

Назначение распалубочной прочности бетона в зимнее время

ИВАНОВ С.И., ст. научн. сотр. лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ, канд. техн. наук

В результате проведенных в НИИЖБ исследований, установлено, что требования СНиП 3.03.01-87 по распалубочной прочности бетона зимой не всегда обеспечивают достижения им проектной прочности в теплое время года. Даны рекомендации по прочности бетона к моменту замораживания, с тем чтобы после оттаивания его прочностные и деформативные характеристики достигли 100% от требуемых по проекту.

При строительстве с использованием монолитного железобетона в зимнее время применяется прогрев бетона в первое время твердения. При этом контролируется температура нагрева бетона. По эмпирическим графикам зависимости роста прочности бетона от температуры и длительности нагрева определяется его фактическая прочность. При достижении распалубочной прочности бетона прогрев прекращается и опалубка демонтируется.

В некоторых случаях для дальнейшего набора прочности используется «метод термоса». Для немассивных конструкций (например, колонн), возникающий технологический промежуток времени между распалубкой и утеплением часто оказывается достаточным для замораживания бетона.

После замораживания бетона рост прочности останавливается и конструкция имеет распалубочную прочность до наступления теплого периода года.

Строительные нормы и правила России (СНиП 3.03.01-87) требуют, чтобы к моменту замерзания бетон классов ниже В10 имел не менее 50% от проектной прочности, классов от В12,5 до В25 – не менее 40% от проектной прочности, классов более В30 – не менее 30% от проектной прочности. Считается, что при соблюдении этих требований после оттаивания в теплое время года прочность бетона будет близка к проектной прочности.

К наступлению теплого периода года при современных темпах строительства нагрузка на конструкции, в первую очередь на колонны многоэтажных каркасных зданий, изготовленные в начале холодного периода года, значительно возрастает. При этом для колонн допустимый уровень прочности бетона в 30-40% от проектной к началу теплого периода может оказаться недостаточным. Поэтому нередко проектные организации требуют достижения распалубочной прочности для колонн 50-70% от проектной прочности.

В литературе имеется большое количество данных по потере прочности бетона при твердении после оттаивания, в зависимости от прочности к моменту замораживания. Так, в [1] приведены данные, о том, что потеря прочности при прочности замораживания 50% от проектной ведет к потере 5-10% проектной прочности, а при прочности замораживания 70% от проектной, потери прочности не происходит.

Данные, представленные в строительных нормах и правилах, получены по результатам обобщения большого количества экспериментальных данных отечественных и зарубежных специалистов, в том числе – результатов работ, проводимых в НИИЖБ ([1] и [3]). Данные, представленные в [3], получены, в основном, по испытаниям образцов - кубов 10x10x10 см, изготовленных из бетонов марок М200-М300, замораживаемых в холодильных камерах. При сравнении данных по кубам, замораживаемым на улице в зимнее время, получено, что реальные условия оказываются благоприятнее условий в морозильной камере и влияние замораживания сказывается менее значительно. Решающее значение на влияние замораживания влияет водоцементное отношение и водосодержание бетонов [3].

Особенности современного монолитного строительства характеризуются высокими темпами возведения зданий, обеспечиваемыми, в том числе, применением высокоподвижных бетонов с высоким водоцементным отношением, подаваемых с помощью бетононасосов.

Для современных бетонов и современных методов ухода за монолитным бетоном в зимнее время, используемых в г. Москве, проведены исследования изменения прочности бетона после оттаивания в теплое время года в зависимости от прочности замороженного бетона, определенной в возрасте 28 суток. Результаты представлены в научно-техническом отчете по теме: «Создание компьютерной методики проведения прочностных расчетов многоэтажных зданий из монолитного бетона для определения несущей способности строительных конструкций в процессе возведения». Установлено, что при достижении в зимнее время в возрасте 28 суток для замороженного бетона не менее 70% от требуемой по проекту прочности, после оттаивания и набора прочности в теплое время года прочностные и деформативные характеристики бетона достигнут 100% от требуемых по проекту.

В лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ, в соответствии с рекомендациями [4], а также с использованием методики применения механических методов неразрушающего контроля прочности бетона в зимнее время были проконтролированы прочности бетонов классов до В45 в проектном возрасте. Для ряда проконтролированных конструкций удалось так же проконтролировать прочность бетона к середине теплого периода года, когда набор прочности бетона после оттаивания практически прекратился.

На рис. 1 показано увеличение средней прочности замороженного бетона колонн проектных классов В35, В40 и В45 в теплое время, в зависимости от прочности в проектном возрасте 28 суток, определенной в зимнее время. На горизонтальной оси отложены отношения прочности в возрасте 28 суток (R_{28}) к проектной прочности ($R(B)$), на вертикальной оси отложены отношения прочности в летнее время (R_{200} - в возрасте до 200 суток) к проектной прочности ($R(B)$).

