этапах жизненного цикла повышенные требования качества, механической и других видов безопасности.

Качество и безопасность монолитных железобетонных конструкций, возводимых в зимних условиях, главным образом зависят от технологий производства работ и соблюдения в процессе производства работ требований нормативных документов в области зимнего бетонирования и разработанной на их основе проектной и рабочей документации [1].

Выполненный анализ существующих технологий зимнего бетонирования и практического опыта выявил основные недостатки технологических процессов, влияющих на безопасность несущих конструкций, такие как преждевременное замораживание бетона по краям конструкции, недостоверный контроль температурно-прочностных параметров бетона, отсутствие необходимых данных о современных составах самоуплотняющихся бетонов и так далее.

Для интенсификации технологических процессов зимнего бетонирования, а также повышения качества и безопасности монолитных зданий сформулированы следующие комплексные принципы:

– применение самоуплотняющихся бетонов, имеющих преимущества перед обычными вибрированными бетонами;

– раздельная термообработка бетона центральных и периферийных зон монолитных конструкций;

– контроль и оценка прочности бетона по его температуре в процессе выдерживания;

– контроль и оценка температурных параметров зимнего бетонирования, влияющих на качество бетона, в процессе его выдерживания.

Самоуплотняющийся бетон имеет ряд организационно-технологических и экономических преимуществ перед обычными вибрированными бетонами, таких как:

– сокращение сроков строительства и увеличение показателей эффективности инвестиционных строительных проектов;

– высокие параметры качества и безопасности монолитных железобетонных конструкций каркаса здания;

– снижение трудоёмкости бетонных работ [2].

Для уменьшения негативного влияния неравномерного распределения температур бетона по сечению конструкции разработана технология раздельной термообработки бетона центральных и периферийных зон монолитных конструкций. Сущность данной технологии заключается в термообработке бетона центральных и периферийных зон монолитных конструкций по различным режимам, обеспечивающим достижение бетоном требуемой прочности в ответственных зонах конструкций.

Качество и безопасность монолитных конструкций, выдерживаемых в зимних условиях, обеспечиваются контролем и оценкой прочности бетона и температурных параметров зимнего бетонирования, таких как перепад температуры по сечению бетона, разность температур наружного воздуха и бетона при распалубке, скорость остывания бетона.

Проведённые натурные исследования показали, что в большинстве случаев прочность бетона монолитных конструкций, выдерживаемых в зимних условиях, определяется по контрольным образцам, изготовленным у места укладки бетонной смеси, а также с помощью методов неразрушающего контроля. Однако различные условия выдерживания контрольных образцов и конструкции, а также ограниченное применение приборов неразрушающего контроля прочности в зимних условиях приводят к значительным погрешностям. Следовательно, единственным и основным источником исходной информации является замер температуры на всех этапах технологического цикла выдерживания бетона [3].

Для практической реализации температурно-прочностного контроля бетона в зимних условиях по результатам проведённых исследований сделаны рекомендации о необходимых местах размещения и количестве точек замера температур в распространённых монолитных конструкциях [4].

С целью повышения качества и безопасности монолитных конструкций за счёт увеличения точности и достоверности контроля и прогнозирования температурно-прочностных параметров зимнего бетонирования разработана система компьютерного контроля, основанная на получении температур-

ных данных многоканальным регистратором «Терем» и дальнейшей их компьютерной обработке программой «Снежный барс» [5].

В процессе выдерживания монолитных конструкций и при их распалубке в зимних условиях, когда бетон уже обладает достаточно высокой прочностью и его упругие характеристики соответствуют свойствам упругого твёрдого тела, формируются растягивающие температурные напряжения. Таким образом, максимально допустимые значения температурных параметров зимнего бетонирования определяются исходя из возможности работы бетона на растяжение [6].

