

СЕВЕРОВА Елизавета Ильинична – студентка, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: kaf.kis-303@mail.ru

About the authors:

MOSKVINA Yulia Nikolaevna – Candidate of Philosophy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, Tver. E-mail: julim@yandex.ru

SEVEROVA Elizaveta Ilyinichna – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kaf.kis-303@mail.ru

УДК 691.587

СПОСОБЫ ВНУТРЕННЕГО УХОДА ЗА КОНСТРУКЦИОННЫМИ БЕТОНАМИ ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Д.В. Орлова, Т.Б. Новиченкова,
М.А. Смирнов, В.Б. Петропавловская

© Орлова Д.В., Новиченкова Т.Б., Смирнов М.А.,
Петропавловская В.Б., 2024

***Аннотация.** Рассмотрены способы внутреннего ухода за конструкционными бетонами, используемыми в жилищном строительстве. Описаны методы выдерживания свежеслитого бетона с применением различных защитных покрытий, добавок, мероприятий, основным назначением которых является создание благоприятных температурно-влажностных условий для твердения бетона и нарастания его прочности, а также для получения качественных и долговечных бетонных изделий и конструкций.*

***Ключевые слова:** уход, внутренний уход, свежеслитый бетон, поливка бетона, периодическое увлажнение, срок службы, трещины, надежность, прочность, влажность, температура, жилищное строительство, конструкционный бетон, показатель качества.*

Введение

Сегодня строительство – одна из самых динамично развивающихся отраслей промышленности страны. Наиболее распространенным материалом в конструкциях современных зданий и сооружений является бетон.

Правильный, своевременный уход за свежееуложенным бетоном – это необходимое мероприятие, обеспечивающее получение долговечных жилищ с заданными показателями. Несмотря на то что уход является одним из основных этапов изготовления конструкций, на практике им зачастую пренебрегают либо выполняют небрежно. Такое отношение возникает прежде всего из-за дополнительных затрат (во время ухода нужно использовать специальные составы, поддерживать насыщенное состояние влагоемких материалов, укладываемых на поверхность бетона, и т. д.) [2; 3]. Застройщики, конечно же, хотят минимизировать издержки. Другая причина кроется в том, что последствия недостаточного ухода проявляются не сразу, а по прошествии некоторого времени (во время эксплуатации сооружения либо конструкции).

Внутренний уход за конструкционными бетонами представляет собой комплекс мероприятий по созданию оптимальных температурно-влажностных условий для протекания реакции гидратации и структурообразования до достижения критической прочности бетоном, после чего отсутствие какого-либо ухода не сказывается пагубно на свойствах бетона [4].

Бетон, за которым правильно ухаживают во время набора им прочности (обычно в течение 28 суток), будет на порядок лучше, чем тот, за которым не следили.

Цель статьи – изучение способов внутреннего ухода за конструкционными бетонами для жилищного строительства.

Работы, связанные с заливкой бетона в жилищном строительстве, проводятся ежедневно и круглогодично на всей территории Российской Федерации, а также в других странах. Внутренний уход подразумевает отслеживание различных температурных показаний, введение в состав бетона суперадсорбентов, минеральных добавок и пластификаторов, водонасыщенных пористых заполнителей бетона, которые аккумулируют воду при приготовлении бетонной смеси и выделяют ее в процессе твердения бетона.

Метод ухода выбирается с учетом погодных-климатических условий и обстоятельств твердения бетона. Рассмотрим специфику ухода в зависимости от того, в какой период он осуществляется.

Зимний период

Особенности погодных условий России оказывают значительное воздействие на проведение строительных работ. В соответствии с СП 131.13330.2012 продолжительность зимнего периода (когда преобладают отрицательные и знакопеременные температуры окружающей среды) для климатических условий Урала и Поволжья составляет около 5–6 мес. [1].

