

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Под технологической надежностью в рассматриваемом случае подразумевается производство работ, обеспечивающее заданное качество конечной продукции при минимальных затратах труда и материальных средств.

Строительные нормы и правила определяют зимние условия производства бетонных работ параметрами наружного воздуха, когда среднесуточная температура ниже 5°C и минимальная суточная ниже 0°C (СНиП III-B.1-70). Такие температуры на территории Белорусской ССР могут наблюдаться с ноября по март включительно, т.е. более 40% рабочего времени в году. В связи с этим повышение технологической надежности производства работ в зимних условиях имеет существенное значение для дальнейшего совершенствования строительного производства.

Бетонные и железобетонные работы в зимних условиях осуществляются методами, обеспечивающими режим выдерживания бетона, благоприятный для набора в заданные сроки прочности, предусмотренной проектом. В строительстве применяются следующие методы выдерживания бетона: в термосном режиме, с искусственным обогревом, с использованием химических (противоморозных) добавок, с применением временных укрытий (тепляков).

В общем случае выбор метода производства работ зависит от вида и геометрических параметров конструкции, вида, состава и требуемой прочности бетона, метеорологических условий производства работ, наличия на строительном объекте материальных и энергетических ресурсов и т.д.

Перечисленные факторы, влияющие на выбор метода зимнего бетонирования, поддаются точной количественной оценке и определению, за исключением метеорологических условий, изменение которых подвержено стохастической закономерности.

Выбор метода осуществляется при составлении проекта производства работ (ППР) и обосновывается технологическими и теплотехническими расчетами. В связи с тем, что ППР разрабатываются заблаговременно, до начала бетонирования, метеорологические условия производства работ учитываются в расчетах на основе прогностической оценки параметров со всеми негативными особенностями этой методики. Анализ литературы по зимнему бетонированию и особенно материалов II Международного симпозиума РИЛЕМ по зимнему бетонированию свидетельствует о том, что в отечественной и мировой практике строительства повышение достоверности учета метеорологических условий производства бетонных работ зимой рассматривается как резерв экономии материальных и энергетических ресурсов и повышения качества строительства [1, 2].

В практике проектирования и строительства метеорологические условия принято характеризовать величинами, средними за расчетное время, или экстремальными величинами, наблюдавшимися за этот период.

При решении задач в области градостроительства, проектирования ограждающих конструкций и санитарно-гигиенического оборудования зданий подобная характеристика внешней среды может быть оправдана. В указанных случаях процессы тепло-массопереноса обладают инерционностью, что способствует нивелированию действия резких изменений температуры.

Что же касается строительного производства, то в большинстве случаев оно испытывает непосредственное воздействие атмосферных явлений без существенной трансформации параметров, их определяющих, и со всей изменчивостью по времени. Более того, при строительстве технологические процессы протекают в течение времени, соизмеримом с периодами изменения метеорологических условий. В этом случае использование для учета метеорологических условий величин, усредненных за продолжительный отрезок времени (пятидневка, декада, месяц), даже приближенно не может характеризовать действительных условий производства работ.

Следовательно, оценивая влияние внешней среды на строительное производство, нельзя ограничиваться рассмотрением только средних величин указанных элементов. Необходимо также знать как абсолютные величины, так и характер изменения их во времени (в течение суток, межсуточные и т.д.).

Учет изменчивости метеорологических условий в технологическом проектировании отвечает современным требованиям по-

вышения качества работ и сокращения сроков строительства зданий и сооружений.

При производстве бетонных работ в зимних условиях по методу термоса, с использованием химических добавок, электропрогрева, паропрогрева и т.п. технологические расчеты зачастую выполняются с применением максимальных или среднемесячных температур наружного воздуха. На территории Белорусской ССР, где имеют место резкие колебания температуры воздуха и скоростей ветра, нередко создаются условия, когда в связи с изменением параметров внешней среды происходит перегрев бетона и пересыщение его химическими добавками или же оказываются недостаточными и количество добавок и подвод тепла со всеми вытекающими последствиями. Подобные сочетания параметров особенно неблагоприятны при бетонировании конструкций с большим модулем поверхности, замоноличивании стыков и швов сборных конструкций.

При строительстве многие задачи технологии производства весьма часто решаются в условиях ограниченных материально-технических ресурсов. Поэтому в подобных случаях при разработке вариантов и выборе оптимального решения, кроме средних или экстремальных значений параметров внешней среды, особое значение приобретает характеристика вероятности ожидаемого результата. Следовательно, исходные материалы для оценки влияния метеорологических условий на строительное производство должны содержать показатели вероятности.

Анализ опубликованных материалов по климату Белорусской ССР [3] и материалов, полученных в Минской гидрометеорологической обсерватории, свидетельствует о том, что метеорологические условия зимой на территории республики характеризуются большой динамичностью температурного режима. Для иллюстрации на рис. 1 и 2 представлены отдельные результаты обработки данных о вероятности суточной и межсуточной амплитуды колебаний температуры воздуха в Минске, а в табл. 1 — сравнение некоторых параметров температурного режима Минска и Новосибирска.

Приведенные данные позволяют сделать заключение о сравнительно высокой (50%) вероятности суточной амплитуды колебаний температуры в значительных пределах — от 5°C в декабре до 10°C в марте. Межсуточная амплитуда температур такой же вероятности в холодный период года может достигать -5°C .