Нормативные документы в области зимнего бетонирования, в частности СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» и его актуализированная редакция СП 70.13330.2012, устанавливают допустимые величины разности температур наружного воздуха и бетона при распалубке и скорости остывания бетона монолитных конструкций.

Однако указанные требования не учитывают изменения расчётного сопротивления бетона на осевое растяжение в процессе его твердения. Следовательно, бетон монолитных конструкций в определённый момент времени набора прочности может воспринимать различные температурные напряжения.

Выполненные расчётные исследования влияния термонапряжённого состояния на параметры зимнего бетонирования и проведённые натурные эксперименты на строительных площадках позволили установить максимально допустимые величины температурных перепадов по сечению конструкции, между наружными слоями бетона и воздуха при распалубке, скорости остывания бетона в зависимости от прочности бетона на сжатие в процессе его выдерживания.

Для удобства практического применения полученные зависимости представлены в графической форме (рисунки 1 – 2).

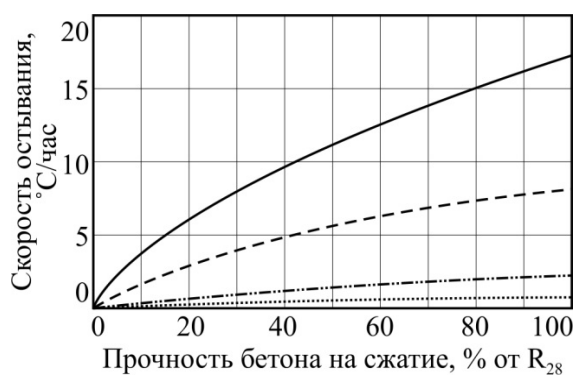
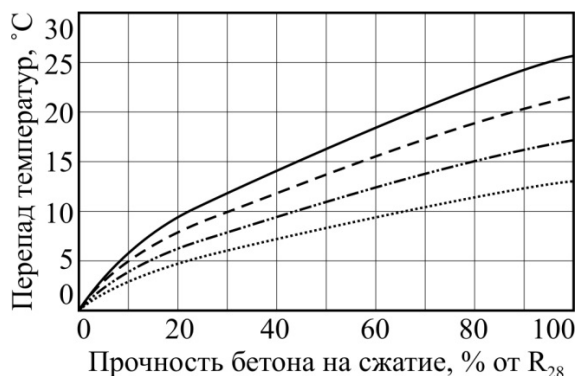
Данные, представленные на рисунках 1 – 2, отражают максимально допустимые величины температурных параметров зимнего бетонирования в зависимости от прочности бетона на сжатие по соображениям трещиностойкости бетона, ниже которых температурные напряжения не достигают опасных значений. Указанные величины установлены для наиболее распространённых на практике значений массивности конструкций и коэффициентов армирования.

По результатам экспериментального исследования влияния отрицательных температур на физико-механические свойства и структуру самоуплотняющихся бетонов были получены значения минимально допустимой («критической») прочности таких бетонов к моменту замораживания в зависимости от класса по прочности на сжатие или величины проектной прочности.

Исходя из того, что значительная продолжительность строительства приводит к экономической неравноценности возникающих в процессе реализации инвестиционного строительного проекта затрат и доходов, провести количественную сравнительную технико-экономическую оценку возможно исключительно с учётом фактора времени, то есть дисконтирования [7]. Полученные в хо-

де компьютерного имитационного моделирования инвестиционных строительных проектов данные позволяют сделать вывод, что практическая реализация разработанных интенсивных технологий зимнего бетонирования монолитных зданий с применением самоуплотняющихся бетонов позволяют улучшить основные показатели эффективности инвестиционных строительных проектов, а именно: уменьшить сроки и трудоемкость строительства на