При проведении бетонных работ зимой необходимо создать условия для набора бетоном требуемой (критической) прочности (для достижения

100%-й проектной прочности нужны значительные энергозатраты). Если бетон замерзнет до приобретения им минимальной требуемой прочности, то после оттаивания будет невозможно добиться 100%-й марочной прочности. Это объясняется тем, что свежеуложенная бетонная смесь содержит не связанную в процессе гидратации портландцемента воду, которая в случае замерзания расширяется и разрывает связи между заполнителем и затвердевшим слабо цементным камнем. Кроме того, из-за раннего замораживания снижается величина сцепления бетона с арматурой [1; 4].

Существует множество исследований на тему зимнего бетонирования. Данной темой занимались и русские, и зарубежные ученые. Отметим, что вклад последних менее велик, нежели отечественных. Однако на практике по-прежнему остается нерешенным ряд вопросов.

Существующие нормативные документы, регламентирующие технологию выполнения заливки бетонных конструкций в зимних условиях, рекомендуют осуществлять выбор способа прогрева бетона в монолитных сооружениях в зависимости от конструктивных особенностей и модуля поверхности охлаждения. Последний определяется как отношение площади конструкции, подвергаемой охлаждению, к общему объему бетонирования [5; 6].

Нормативные документы описывают способы ухода за бетоном в зимнее время года [5]. К таким методам относятся:

- электродный,
- с обогреваемой опалубкой,
- применение термоматов.

Все эти методы являются энергозатратными и неэффективными. Более действенны универсальные способы [4]:

- использование греющего кабеля;
- введение в состав бетона специальных противоморозных и морозостойких добавок.

Если в зимнее время года во время проведения бетонных работ температура воздуха ниже нуля, то следует в процессе приготовления бетонной смеси применять противоморозные добавки, а после ее укладки поддерживать положительную температуру (т. е. прогревать бетон тепловыми пушками, осуществлять электропрогрев, укрывать бетон теплоудерживающими материалами и т. п.) [5].

Весенне-осенний период

В весенне-осенний период необходимо реализовывать методы ухода за бетоном по правилам зимнего бетонирования, так как температура ночью близка к нулю, а иногда бывает и ниже.

Проводятся подогрев свежеуложенного бетона в опалубках, вводят противоморозные добавки, укрывают бетон термоматами. Данные методы

позволяют поддерживать положительную температуру (более 15 °С) по СП 70.13330.2012 [1; 3; 6].

Летний период

В летний период года изделия из бетонов применяются во всех сферах строительства и промышленности (например, при строительстве автомобильных дорог, монолитных зданий, гидротехнических сооружений). Летом в знойных и сухих областях уход за бетоном должен быть своевременным (если температура воздуха более 40 °С, то температура самого бетона может достигать более 100 °С). В таких условиях происходит испарение влаги с поверхности незащищенного свежеуложенного бетона, что приводит к образованию усадочных трещин и направленных капилляров, резко уменьшающих долговечность материала [4; 7].

Из-за повышенных температур наружный и внутренний уход за бетоном в сухом жарком климате ограничивается созданием благоприятных влажностных условий либо же (в случае с внутренним уходом) введением суперпластификаторов. Продолжительность влажностного ухода зависит от температуры среды (обычно это 3–7 дней). Согласно классификации RILEM, наружный уход разделяется на водный и безводный [4]. Первый предполагает создание барьера, мешающего испарению внутренней влаги бетона путем устройства на поверхности водных запруд, водораспыления, применения водонасыщенных материалов и т. д. При своевременном и правильном использовании данного метода распыляемая вода не проникает внутрь бетона, она лишь служит защитным экраном для воды, находящейся в капиллярном пространстве бетона. Однако, как показывает опыт большинства стройплощадок, на практике распыление воды и формирование запруд носит эпизодический характер (соответственно, эффективность данного метода условна).

К безводному уходу относятся методы применения специальных материалов (мембран, пленок, пленкообразующих материалов и т. д.), которые создают непроницаемый барьер между окружающей средой и поверхностью бетона, за счет чего удерживают влагу в его теле. Несмотря на развитие теории и практики высокофункциональных бетонов с водосодержанием, близким к стехиометрическим значениям, водоцементное отношение многих укладываемых бетонов выше 0,40, следовательно, количество влаги в бетоне более чем достаточное для гидратации цемента. Основной функцией безводного ухода за бетоном является удержание влаги в течение максимально возможного долгого времени [2; 9].

