Введение

В нашей стране здания и сооружения из монолитного бетона возводят

круглый год.. Известно, что при температуре +50С бетонные смеси

резко снижают набор прочности. Все реакции гидратации замедляются. При температуре ниже 0 оС химически несвязанная вода превращается в лед и увеличивается в объеме приблизительно на 9%. В результате в бетоне возникают напряжения, разрушающие его структуру. Замерзший бетон обладает высокой прочностью, но только за счет сцепления замерзшей воды. При оттаивании процесс гидратации цемента возобновляется, но из-за нарушений структуры бетон не может набрать проектной прочности, т.е. его прочность значительно ниже, чем прочность бетона, не подвергавшегося замерзанию. Экспериментами установлено, что на процесс набора прочности бетона существенно влияют условия твердения. Если бетон до замерзания наберет 30-50% прочности от проектной, то дальнейшее воздействие низких температур не влияет на его физико-механические характеристики. Прочность, после набора которой дальнейшее воздействие замерзания не влияет на физико-механические характеристики бетона, называется критической. Значение критической прочности зависит от класса бетона. При возведении предварительно напряженных конструкций критическая прочность бетона должна составлять 100% проектной. Таким образом, созданием благоприятных условий твердения бетона в начальный период получают конструкции требуемого качества. Необходимый температурный режим твердения бетона создают различными приемами: разогревом бетона при его приготовление, выдерживанием бетона в утепленных опалубках (метод термоса); внесением в бетон химических добавок, снижающих температуру замерзания; тепловым воздействием на свежеуложенный бетон греющих опалубок; электродным прогревом; инфракрасными источниками теплоты. Технологический прием выбирают с учетом условий бетонирования, вида конструкций, особенностей используемых бетонов, экономической эффективности.

**Технология бетонных работ в зимних условиях**

**Физические процессы и определяющие положения**

Понятие «зимние условия» в технологии монолитного бетона и железобетона несколько отличается от общепринятого - календарного. Зимние условия начинаются, когда среднесуточная температура наружного воздуха снижается до +5°С, а в течение суток имеет место падение температуры ниже 0°С.

При отрицательных температурах не прореагировавшая с цементом вода переходит в лед и не вступает в химическое соединение с цементом. В результате этого прекращается реакция гидратации и, следовательно, бетон не твердеет. При последующем оттаивании замерзшая вода вновь превращается в жидкость и процесс гидратации цемента возобновляется, однако разрушенные структурные связи в бетоне полностью не восстанавливаются. Замораживание свежеуложенного бетона сопровождается также образованием вокруг арматуры и зерен заполнителя ледяных пленок, которые благодаря притоку воды из менее охлажденных зон бетона увеличиваются в объеме и отжимают цементное тесто от арматуры и заполнителя. Если бетон до замерзания приобретает определенную начальную прочность, то все упомянутые выше процессы не оказывают на него неблагоприятного воздействия. Минимальную прочность, при которой замораживание для бетона не опасно, называют критической. Величина нормируемой критической прочности зависит от класса бетона, вида и условий эксплуатации конструкции и составляет: для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой - 50% проектной прочности для В7,5...В10, 40% для В12,5... В25 и 30% для В 30 и выше; для конструкций с предварительно напрягаемой арматурой - 80% проектной прочности; для конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию или расположенных в зоне сезонного оттаивания вечномерзлых грунтов проектной прочности,конструкций, нагружаемых расчетной нагрузкой - 100% проектной прочности. Продолжительность твердения бетона и его конечные свойства в значительной степени зависят от температурных условий, в которых выдерживают бетон. По мере повышения температуры увеличивается активность воды, содержащейся в бетонной смеси, ускоряется процесс ее взаимодействия с минералами цементного клинкера, интенсифицируются процессы формирования коагуляционной и кристаллической структуры бетона. При снижении температуры, наоборот, все эти процессы затормаживаются и твердение бетона замедляется. Поэтому при бетонировании в зимних условиях необходимо создать и поддерживать такие температурно-влажностные условия, при которых бетон твердеет до приобретения или критической, или заданной прочности в минимальные сроки с наименьшими трудовыми затратами. Для этого применяют специальные способы приготовления, подачи, укладки и выдерживания бетона. При приготовлении бетонной смеси в зимних условиях ее температуру повышают до 35...40С путем подогрева заполнителей и воды. Заполнители подогревают до 60С паровыми регистрами, во вращающихся барабанах, в установках с продувкой дымовых газов через слой заполнителя, горячей водой. Воду подогревают в бойлерах или водогрейных котлах до 90С. Подогрев цемента запрещается. При приготовлении подогретой бетонной смеси применяют иной порядок загрузки составляющих в бетоносмеситель. Зимой во избежание «заваривания» цемента в барабан смесителя вначале заливают воду и загружают крупный заполнитель, а затем после нескольких оборотов барабана - песок и цемент. Общую продолжительность перемешивания в зимних условиях увеличивают в 1,2... 1,5 раза. Бетонную смесь транспортируют в закрытой утепленной и прогретой перед началом работы таре (бадьи, кузова машин). Автомашины имеют двойное днище, в полость которого поступают отработанные газы мотора, что предотвращает теплопотери.Бетонную смесь следует транспортировать от места приготовления до места укладки по возможности быстрее и без перегрузок. Места погрузки и выгрузки должны быть защищены от ветра, а средства подачи бетонной смеси в конструкции (хоботы, виброхоботы и др.) утеплены. Состояние основания, на котором укладывают бетонную смесь, а также способ укладки должны исключать возможность ее замерзания в стыке с основанием и деформации основания при укладке бетона на пучинистые фунты. Для этого основание отогревают до положительных температур и предохраняют от замерзания до приобретения вновь уложенным бетоном требуемой прочности. Опалубку и арматуру до бетонирования очищают от снега и наледи; арматуру диаметром более 25 мм, а также арматуру из жестких прокатных профилей и крупные металлические закладные детали при температуре ниже - 10°С отогревают до положительной температуры. Бетонирование следует вести непрерывно и высокими темпами, при этом ранее уложенный слой бетона должен быть перекрыт до того, как в нем температура будет ниже предусмотренной.

