

Зачем и как мониторить влажность бетонных конструкций

Долговечность, одна из важнейших характеристик зданий и сооружений, определяется долговечностью строительных материалов, из которых они выполнены, в том числе прочностью железобетонных конструкций. При проектировании учитываются различные нагрузки, постоянные и динамические, ветровые и сейсмические. Но влияние внешней среды, и, в частности, климатических факторов практически не учитывается, хотя является дополнительной нагрузкой на бетонные конструкции.



Климатическая нагрузка как фактор долговечности бетона

Температура окружающей среды, относительная влажность воздуха, дождь, снег, туман, солнечный свет, ветер вносят свой вклад в снижение прочностных характеристик бетонных конструкций.

Группа ученых МИИТ в своей работе [1] ссылается на зарубежные исследования влияния повышенной влажности окружающей среды на долговечность бетонных конструкций, проведенных в Китае и Саудовской Аравии. Из которых следует, что конструкции, эксплуатировавшиеся одинаковый срок в зонах с влажным климатом, подвержены ускоренной деградации и снижению прочности по сравнению с конструкциями на территориях с более сухим климатом.

В этой же работе авторы ссылаются на собственные исследования [2] бетонных и железобетонных пролетных конструкций мостов, расположенных над водными ресурсами. Из которой следует, что такие факторы как разница температур различных поверхностей, нагрев верхних поверхностей при одновременном расположении нижних над источниками влаги, обладают еще более разрушительными силами.

Влияние влажности на прочность бетона

В процессе эксплуатации строительных и мостовых конструкций, дорог и аэродромов бетон, как основа их прочности, подвергается воздействию атмосферных осадков, поглощает влагу из воздуха, впитывает воду из почвы и конденсат с поверхностей строительных конструкций.

Влага, накопившаяся в бетоне, вызывает снижение его прочности $R_{сж}$, по разным данным, примерно на 20-50% в зависимости от его влажности W .

В этом сходятся все исследователи, несмотря на различие теорий о причинах этого явления.

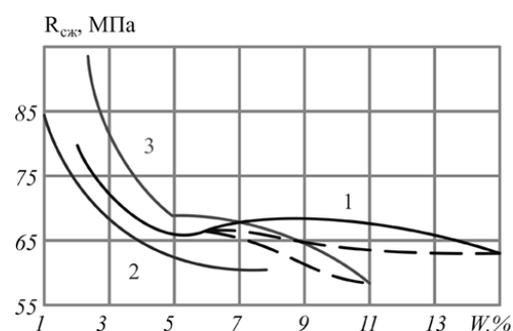


Рис. 1 Зависимость $R_{сж}$ от W

- 1 - цементный камень исходный
- 2 - пропитанный метилметакрилатом
- 3 - раствор

— экспериментальные данные
 - - - теоритические по рис. 2



Снижение прочности межкристаллических связей цепочки О-Са-О

По мнению автора этой теории [3], внутренняя влага в бетоне вымывает кальций, разрушая основу прочности цементного камня, цепочку О-Са-О. К тому же, сорбированная вода удлинняет и ослабляет межзатомные связи цепочки, что приводит к микротрещинам, которые, увеличиваясь, приводят к полному разрушению бетона.

Факторы, влияющие на капиллярное водонасыщение бетонных конструкций

Другие склоняются к влиянию механизма капиллярного всасывания и перемещения влаги по микрокапиллярам [4], объясняя это, в том числе, повышенной долговечностью бетонов с малой насыщенностью капиллярами, технологий изготовления которых в последние годы становится все больше.

Мониторинг влажности железобетонных конструкций

Важность непрерывного мониторинга влажности бетонных и железобетонных конструкций регулярно подтверждается печальной статистикой обрушений. Одно из самых страшных и известных за последнее время обрушение, произошедшее 14.08.2018 в итальянском городе Генуя, пролета моста Моранди, лишившее жизни 42 человека. Причиной названо халатное отношении компании, обслуживающей сооружение, к своим обязанностям.