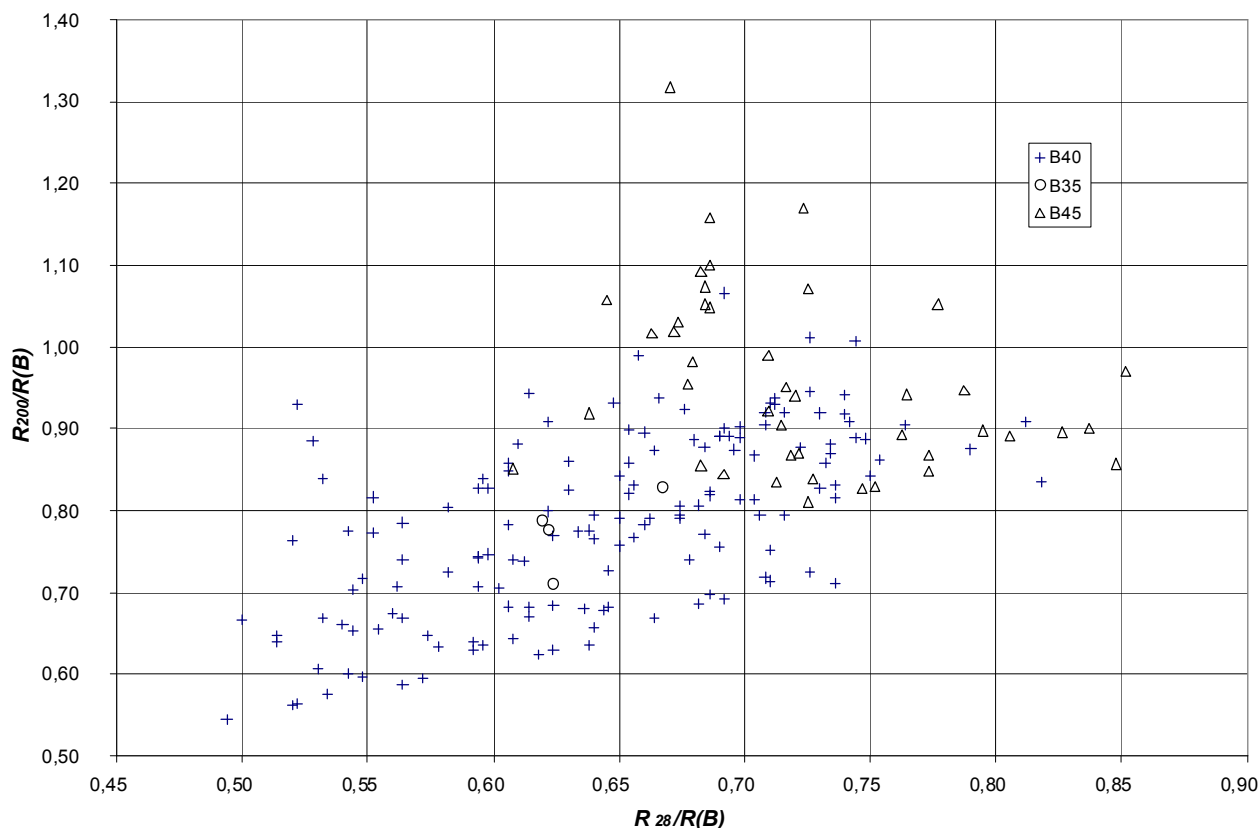


Рисунок 1. Увеличение средней прочности замороженного бетона колонн проектных классов В35, В40 и В45 в теплое время

Диаграмма на рис. 1 построена по 198 значениям. Для тех же колонн определено увеличение прочности бетона K как отношение прочности в летнее время (R_{200}) к прочности в зимнее время (R_{28}). Получено, что значения K характеризуются большой изменчивостью. Так, наибольшие значения достигают величины 1,97, среднее значение - 1,25, среднее квадратическое отклонение - 16,6%.

Кривая распределения полученных значений представлена на рис. 2. Показатель асимметрии составляет $A = 0,992$, показатель эксцесса - $E = 1,465$. Отношения показателей асимметрии и эксцесса к их ошибкам составляют 5,7 и 4,2 соответственно. То есть фактическое распределение не соответствует нормальному распределению. Для сравнения на рис. 2 приведена также кривая нормального распределения полученных значений K .

Поэтому анализ увеличения прочности бетона выполнен не по средним значениям, а по классам, определенным в соответствии с [4], с учетом статистических характеристик рассматриваемых совокупностей значений, а также ошибок градуировочных зависимостей, применявшихся при определении прочности неразрушающими методами. Данные для определения классов бетона и значения классов бетона представлены в табл. 1. Обозначения статистических величин, входящих в таблицу, приняты в соответствии с [4]. Среднее квадратическое отклонение прочности бетона S_m в совокупностях значений,

представленных на рис. 1, определено без учета влияния коэффициента корреляции градуировочной зависимости [2].

