

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ НА МОРОЗЕ И В УСЛОВИЯХ СУХОГО И ЖАРКОГО КЛИМАТА

Бржанов Р.Т., Шукралиев С.Б.

Бұл мақалада құрғақ ыстық ауа райы шарттарындағы және сыртқы ауаның теріс температураларында бетондық жұмыстарының өндірісінің әдістері келтірілген. Климаттық шарттары экстремалдық кезінде бетондаудың арнайы әдістерінің қолдануы.

In this article methods of manufacture of concrete works in the conditions of a dry hot climate are resulted and at negative temperatures наружного air. Application of special methods of concreting at ex-thermal environmental conditions.

В условиях сухого и жаркого климата можно получить качественный бетон, применяя комплекс конструктивно-технологических мер, направленных на обеспечение гидратации цемента. Большое внимание при этом должно уделяться подбору материалов. Для бетонов, укладываемых в жарких и сухих условиях, следует применять быстротвердеющие, но малоусадочные портландцементы, которые плохо отдают воду и снижают усадку. Обычные портландцементы рекомендуется применять с добавкой хлористого кальция. Шлакопортландцемент и пуццолановый портландцемент применять в этих условиях не рекомендуется, а использовать бесклинкерные вяжущие (например, известково-шлаковый или известково-золенный цемент) запрещается. Заполнители перед приготовлением бетонной смеси нужно защищать от солнечной радиации. Пористый щебень (гравий) рекомендуется увлажнять. При укладке бетона в массивы заполнители рекомендуется охлаждать, прибавляя к ним дробленый лед. Следует также учитывать, что бетоны на мелких песках имеют большую усадку и более пористы. Поэтому для ответственных сооружений мелкие пески рекомендуется обогащать более крупными фракциями песка или дробленого камня. Составы бетонов для районов с сухим и жарким климатом подбирают обычными методами. При этом необходимо, чтобы при установленном водно-цементном (В/Ц) отношении состав обеспечивал необходимую подвижность в момент укладки и наибольшую плотность. Ошибочно мнение о том, что якобы увеличение количества воды против расчетного позволяет получить качественный бетон. Наоборот, излишняя вода быстрее испаряется, увеличивая пористость и снижение прочности бетона. Продолжительность перемешивания бетонной смеси в условиях сухого и жаркого климата увеличивают на 30-50%. При этом в

бетоносмеситель загружают заполнитель, а также расчетного количества воды и перемешивают в течение 1-2 мин. Затем добавляют цемент, остальную воду, вводят добавки и вновь перемешивают 3-4 мин. Готовую бетонную смесь транспортируют в закрытой таре. Для этих целей наиболее подходят автобетоновозы и автобетоносмесители. Необходимо избегать дальних перевозок смеси, поскольку в процессе транспортирования она быстро обезвоживается и теряет свою подвижность. Например, при температуре 30-35°C смесь с В/Ц=0,83 полностью теряет подвижность через 40 мин, а с В/Ц=0,92 – через 60 мин. При этом из смесей испаряется 30-35% воды затворения. Наилучшим образом условиям сухого и жаркого климата отвечает такая схема применения бетонной смеси: загрузка сухой смеси на бетоносмесительном заводе в автобетоносмесители, перевозка ее в сухом виде к месту укладки, перемешивание в автобетоносмесителях непосредственно у места бетонирования и немедленная укладка в конструкции. Чтобы исключить потери цементного молока и влаги, опалубка не должна иметь самых малых щелей. Перед укладкой бетонной смеси опалубку увлажняют. Формующую поверхность палубы из влагопоглощающих материалов (дерева, фанеры) следует покрывать специальными составами или полимерными пленками, предотвращающими сцепление с бетоном, а также поглощение воды из него. Подавать и распределять бетонную смесь следует методами, исключающими ее многократную перегрузку или быстрое обезвоживание. Например, не рекомендуется подавать смесь открытыми транспортерами, а также по длинным лоткам и виброжелобам. Наиболее целесообразна подача смеси бетононасосами или в более емких баках с помощью кранов. Свободное падение смеси не должно превышать 1,5—2 м. Бетонирование желательно вести непрерывно. В случае перерывов особое внимание следует обращать на качество подготовки рабочих швов. Виброуплотнять смесь нужно тщательно, с тем чтобы обеспечить плотную структуру бетона. Организовывать работы следует так, чтобы бетонирование велось в наиболее благоприятные часы суток, т. е. вечером, утром и даже ночью.