Такие амплитуды достаточно велики и соразмерны с расчетными параметрами наружного воздуха для Минска, со

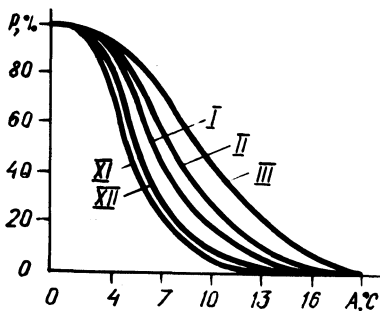


Рис. 1. Распределение вероятности P суточной амплитуды A колебания температуры наружного воздуха в зимний период: I, II, III, XI, XII — месяцы года.

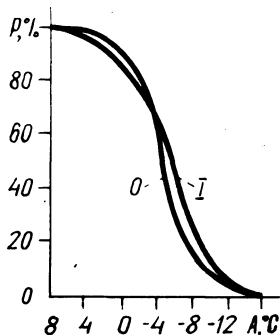


Рис. 2. Интегральные кривые распределения вероятности P межсуточной амплитуды A колебания температуры наружного воздуха: I — январь; O — средние за ноябрь-март.

средней температурой бетона и особенно с температурой на заключительной стадии термосного выдерживания бетона, определяемых по общепринятой методике расчета [1].

Следовательно, без должной коррекции исходных данных о температурном режиме ошибка в определении величины тепло-

Таблица 1. Сравнение параметров метеорологических условий

Город	Месяцы					Среднее за год
	XI	XII	I	II	III	
Средняя относительная межсуточная изменчивость температуры воздуха						
Минск	0,48	0,53	0,46	0,42	0,96	-
Новосибирск	0,38	0,29	0,25	0,24	0,34	-
Среднее число дней с переходом температуры через 0°C ($t_{\max} > 0 > t_{\min}$)						
Минск	12,1	9,6	8,2	7,2	15,3	9,3
Новосибирск	7,7	1,2	0,4	1,1	6,5	6,9
Среднее число дней с оттепелью						
Минск	22,0	13,0	9,2	8,8	19,1	17,6
Новосибирск	8,2	1,2	0,4	1,1	6,7	7,2

защиты опалубки и времени остывания бетона может значительно превысить требуемую точность расчета 5...10% [1, 2].

Температурный режим и точность его оценки имеют значение не только при использовании метода термоса. СНиП достаточно точно определяет количество химических противоморозных добавок в бетон в зависимости от температуры наружного воздуха (с градацией через 5°С). Ошибка в назначении процента добавки может привести к серьезным нарушениям технологии и качества бетона. Недостаточное количество добавки для определенной температуры выдерживания бетона может привести к раннему замораживанию бетона, не достигшего критической прочности, с потерей физико-механических свойств, предусмотренных проектом. Излишнее содержание добавки замедляет нарастание прочности бетона и удлиняет сроки производства работ.

Режимы искусственного обогрева также регламентируются температурой наружного воздуха. Особенное значение приобретает правильный учет как абсолютной величины, так и динамики температуры при бетонировании конструкций с модулем поверхности более 12...15 и замоноличивании стыков и швов в сборных конструкциях. В этих случаях масса монолитного бетона невелика, а следовательно, незначительна ее тепловая инерция. Неточный учет изменения параметров наружного воздуха может существенно повлиять на качество бетона в конструкции.

Практический интерес представляет сравнение данных, приведенных в табл. 1. Оттепели значительной продолжительности, наблюдаемые в течение всего зимнего периода, свидетельствуют не только о большой динамичности температурного режима в Минске по сравнению с Новосибирском, но и существенно усложняют или исключают возможность применения отдельных способов зимнего бетонирования. Так, например, СНиП III-B.1-70 категорически запрещает электропрогрев бетона при влажности воздуха более 90% и при оттепелях.

Приведенные выше данные необходимо рассматривать как предварительные результаты исследований и оценки влияния внешней среды на качество бетонных работ в зимних условиях.

Изложенное позволяет сделать следующие выводы:

для повышения технологической надежности методов зимнего бетонирования требуется более тщательный учет факторов внешней среды в стадии разработки проектов производства работ;

необходимо иметь не только средние или экстремальные значения параметров наружного воздуха, но и характеристику динамики изменения метеорологических условий и их вероятность соразмерно тому, насколько динамичны технологические процессы в строительном производстве.

Л и т е р а т у р а

1. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. М., 1975. 2. Зимнее бетонирование и тепловая обработка бетона. Под ред. С.А. Миронова. М., 1975. 3. Справочник по климату СССР, вып. 7. Л., 1968-1970.

УДК 666.97.033.16

С.С.Атаев, докт.техн.наук, Л.Ф.Калмыков,
В.Е.Карамзин, канд-ты техн.наук

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЛУБИННЫХ ВИБРАТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ РАБОЧЕГО ОРГАНА

В условиях массового применения монолитных железобетонных конструкций особое значение приобретает задача создания высокопроизводительного оборудования для виброуплотнения бетонных смесей.

Очевидно, что настало время перехода на механизированные способы уплотнения бетонных смесей на основе применения мощных глубинных вибраторов с более эффективными рабочими органами [1]. С этой целью необходимо установить критерии, характеризующие близкие к оптимальным значения интенсивности и продолжительности вибрационного воздействия в зависимости от принятых реологических характеристик бетонных смесей. Эти критерии могут явиться также основой для сопоставления технологической эффективности различных типов вибраторов и обоснования их применения в конкретных условиях.

Ранее было установлено [2], что в качестве таких критериев можно принимать величину волнового давления, действующего на бетонную смесь, и частоту колебаний вибратора. При этом частота колебаний вызывает тиксотропию цементного теста, а волновое давление активизирует внутренние силы взаимодействия в его структуре и способствует уплотнению бетонных смесей.