**Метод «термоса»**

Технологическая сущность метода «термоса» заключается в том, что имеющая положительную температуру (обычно в пределах 15... 30°С) бетонная смесь укладывается в утепленную опалубку. В результате этого бетон конструкции набирает заданную прочность за счет начального теплосодержания и экзотермического тепловыделения цемента за время остывания до 0°С. В процессе твердения бетона выделяется экзотермическая теплота, количественно зависящая от вида применяемого цемента и температуры выдерживания. Наибольшим экзотермическим тепловыделением обладают высокомарочные и быстротвердеющие портландцементы. Экзотермия бетона обеспечивает существенный вклад в теплосодержание конструкции, выдерживаемой методом «термоса». Поэтому при применении метода «термоса» рекомендуется применять бетонную смесь на высокоэкзотермичных портландных и быстротвердеющих цементах, укладывать с повышенной начальной температурой и тщательно утеплять.

**Бетонирование методом «Термос с добавками-ускорителями»**

Некоторые химические вещества (хлористый кальций СаСl, углекислый калий - поташ К2СО3, нитрат натрия NaNO3 и др.), введенные в бетон в незначительных количествах (до 2% от массы цемента), оказывают следу ющее действие на процесс твердения: эти добавки ускоряют процесс твердения в начальный период выдерживания бетона. Так, бетон с добавкой 2%-го хлористого кальция от массы цемента уже на третий день достигает прочности, в 1,6 раза большей, чем бетон того же состава, но без добавки. Введение в бетон добавок-ускорителей, являющихся одновременно и противоморозными добавками, в указанных количествах понижает температуру замерзания до -3°С, увеличивая тем самым продолжительность остывания бетона, что также способствует приобретению бетоном большей прочности. Бетонные смеси с добавками-ускорителями готовят на подогретых заполнителях и горячей воде. При этом температура бетонной смеси на выходе из смесителя колеблется в пределах 25...35°С, снижаясь к моменту укладки до 20°С. Такие бетоны применяют при температуре наружного воздуха -15... -20°С. Укладывают их в утепленную опалубку и закрывают слоем теплоизоляции. Твердение бетона происходит в результате термосного выдерживания в сочетании с положительным воздействием химических добавок. Этот способ является простым и достаточно экономичным, позволяет применять метод «термоса» для конструкций с Мп < 8 (бетоны на обычных портландцементах).