Главной особенностью и требованием при зимнем бетонировании является создание такого режима укладки и твердения бетона, при котором он к моменту замерзания приобретает необходимую прочность, называемую *критической*. Пределы такой прочности указаны в СНиПе. В частности, для бетона марки М150 она должна составлять не менее 50% проектной, для марок М200-М300 - 40 %, но независимо от марки 70 % – для конструкций, подвергающихся по окончании выдерживания замораживанию и оттаиванию, 80 % – для предварительно напряженных конструкций и 100 % – для конструкций, подвергающихся сразу после выдерживания действию расчетной нагрузки (давлению воды и др.).

Нами для ускорения твердения бетона на морозе предложены и проверены экспериментально ряд технологических мероприятий: повторное

вибрирование бетонной смеси, вибрирование с перегрузом, активация воды затвердения бетонной смеси [1].

Способы укладки бетона зимой в значительной мере определяются применяемыми способами его выдерживания. На практике применяют как безобогревные способы выдерживания (способ термоса и термоса с добавками - ускорителями твердения, противоморозными добавками), так и способы искусственного подогрева или прогрева конструкций (электротермообработка бетона, применение греющей опалубки и покрытий, обогрев паром, горячим воздухом или в тепляках).

Выдерживание бетона способом термоса применяется для массивных конструкций. Массивность конструкций характеризуется отношением суммы охлаждаемых наружных поверхностей к ее объему, называемым *модулем поверхности* (Мп). Способом термоса выдерживают конструкции с модулем поверхности до 6. Способ основан на использовании утепленной опалубки, тепла подогретых составляющих смеси, а так же тепла, выделяемого в процессе схватывания и твердения цемента вследствие экзотермии. При этом хорошо укрытый бетон остывает настолько медленно, что успевает набрать критическую прочность до замерзания. При данном способе применяют быстротвердеющие портландцементы, а также портландцементы высоких марок (не ниже 400), которые не только быстро набирают прочность, но и выделяют при твердении значительное количество воды.

Применение противоморозных добавок (хлорида натрия в сочетании с хлоридом кальция, нитрата натрия, поташа и др.) в количестве 3-16 % от массы цемента, обеспечивающих твердение при отрицательных температурах, позволяет транспортировать бетонную смесь в неутепленной таре и укладывать ее на морозе. При выборе вида добавки учитывают область применения бетонов с химическими добавками и имеющиеся ограничения. Оптимальное количество добавок обычно не превышает 16% от массы цемента. Смесь с противоморозными добавками укладывают в конструкции и уплотняют с соблюдением общих правил укладки бетона.

Электротермообработка бетона основана на использовании тепла, получаемого от превращения электрической энергии в тепловую. Электротермообработку осуществляют методами электродного прогрева (электропрогрева), а также путем электрообогрева различными электронагревательными устройствами, индукционного нагрева (в электромагнитном поле). Электродный прогрев бетона обеспечивается через электроды, располагаемые внутри или на поверхности бетона. Соседние или противоположные электроды подсоединяют к проводам разных фаз, в результате чего между электродами в бетоне возникает электрическое поле, прогревая его. Ток в армированных конструкциях пропускают напряжением 50-120 В, а в неармированных – 127-380 В. При прохождении тока бетон нагревается и в течение 1,5-2 сут. приобретает распалубочную прочность.

Электрообогрев бетона осуществляют инфракрасными лучами, передающими теплоту в виде лучистой энергии, используя в качестве источников таких лучей трубчатые электронагреватели (ТЭНы) и стержневые карборундовые излучатели. Используют также контактный электрообогрев путем непосредственной передачи теплоты от нагревающих поверхностей к прогреваемому бетону. Его используют в греющих подъемно-переставной и разборно-щитовой инвентарной опалубках. Бетонные подготовки и днища, например, емкостных сооружений (резервуаров и др.) толщиной до 20 см бетонируют с прогревом полосовыми электродами, закрепленными на накладных деревянных щитах с подключением их к трем фазам электросети. Электрообогрев можно выполнять с помощью различных нагревателей - проволочных, греющих кабелей и проводов, стержневых, трубчатых, сетчатых, пластинчатых и др.

Индукционный прогрев осуществляют за счет преобразования энергии переменного магнитного поля в арматуре или стальной опалубке в тепловую с передачей ее бетону с помощью индукционной обмотки.

Обогрев бетона в греющей опалубке и покрытиях. Греющую (термоактивную) опалубку применяют для обогрева тонкостенных и среднемассивных конструкций (с любой степенью армирования) при температурах наружного воздуха до -40°C . Для обогрева конструкций типа днищ емкостных сооружений применяют инвентарные термоактивные гибкие покрытия (ТАГП): сборно-разборное, цельноклееное, с греющим проводом. При скоростном возведении вертикальных стен, например, водонапорных башен, градирен в скользящей опалубке применяют двухсторонний их обогрев с установкой термоактивного подвесного покрытия (ТАПП).