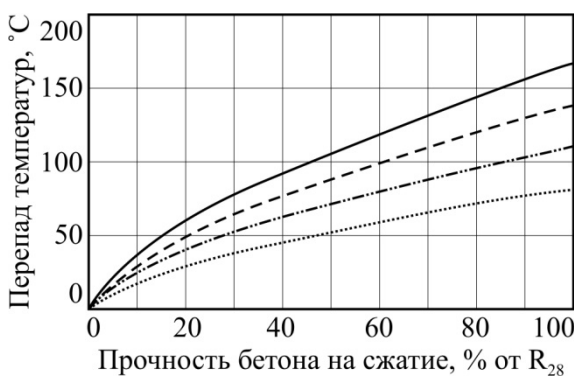
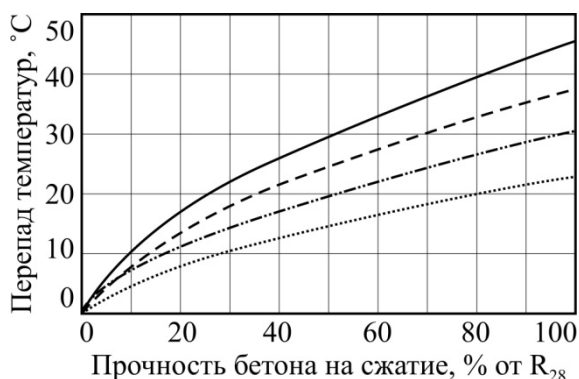
15 – 20 %, уменьшить период окупаемости на 10 – 15 %, увеличить чистый дисконтированный доход на 14 – 19 %, увеличить индекс прибыльности на 5 – 8 %. Это происходит за счёт уменьшения сроков реализации инвестиционных строительных проектов, постоянных издержек строительства и более ранних поступлений денежных средств с учётом финансовой реализуемости инвестиционного строительного проекта.



Армирование 0 % Армирование 1 % ----
 Армирование 2 % -- Армирование 3 % —

M_н=2 м⁻¹ M_н=5 м⁻¹ ----
 M_н=10 м⁻¹ ---- M_н=15 м⁻¹ —

Рис. 1 – Максимально допустимые температурные перепады по сечению конструкции и скорости остывания бетона



Армирование 0 % Армирование 1% ----
 а) модуль поверхности конструкции 2 м⁻¹

Армирование 2 % -- Армирование 3 % —
 б) модуль поверхности конструкции 15 м⁻¹

Рис. 2 – Максимально допустимые перепады температур между поверхностью бетона и окружающим воздухом при распалубке

Таблица 1 - Минимально допустимая («критическая») прочность бетонов из самоуплотняющихся смесей к моменту замораживания

Класс бетона по прочности на сжатие	Проектная прочность бетона R _{пр} , МПа	Минимально допустимая («критическая») прочность к моменту замораживания, % от R _{пр}
B30	42 – 44	не менее 20
B35	45 – 50	не менее 18
B40	51 – 54	не менее 17

Библиографический список

1. Головнев, С.Г. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов / С.Г. Головнев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 148 с.
2. Мозгалёв, К.М. Самоуплотняющиеся бетоны: возможности применения и свойства / К.М. Мозгалёв,

3. С.Г. Головнев // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2011. – Вып. 4. – С. 70 – 74.
3. Современные строительные технологии: монография / под редакцией С.Г. Головнева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 268 с.
4. Пикус, Г.А. Оценка необходимого количества контрольных температурных точек при выдерживании

- монолитных плитных конструкций в зимнее время / Г.А. Пикус, К.М. Мозгалёв // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – Вып. 3. – С. 82 – 83.
5. Мозгалёв, К.М. Компьютерный контроль и регулирование процессов выдерживания бетона в зимних условиях / С.Г. Головнев, Г.А. Пикус, К.М. Мозгалёв, С.А. Савинов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2010. – Вып. 2. – С. 75 – 78.
 6. Красновский, Б.М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования / Б.М. Красновский. – Москва: Изд-во ГАСИС, 2007. – 512 с.
 7. Мозгалёв, К.М. Эффективность применения самоуплотняющихся бетонов при возведении монолитных зданий в зимних условиях // К.М. Мозгалёв, С.Г. Головнев, Д.А. Мозгалёва // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Строительство и архитектура». – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 33 – 37.