Уход после того, как прочность бетона достигнет 0,5 МПа, заключается в обеспечении влажности поверхности. В этом случае

используются такие методы, как нанесение влажного герметика, увлажнение, распыление воды на открытые поверхности бетона.

Для профилактики возникновения случаев напряжений, вызванных высокой температурой, а также для того, чтобы солнечные лучи не попадали непосредственно на монолитные конструкции, необходимо покрыть свежешелюженный бетон саморазрушающейся пеной, тепло- и влагоизолирующими герметиками, полимерной пленкой с коэффициентом отражения более 50 % или любым другим теплоизоляционным материалом.

В сухую и жаркую погоду текущий контроль качества бетонного покрытия осуществляется путем постоянного отслеживания температуры бетонной смеси при получении с завода и во время укладки [2; 7–9].

Цель ухода за бетонной смесью после заливки – создать управляемые и близкие к идеальным условия гидратации раствора в объеме по влажности и температурному режиму независимо от погодных условий и времени года [2; 9].

В летний период строят большую часть многоэтажных жилых зданий (в основном из монолитного бетона с введением различного рода добавок, таких как суперпластификаторы, для ускорения твердения и меньшего ухода, с внесением в воду затворения кусочков льда для охлаждения).

Введение в состав различных добавок

Применение бетона в строительстве обеспечивает надежную и долговечную эксплуатацию сооружения, но для такой эксплуатации требуется бетон с необходимыми характеристиками [7; 10].

Получение бетонов с заданными классом прочности, водонепроницаемостью, морозостойкостью и другими характеристиками возможно только при введении в смесь специальных химических добавок. Наиболее распространены химические добавки, увеличивающие прочность высоконагруженных конструкций, и гидрофобные составы для улучшения показателей морозостойкости и водонепроницаемости. Применение таких добавок позволяет получить смеси с требуемой подвижностью, что повышает удобоукладываемость и качество выполняемых работ [1; 2; 5; 10].

Суперпластификаторы – это универсальные многокомпонентные добавки, которые дают возможность изготавливать бетонные смеси с интенсивной прочностью и высокой подвижностью. От пластификаторов их отличает повышенный показатель текучести, который сохраняется в течение длительного срока. Водоредуцирующие добавки позволяют создавать бетонную смесь с меньшим содержанием воды. Они помогают обеспечить повышенную плотность состава, что благотворно влияет на долговечность и морозостойкость готовых изделий.

Ускоритель твердения является комплексной добавкой. Основные функции ускорителя – увеличение темпов набора распалубочной и

марочной прочности; повышение подвижности, долговечности бетонных конструкций и строительных растворов; усиление растворимости цементного клинкера, степени взаимодействия с водой. Есть добавки, которые обеспечивают достижение марочной прочности бетона за 7–10 дней вместо стандартных 28.

Заключение

Уход за бетоном – очень важная часть строительства. Соблюдение правил ухода помогает обеспечить требуемую прочность и качество поверхности бетонных конструкций. Правильный уход способствует быстрому росту прочности, скорейшему достижению распалубочной прочности конструкций, что ускоряет производство работ. Правила ухода обязательно должны быть прописаны в паспорте производимых работ.

Итак, к основным мероприятиям по уходу за бетоном после его укладки относятся:

- устройство влажных укрытий (равномерное распределение нехолодной воды);

- влажное содержание деревянной опалубки;

- смазка опалубки водонепроницаемыми средствами (гарантирует защиту стальной опалубки от прямого солнечного излучения), укрытие синтетическими пленками;

- нанесение образующих защитную пленку средств;

- соблюдение сроков распалубки бетона;

- прогрев бетона до рабочей температуры, утепление и использование противоморозных добавок в зимнее время.