Обогрев бетона паром или горячим воздухом. Обогрев паром применяют для конструкций с модулем поверхности больше 8-10. Этот способ прогрева обеспечивает благоприятные тепловлажностные условия для твердения бетона, однако требуется большой расход пара (до 2 т на 1 м^3 бетона), а также устройство паровых рубашек, трубопроводов и т.п. Применяют следующие разновидности паропрогрева: прогрев в паровой рубашке, при котором пар подается в замкнутое пространство, образованное вокруг прогреваемой конструкции паронепроницаемым ограждением, отстоящим от опалубки на 10-15 см. Этот метод эффективен для конструкций с большими поверхностями.

Применение тепляков, или шатров, создающих замкнутое пространство, внутри которого бетонируют и выдерживают конструкции в естественных условиях (без подогрева воздуха), не получило широкого практического распространения, а использование пленочных тепляков шатрового типа с подогревом воздуха внутри них является эффективным и прогрессивным способом зимнего бетонирования [2].

Технология бетонных работ в условиях сухого жаркого климата имеет ряд особенностей. Такие сложные климатические условия наступают при летней температуре наружного воздуха 35-40°С при относительной влажности 10-25%, интенсивной солнечной радиации и частых ветрах. Совокупное воздействие таких факторов приводит к быстрому обезвоживанию (высушиванию) бетона, что замедляет и даже прекращает процессы гидратации цемента. Вследствие быстрого высыхания бетона прочность его снижается почти на 50% по сравнению с бетоном, твердеющим в нормальных температурно-влажностных условиях.

Поэтому, чтобы обеспечить надлежащее качество бетонных и железобетонных конструкций водопроводных сооружений, возводимых в условиях сухого жаркого климата, необходимо применять такие методы приготовления, транспортирования, укладки и ухода за бетоном, которые бы препятствовали или сводили к минимуму его обезвоживание.

Так, при приготовлении смеси необходимо применять меры, обеспечивающие сохранение требуемой консистенции смеси к моменту ее укладки в опалубку. Этого можно достичь, в частности, за счет снижения температуры смеси в процессе ее приготовления, а также принятия мер против обезвоживания смеси при ее транспортировании, укладке и выдерживании при твердении бетона. Существенно снизить температуру смеси (до 20°С) при температуре наружного воздуха до 40°С и низкой относительной влажности можно путем смачивания охлажденной водой заполнителей и обдува холодным воздухом при подаче их в смеситель и т.д.

С этой же целью иногда добавляют в воду затворения до 50 % льда (к ее массе).

Чтобы сохранить требуемую консистенцию смеси в нее полезно вводить поверхностно-активные добавки (0,4-0,5 % массы цемента). В условиях сухого и жаркого климата следует увеличивать продолжительность перемешивания бетонной смеси на 30-50 %. При этом соблюдают такой порядок: вначале в бетоносмеситель загружают заполнитель, а также 2/3 расчетного количества воды и перемешивают в течение 1-2 мин. Затем добавляют цемент, остальную воду, вводят добавки и вновь перемешивают 3-4 мин.

Готовую бетонную смесь к месту укладки следует транспортировать в закрытой таре. Для этих целей наиболее подходят автобетоновозы и автобетоносмесители.

Важное значение при бетонировании в условиях сухого и жаркого климата имеет своевременный и тщательный уход за бетоном. С этой целью открытые поверхности свежеложенного бетона надо покрывать мешковиной, рогожами, брезентом; после укладки бетон через каждые 3-4 часа надо увлажнять [3].

Там, где имеются условия, например, при бетонировании подготовки или днища емкостных сооружений, их заливают водой через 6-12 ч после укладки смеси.

Однако, учитывая часто наблюдаемый дефицит источников воды в районах с сухим и жарким климатом, целесообразно применять так называемые «сухие» безвлажные методы ухода за бетоном, в том числе твердение бетона под специальными, воздухонепроницаемыми навесами из пленки или посредством покрытия поверхности бетона различными составами. Конструкции небольших размеров можно сразу же после бетонирования накрывать легкими переносными шатрами из полихлорвиниловой пленки на каркасе из стальных трубок или стержней диаметром 16-20 мм. В этом случае при необходимой герметичности устройства внутри его создаются условия, близкие к мягкому режиму пропаривания.

Обезвоживание бетона можно также значительно снизить за счет ускорения его твердения, для чего следует применять высокоактивные, но мало усадочные цементы, ускорители твердения, а также методы тепловой обработки, в том числе при помощи герметичных пленочных навесов.

Литература:

1. Бржанов Р.Т.. Повторное вибрирование как фактор повышения прочности бетона. Вестник ПГУ, №1,2009 г. с. 25-35
2. Головнев С.Г.. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999г.-156 с.ил.
3. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.