

УДК 691.328.34:666.193.2:691.618.92:

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

### ANALYSIS OF METHODS TO INCREASE FROST RESISTANCE OF CONCRETE

©Исаченко С. Л.,

Московский государственный строительный университет  
(национальный исследовательский университет),  
г. Москва, Россия, Isach21@yandex.ru

©Isachenko S.,

Moscow State University Of Civil Engineering  
(National Research University),  
Moscow, Russia, Isach21@yandex.ru

©Кодзоев М.-Б. Х.,

Московский государственный строительный университет  
(национальный исследовательский университет),  
г. Москва, Россия, basir731@yandex.ru

©Kodzoev M.-B.,

Moscow State University Of Civil Engineering  
(National Research University),  
Moscow, Russia, basir731@yandex.ru

*Аннотация.* Северные районы Евразии и Северной Америки подвержены влиянию низких и сверхнизких температур в зимний период. Но, несмотря на это, ведется активное освоение этих территорий, а, следовательно, и создание строительных объектов из железобетона. На железобетонные конструкции, в зависимости от их расположения, действуют различные виды нагрузок. Нагрузки по воздействию разделяются на механические, например от веса автомобиля (для дорожных плит) и внутренние (от замерзания воды в капиллярах). Для каждой из этих нагрузок подбирают свои методы противодействия, начиная от мероприятий на этапе производства цемента, специальных технологических мероприятий на этапе укладки и ухода за бетоном, и закачивая поверхностной обработкой готовой конструкции или изделия. Лишь при правильном подборе каждого компонента и выборе наиболее подходящей технологии получается добиться нужной морозостойкости изделия из железобетона.

*Abstract.* The Northern regions of Eurasia and North America is affected by low and very low temperatures in winter. But, despite it, active mastering of these territories, and, therefore, and creation of construction objects from reinforced concrete is conducted. On reinforced concrete structures, depending on their location, there are different types of loads. Impact loads are divided into mechanical loads, such as vehicle weight (for road plates) and internal loads (from freezing water in capillaries). For each of these loads pick up the methods of counteraction, beginning from actions at the stage of production of cement, special technological actions at the stage of laying and care of concrete, and pumping by surface treatment of a ready design or product. Only with the right selection of each component and the choice of the most suitable technology it turns out to achieve the desired frost resistance of the reinforced concrete product.

*Ключевые слова:* бетонный камень, морозостойкость бетона, бетонные дорожные покрытия, противоморозные добавки, гидроизоляция, водонасыщение, пористость.

*Keyword:* concrete stone, frost resistance of concrete, concrete pavements, anti-frost additives, waterproofing, water saturation, porosity.

Большая часть территории Российской Федерации, Канады, штата Аляска (США) и стран скандинавского полуострова расположена в температурной зоне, характеризующейся среднемесячной температурой января меньшей, чем  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Весь жилой фонд, промышленные объекты и объекты инфраструктуры, выполненные из бетона подвержены воздействию атмосферных осадков и влиянию разнознаковых температур, из-за которых бетонный камень теряет свои прочностные характеристики и утрачивает эстетические качества. Из этого следует, что для снижения этих отрицательных эффектов следует повышать морозостойкость бетона.

В северных районах, упомянутых выше стран, широко распространено устройство дорожного покрытия из бетонных плит. Бетонные дорожные плиты в процессе эксплуатации подвержены механическим воздействиям от веса машин, усилиям, которые возникают в ходе очистки дорог от снега, воздействию окружающей среды и, что особо важно, воздействию на дорожное покрытие различных противогололедных реагентов.

Разрушение бетонного камня при замерзании происходит вследствие того, что, когда вода увеличивается в объеме при замерзании (примерно на 9%), создает критические разрушения в порах бетона. Если же бетон не успел набрать критическую прочность к моменту замораживания, то происходит следующее. Вокруг пор крупного заполнителя имеются водяные пленки. При замерзании воды они расширяются и «отжимают» цементное тесто от крупного заполнителя. В результате этого после размораживания объема бетона в нем образуются нежелательные поры, и наблюдается снижение сплошности тела бетона.

Самое простое, что можно предложить в данном случае — это применение противоморозных добавок поташ (карбонат кальция), нитрит натрия, хлористые соли. Но все описанные добавки способствуют лишь снижению нижнего температурного порога бетона, то есть делают возможным зимнее бетонирование. Но они могут негативно сказываться на прочность бетона, его стойкость к агрессивным средам и на здоровье людей. Кроме того, они не увеличивают морозостойкость готовой конструкции [1, 2].