Осуществляя в полном объеме перечисленные мероприятия, следует избегать досрочного высыхания (прежде всего вызываемого попаданием прямого солнечного света, ветром); большого внутреннего перепада температуры; вымывания цементного клея дождем и текучей водой; сотрясений и ударов (при ранней распалубке и т. д.).

Библиографический список

1. Таран В.В., Ключева Е.И., Попивнич В.Р. Решения по уходу за бетоном при возведении монолитных конструкций в зимних условиях Донбасса // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования: материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки. Астрахань: АГАСУ, 2022. С. 40–42.

2. Давиденко А.Ю., Арчакова В.А. Уход за бетоном, необходимые мероприятия и правила их осуществления в экстремальных условиях // Проектирование и строительство: сборник научных трудов 4-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск: ЮЗГУ, 2020. С. 93–96.

3. Добщиц Л.М. Пути повышения долговечности бетонов // Строительные материалы. 2017. № 10. С. 4–9.

4. Зайченко Н.М., Лахтарина С.В. Конструкционный легкий бетон с внутренним уходом // Строитель Донбасса. 2018. № 1 (2). С. 7–16.

5. Золотухин С.Н., Горюшкин А.Н. Бетонирование при отрицательных температурах // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2017. № 1. С. 81–85.

6. Шулдяков К.В., Трофимов Б.Я., Крамар Л.Я. Структурный фактор долговечности бетона // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2020. Т. 20. № 1. С. 46–51.

7. Муминов К.О., Тухтаев М.Б., Исаев Ж.А. Особенности выполнения бетонных работ при высоких температурах // Экономика и социум. 2022. № 6 (97)-1. С. 736–738. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vypolneniya-betonnyh-rabot-pri-vysokih-temperaturah/viewer> (дата обращения: 14.04.2024).

8. О причинах образования трещин в монолитных железобетонных плитах перекрытий / Л.И. Кошелева, С.П. Миусов, С.И. Клетенков, Д.Г. Рязанцев // Вестник НИЦ Строительство. 2020. № 1 (24). С. 70–77.

9. Дубяго Д.С. Технология ухода за бетоном при ремонте локальных повреждений с использованием пленочных покрытий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. 2006. № 9. С. 63–65.

10. Котов Ю.А., Абрамов М.А. Изучение способов ухода за бетоном с ускорителем его твердения // Семьдесят пятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием: сборник материалов конференции. Ярославль: ЯГТУ, 2022. С. 384–387.

METHODS OF INTERNAL CARE BEHIND STRUCTURAL CONCRETE FOR HOUSING CONSTRUCTION

**D.V. Orlova, T.B. Novichenkova,
M.A. Smirnov, V.B. Petropavlovskaya**

***Abstract.** The methods of internal care of structural concretes used in housing construction are considered. The methods of maintaining freshly poured concrete with the use of various protective coatings, additives, measures, the main purpose of which is to create favorable temperature and humidity conditions for hardening concrete and increasing its strength, as well as to obtain high-quality, durable concrete products and structures, are described.*

Keywords: *care, internal care, freshly poured concrete, concrete watering, periodic humidification, service life, cracks, reliability, strength, humidity, temperature, housing construction, structural concrete, quality indicator.*

Об авторах:

ОРЛОВА Дарья Владимировна – студентка, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Orlovadasha2001@yandex.ru

НОВИЧЕНКОВА Татьяна Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: tanovi.69@mail.ru

СМИРНОВ Матвей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: matiu.sm@yandex.ru

ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ Виктория Борисовна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: victoriapetrop@gmail.com

About the authors:

ORLOVA Daria Vladimirovna – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Orlovadasha2001@yandex.ru

NOVICHENKOVA Tatiana Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures Production, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tanovi.69@mail.ru

SMIRNOV Matvey Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures Production, Tver State Technical University, Tver. E-mail: matiu.sm@yandex.ru

PETROPAVLOVSKAYA Viktoria Borisovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Building Products and Structures Production, Tver State Technical University, Tver. E-mail: victoriapetrop@gmail.com