УДК 660.97

ИСТИРАЕМОСТЬ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ABRASION MAGNESIA MORTARS

Киянец А.В., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)

Аннотация. Приведены бетонные конструкции испытывающие интенсивные истирающие нагрузки в процессе эксплуатации. Рассмотрен вопрос применения в этих конструкциях бетонов и растворов на основе магнезиального вяжущего. Показано влияние различных факторов на истираемость магнезиальных растворов.

Abstract. Given concrete structures experiencing intense abrasive load during operation. The question of the application of these structures in concrete and mortars on the basis of magnesia binder. The effect of different factors on the abrasion magnesium solutions.

Ключевые слова: магнезиальное вяжущее, магнезиальный бетон, магнезиальный раствор, истираемость, износостойкость.

Keywords: magnesia binder, magnesia concrete, magnesia solution, abrasion, and wear

Во время эксплуатации зданий и сооружений на них действует ряд нагрузок, одной из которых является истирающая нагрузка, особенностью которой является воздействие абразивных составов на поверхностные слои конструкции с последующим их разрушением. Часто это приводит к тому, что конструкция, сохраняя свою целостность и несущую способность, не может дальше эксплуатироваться из-за неудовлетворительного состояния поверхности, или продукты разрушения бетона, попадая в окружающую среду препятствуют протеканию технологических процессов и угрожают здоровью людей. В этом случае требуется решить вопрос износостойчивости материала, под которой мы понимаем его сопротивление воздействию истирающей нагрузки с сохранением физико-механических характеристик.

На сегодняшний день можно выделить ряд строительных конструкций испытывающих в процессе эксплуатации наибольшие истирающие нагрузки, которые можно подразделить по назначению на несколько групп:

- конструктивные элементы зданий – полы, лестницы, ступени, марши, площадки;
- элементы дорожной инфраструктуры – дороги, парковки, аэродромы, тоннели, переходы;
- подземные и надземные емкости – резервуары, отстойники, опускные колодцы, градирни, бункеры силосы;
- гидротехнические сооружения – плотины, водоопускные сооружения, морские и речные причалы, опоры мостов, морские буровые платформы;
- системы водоотведения – каналы, коллекторы, трубы.

В зависимости от области применения зданий и сооружений, природа истирающих на грузок может быть различна: воздействие подошв обуви от прохождения людей, от колес проезжающего транспорта, волочения различных грузов, протекание воды и других жидкостей с содержанием абразивного материала, льда и т.д.

Для защиты от данного вида нагрузок в соответствующих конструкциях применяют износостойчивые составы бетонов и растворов. В частности магнезиальный раствор (мелкозернистый бетон), обладая рядом таких преимуществ, как высокая прочность и удобоукладываемость нашел в настоящее время широкое применение как материал для устройства монолитных полов [1]. Как будет работать данный материал под воздействием истирающих нагрузок, и можно ли его применять в других конструкциях подверженных износу – вот вопрос, на который необходимо ответить.

Почти все конструкции, о которых говорилось выше, эксплуатируются под различной степенью воздействия воды, соответственно, возникает вопрос исследования совместного воздействия истирания и повышенной влажности на материал. Особенно это актуально для магнезиального вяжущего, которое, как известно, является вяжущим воздушного твердения, и обладает низкой водостойкостью.

Решением проблемы водостойкости магнезиального вяжущего занимался целый ряд ученых, и определенные успехи были достигнуты при его модифицировании комплексными минеральными добавками [2]. Благодаря этим добавкам, удалось получить бетоны и растворы с коэффициентом размягчения (коэффициентом водостойкости) более 0,9. Однако, оставалось неизвестным, как поведет