Для повышения класса по морозостойкости применяется два основных метода. Первый метод — это уменьшение количества пор и их проницаемости. Это достигается за счет применения гидрофобизирующих добавок, а также снижения водоцементного соотношения (это несет в себе дополнительные затраты на применения пластифицирующих добавок). Более простой метод — это применение специальных воздухововлекающих добавок, благодаря чему мы получаем определенный резерв пор, не заполненных жидкостью при нормальных условиях. Есть гипотеза о том, что разрушение бетона при замораживании происходит не из-за воздействия давления льда, (так как лед является сжимаемым материалом), а из-за того, что лед, расширяясь, воздействует на воду, оставшуюся в порах, а она, в свою очередь, разрушает тело бетона. И именно в этом случае нам необходим этот «резерв» пустых пор. При выдавливании воды она просто переходит в свободные поры и не разрушает тело бетона.

Так же на морозостойкость положительно сказывается устройство гидроизоляции. Она не может напрямую воздействовать на класс по морозостойкости, но она предохраняет тело

бетона от проникания воды в него. Воздействию отрицательных температур водонасыщенный бетон сопротивляется гораздо хуже, чем в естественно влажном состоянии. Но если подвальные помещения и конструкции фундаменты мы можем покрыть обмазочной и рулонной гидроизоляцией практически без ущерба в плане эстетики, то конструкции фасадов, а тем более места наиболее подверженные выветриванию (оконные отливы, цоколи, верхние части фасада) мы не можем закрыть классической гидроизоляцией. Для этого применяется проникающая гидроизоляция, пропитывающая толщу бетона и заполняющая поры нерастворимым гелем [3].

Некоторые полагают, что соблюдение описанных выше правил и методик может предотвратить разрушение бетонных конструкций. Это не верно. Без строгого контроля за видом применяемого цемента, за качество заполнителей и добавок нельзя получить бетонную конструкцию с высокой маркой по морозостойкости. При превышении содержания в ПЦ трехкальциевого алюмината (С3А) увеличивается пористость и сроки схватывания бетона. При некачественных заполнителях снижается прочность и морозостойкость бетон. Так же необходимо строгое соблюдение технологии. Как технологии производства бетонной смеси, так и технологии устройства бетонных конструкций. При недостаточном уплотнении, или ненадлежащем уходе за конструкцией в период набора прочности мы не получим должных характеристик [4, 5].

Дальнейшие работы направлены на выявление оптимального состава проникающей гидроизоляции (благодаря этому можно получить улучшение характеристик при реконструкции). Кроме того, необходимо изучить работу дорожных железобетонных плит при увеличении пролета, а также на работу от действия динамических нагрузок при крайне низких температурах.

*Источники:*

- (1). ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов.
- (2). ГОСТ 25912.2-91 Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ-18 для аэродромных покрытий. Конструкция.

*Sources:*

- 1). Additives for concrete and mortar.
- (2). GOST 25912.2-91 Ferro-concrete pre-stressed plates PAG-18 for aerodrome coatings. Design.

*Список литературы:*

1. Пономарев А. Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии // Инженерно-строительный журнал. 2009. №6. С. 25-33.
2. Рапопорт П. Б. Рапопорт, Н. В., Полянский, В. Г., Соколова, Е. Р., Гарибов, Р. Б., Кочетков, А. В., Янковский, Л. В. Анализ срока службы современных цементных бетонов //Современные проблемы науки и образования. 2012. №4. С. 92-92.
3. Бердов Г. И., Зырянова В. Н. Пути совершенствования технологии и свойств строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. №4. С. 51-62.
4. Саввинова М. Е. Свойства модифицированного мелкозернистого бетона из местного сырья регионов с холодным климатом // Инновационное развитие. 2018. №2. С. 20-22.

5. Мокшин Р. И. Анализ состояния исследований в технологии бетонных работ // Научные исследования в области технических И. 2018. С. 175.

*Reference:*

1. Ponomarev, A. N. (2009). High-quality concrete. Analysis of the possibilities and practice of using methods of nanotechnology. *Engineering and construction magazine*, (6), 25-33.
2. Rapoport, P. B., Rapoport, N. V., Polyansky, V. G., Sokolova, E. R., Garibov, R. B., Kochetkov, A. V., & Yankovsky, L. V. (2012). Analysis of the service life of modern cement concrete. *Modern problems of science and education*, (4), 92-92.
3. Berdov, G. I., & Zyryanov, V. N. (2010). Ways to improve the technology and properties of building materials. *News of higher educational institutions. Construction*, (4), 51-62.
4. Savvinova, M. E. (2018). Modified fine-grained concrete from local raw materials of regions with a cold climate. *Innovative development*, (2), 20-22.
5. Mokshin, R. I. (2018). Analysis of the state of research in the technology of concrete work. *Scientific research in the field of technical And*, 175.

*Работа поступила  
в редакцию 19.03.2018 г.*

*Принята к публикации  
23.03.2018 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Исаченко С. Л., Кодзоев М.-Б. Х. Анализ методов повышения морозостойкости бетона // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №4. С. 291-294. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/isachenko-kodzoev-1> (дата обращения 15.04.2018).

*Cite as (APA):*

Isachenko, S., & Kodzoev, M.-B. (2018). Analysis of methods to increase frost resistance of concrete. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (4), 291-294