**Бетонирование «Горячий термос»**

Заключается в кратковременном разогреве бетонной смеси до температуры 60... 80°С, уплотнении ее в горячем состоянии и термосном выдерживании или с дополнительным обогревом. В условиях строительной площадки разогрев бетонной смеси осуществляют, как правило, электрическим током. Для этого порцию бетонной смеси с помощью электродов включают в электрическую цепь переменного тока в качестве сопротивления. Электроразогрев бетонной смеси осуществляют при напряжении тока 380 и реже 220 В. Для организации электроразогрева на строительной площадке оборудуют пост с трансформатором (напряжение на низкой стороне 380 или 220 В), пультом управления и распределительным щитом. Электроразогрев бетонной смеси осуществляют в основном в бадьях или в кузовах автосамосвалов. **В первом случае** приготовленную смесь (на бетонном заводе), имеющую температуру 5...15°С, доставляют автосамосвалами на строительную площадку, выгружают в электробадьи, разогревают до 70... 80°С и укладывают в конструкцию. Чаще всего применяют обычные бадьи (туфельки) с тремя электродами из стали толщиной 5 мм, к которым с помощью кабельных разъемов подключают провода (или жилы кабелей) питающей сети. Для равномерного распределения бетонной смеси между электродами при загрузке бадьи и лучшей выгрузке разогретой смеси в конструкцию на корпусе бадьи установлен вибратор. **Во втором случае** приготовленную на бетонном заводе смесь доставляют на строительную площадку в кузове автосамосвала. Автосамосвал въезжает на пост разогрева и останавливается под рамой с электродами. При работающем вибраторе электроды опускают в бетонную" смесь и подают напряжение. Разогрев ведут в течение 10... 15 мин до температуры смеси на быстротвердеющих портландцементах 60°С, на портландцементах 70°С, на шлакопортландцементах 80°С.

Для разогрева смеси до столь высоких температур за короткий промежуток времени требуются большие электрические мощности. Так, для разогрева 1 куб. м. смеси до 60°С за 15 мин требуется 240 кВт, а за 10 мин - 360 кВт установленной мощности.

**Безопасность труда при выполнении бетонных работ.**

Бетонщики при производстве работ согласно имеющейся квалификации обязаны выполнять требования безопасности, изложенные в " Типовой инструкции по охране труда для работников строительства, промышленности строительных материалов и жилищно-коммунального хозяйства", настоящей типовой инструкции, разработанной с учетом строительных норм и правил Российской Федерации, а также требования инструкций заводов-изготовителей по эксплуатации применяемого оборудования и технологической оснастки.

**Требования безопасности перед началом работы**

**Перед началом работы бетонщики обязаны:**

предъявить руководителю удостоверений о проверке знаний безопасных методов работ и пройти инструктаж на рабочем месте с учетом специфики выполняемых работ;

надеть спецодежду, каску и спецобувь установленного образца;

получить задание на выполнение работы у бригадира или руководителя.

После получения задания у бригадира или руководителя бетонщики обязаны:

подготовить необходимые средства индивидуальной защиты и проверить их исправность;

проверить рабочее место и подходы к нему на соответствие требованиям безопасности;

подобрать технологическую оснастку, инструмент, необходимые при выполнении работы, и проверить их соответствие требованиям безопасности;

проверить целостность опалубки и поддерживающих лесов.

Бетонщики не должны приступать к выполнению работ при следующих нарушениях требований безопасности:

неисправностях технологической оснастки, средств защиты работающих и инструмента, указанных в инструкциях заводов-изготовителей по их эксплуатации, при которых не допускается их применение;

несвоевременном проведении очередных испытаний (технического осмотра) технологической оснастки, инструмента и приспособлений;

несвоевременном проведении очередных испытаний или истечении срока эксплуатации средств защиты работающих, установленного заводом-изготовителем; недостаточной освещенности рабочих мест и подходов к ним; повреждении целостности или потере устойчивости опалубки или поддерживающих лесов. Обнаруженные нарушения требований безопасности должны быть устранены собственными силами, а при невозможности сделать это бетонщики обязаны незамедлительно сообщить о них бригадиру или руководителю работ.

**Требования безопасности во время работы**

При необходимости в процессе работы перехода с одного рабочего места на другое бетонщики должны использовать оборудованные системы доступа (лестницы, трапы, мостики). Переход по строительным конструкциям или находящимся на них лестницам, трапам, мостикам, а также пребывание на них работников разрешается при условии закрепления конструкций в соответствии с проектом. Нахождение работников на элементах строительных конструкций, удерживаемых краном, не допускается. При доставке бетона автосамосвалами необходимо соблюдать следующие требования: во время движения автосамосвала бетонщики должны находиться на обочине дороги в поле зрения водителя; разгрузку автосамосвала следует производить только при полной его остановке и поднятом кузове; поднятый кузов следует очищать от налипших кусков бетона совковой лопатой или скребком с длинной рукояткой, стоя на земле При разгрузке бетоносмесителей бетонщикам запрещается ускорять разгрузку лопатами и другими ручными инструментами. Чистка и ремонт бетоносмесителей и других машин, занятых на бетонных работах, допускаются только после отключения от источника питания (снятия напряжения) и вывешивания на рубильнике плаката «Не включать - работают люди!».

Для предотвращения обрушения опалубки от действия динамических нагрузок (бетона, ветра и т.п.) необходимо устраивать дополнительные крепления (расчалки, распорки и т.п.) согласно проекту.