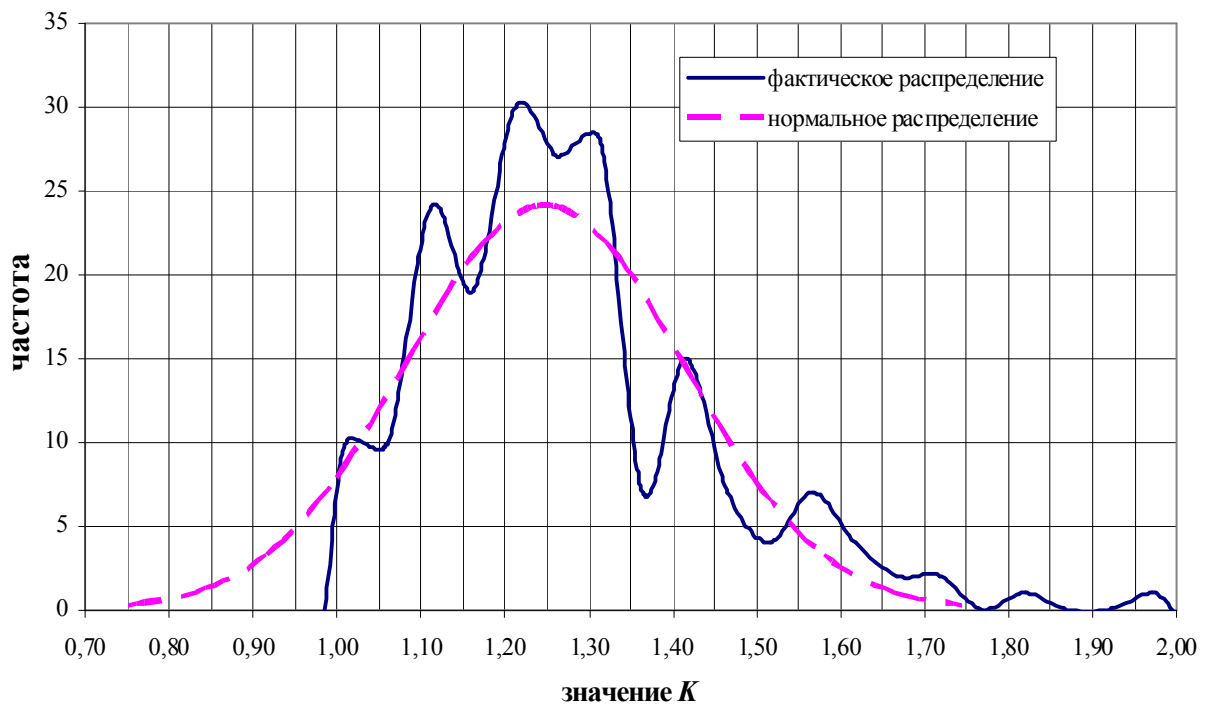


Рисунок 2. Распределение величины $K=R_{200}/R_{28}$

Таблица 1.

Проектный класс бетона	Прочность (возраст)	Количество значений	Данные градуировочных зависимостей, МПа			Данные совокупностей значений по рис. 1, МПа			Класс бетона	Увеличение прочности	
			R_{cp}	$S_{T.н.м.}$	S_T	R_{cp}	$S_{н.м.}$	S_m		частное	среднее
В40	R_{28}	151	33.0	3.78	4.00	32.2	3.59	3.92	В26	1.12	1.20
	R_{200}	151	34.6	3.97	4.20	39.3	3.48	5.82			
В45	R_{28}	43	44.0	3.68	4.08	40.7	3.23	3.86	В31	1.29	
	R_{200}	43	53.8	-	8.35*	53.8	6.26	7.51			

Примечание: * - значения получены при максимально допустимой ошибке построения градуировочной зависимости, принимаемой в соответствии с [1].

Из таблицы следует, что для бетонов классов В40 и В45 среднее увеличение прочности, определенное с учетом статистической изменчивости, составляет от 12 до 29% соответственно или, в среднем, 20%.

Таким образом, достижение проектной прочности бетона после набора в летнее время может быть гарантировано при распалубочной прочности зимой - не менее 80% от требуемой по проекту. Полученные результаты превышают значение, допустимое СНиП, - 30% и превышают значение, представленное в литературе, - 70%. Поэтому при назначении распалубочной прочности конструкций в зимнее время, особенно для колонн многоэтажных каркасных зданий из монолитного железобетона, проектным организациям рекомендуется вводить требование о распалубочной прочности не ниже 80% от требуемой по проекту.

Библиографический список:

1. «Железобетон в XXI веке: Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России» - М., Готика, 2001г.
2. Клевцов В.А. Об определении изменчивости прочности бетона при испытании неразрушающими методами. РААСН «Вестник отделения строительных наук», 2000.
3. Крылов Б.А. Вопросы теории и производственного применения электрической энергии для тепловой обработки бетона в различных температурных условиях», - диссертация д.т.н., М., НИИЖБ - 1969.
4. «Методические рекомендации по статистической оценке прочности бетона при испытании неразрушающими методами (МДС 62-1.2000)», - М., НИИЖБ, 2002г.