При приеме бетонной смеси из бункеров (бадей) расстояние между нижней кромкой бункера (бадьи) и ранее уложенным слоем или поверхностью, на которую укладывается бетонная смесь, должно быть не более 1 м, если иные расстояния не предусмотрены проектом. Укладывать бетонную смесь в опалубку следует плавно, небольшими порциями, исключая возможность больших динамических и ударных нагрузок на опалубку и арматуру. Монтаж, демонтаж и ремонт бетоноводов, а также удаление из них задержавшейся бетонной смеси (пробок) следует выполнять только после снижения давления в бетоноводе до атмосферного. Во время прочистки (испытания, продувки) бетоноводов сжатым воздухом запрещается нахождение работников, не занятых выполнением этих работ, на расстоянии ближе 10 м от бетоновода. При подаче бетонной смеси конвейером необходимо выполнение следующих требований: располагать верхний конец конвейера над грузоподъемной площадкой на высоте не менее 0,5 м; следить во время работы за устойчивостью конвейера, а также исправностью защитных ограждений и настилов, ограждающих конвейер в местах проходов; очищать ролики и ленту конвейера от бетона, а также натягивать и закреплять ленту только при выключенном электродвигателе и установленной на пускателе надписи «Не включать - работают люди!». При уплотнении бетонной смеси электровибратором бетонщики обязаны выполнять такие требования: отключать электровибратор при перерывах в работе и переходе в процессе бетонирования с одного места на другое; перемещать площадочный вибратор во время уплотнения бетонной смеси только с помощью специальных гибких тяг; выключать вибратор на 5-7 мин для охлаждения через каждые 30 - 35 мин работы; не допускать работу вибратором с приставных лестниц; подвешивать электропроводку вибратора, а не прокладывать по уложенному бетону; закрывать (изолировать) от попадания влаги во время дождя или обильного снегопада выключатели электровибратора. Поливать водой уложенный бетон следует только после снятия электрического напряжения в сети и вывешивания на рубильнике плаката «Не включать - работают люди!». Выполнение работ на участке электропрогрева, находящегося под электрическим напряжением, запрещается. Открытую (незабетонированную) арматуру железобетонных конструкций, связанную с участком, находящимся под электропрогревом, необходимо заземлить.

Разбирать и передвигать опалубку следует только с разрешения руководителя работ. Элементы разборной опалубки необходимо опустить на землю, рассортировав с удалением выступающих гвоздей и скоб, и складировать в штабель. Запрещается складировать разбираемые элементы опалубки на подмостях (лесах) или рабочих настилах, а также сбрасывать их с высоты.

Бетонщики, работающие с электровибраторами, а также производящие электропрогрев, должны работать в диэлектрических перчатках и обуви. Измерение температуры бетона в зоне электропрогрева следует осуществлять дистанционными приборами после снятия электрического напряжения. При механической обработке бетонных конструкций не допускается выполнение работ при нахождении людей ниже места производства работ по одной вертикали. При укладке бетона с химическими добавками бетонщики обязаны применять средства индивидуальной защиты согласно технологической карте на выполнение указанных работ. При пробивке борозд в бетоне отбойным молотком бетонщики обязаны пользоваться защитными очками. Строповка бункера (бадьи) должна осуществляться бетонщиками, имеющими удостоверение стропальщика. При осуществлении этих работ необходимо выполнять требования "Типовой инструкции по охране труда для стропальщиков".

**Требование безопасности в аварийных ситуациях**

При обнаружении неисправностей крепления опалубки, средств подмащивания, средств механизации или технологической оснастки работы необходимо приостановить и сообщить об этом бригадиру или руководителю работ. При подаче бетона грузоподъемным краном работы должны быть приостановлены в следующих случаях: возрастании скорости ветра до 15 м/с и более; при грозе или тумане, исключающих видимость в пределах фронта работ.

**Требования безопасности по окончании работ**

**По окончании работы бетонщики обязаны:**

отключить от электросети механизированный инструмент и механизмы, применяемые во время работы;

очистить от загрязнений после полной остановки механизмов их движущиеся части;

привести в порядок рабочее место;

электровибраторы и другие инструменты убрать в отведенное для этого место;

сообщить бригадиру или руководителю работ о всех неполадках, возникших во время работы.

**Используемая литература:**

**1. Афанасьев А.А.**

**Бетонные работы -М.: Высш. Шк., 1991.**

**2. Баженов Ю.М.**

**Технология бетонных и железобетонных изделий. М., 1984.**

**3. Хаютин Ю.Г.**

**Монолитный бетон. М., 1990.**

**4. СниП 3.03.01-87**