Мостовые сооружения всегда являются объектом пристального мониторинга за воздействием на них климатической нагрузки.

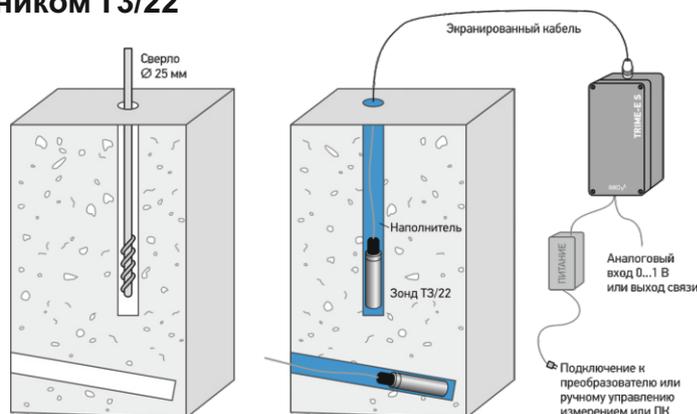
Так Netherlands Reichswaterstaad (Министерство транспорта, общественных работ и управления водными ресурсами Нидерландов) совместно с Koenders-instruments ведет проект по непрерывному мониторингу содержания влаги в железо-бетонных конструкциях пролетов 16 автомобильных мостов автомагистрали А59 между Хертогенбосом, Нидерланды и Бредой, в Нидерландах.

В основе системы мониторинга анализатор влажности [TRIME-ES с зондом Т3/22](#) – это датчик влажности радарного типа на основе TDR-технологии, позволяющий контролировать уровень влажности и проверять постоянство минерального состава различных материалов.



Сенсорная система TRIME®-ES с пробоотборником Т3/22

[Онлайн система измерения влажности бетона и камня TRIME®-ES](#) непрерывно определяет содержание воды в бетоне и камнях. Небольшой размер с диаметром 22 мм обеспечивает преимущества при установке как горизонтально, так и вертикально на глубину до 3,5 м. Установить зонд можно даже в труднодоступных местах.



Преимущества влагомера для бетона TRIME®-ES

- Непрерывное измерение влажности бетона, камня и кладки;
- Возможность организации сети, до 60 [TRIME-ES](#) могут быть включены в конфигурацию сети;
- Приобретение, хранение, транспортировка и использование измерительной технологии TRIME-TDR не подпадают под какие-либо административные требования;
- Быстрое, надежное повседневное определение содержания влаги бетона открывает новые возможности для контроля влажности бетонных конструкций;
- Гарантированное долгосрочное использование без перекалибровки датчиков;
- Измерение не зависит от температуры и солености. Это наиболее важный факт для надежных измерений в этих применениях мониторинга влажности.

Своевременный мониторинг сорбированной влажности внутри бетонных конструкций позволяет принимать своевременные решения о проведении защитных мероприятий на сооружении или выводе их из эксплуатации, предотвращая разрушительные последствия и человеческие жертвы, а организовать мониторинг вам помогут инженеры компании РусАвтоматизация.

1. Влияние естественных климатических факторов на деградацию бетонных сооружений, Д.т.н. проф. Добшиц Л.М., аспирант Николаева А. А., бакалавры Яшина А.С., Коновалов В.К., 76 научно-методическая и научно-исследовательская конференция Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва, 2018.

2. Добшиц Л.М. Влияние состава, структуры бетона и факторов окружающей среды на долговечность мостовых конструкций. / Добшиц Л.М., Швецов Н.В., Николаева А.А., Фэн Кэн Лэ//Сборник научных трудов 75-й научно-методической и научно-исследовательской конференции. МАДИ, М.: Техполиграф-центр, - 2017, с.35-39.

3. Влияние влажности бетона на его прочность, Н. Н. Неделя, канд. техн. наук (НИИЖБ), Бетон и железобетон, избранные статьи - 1983 г.

4. Романенко И.И., Пинт Э.М., Петровнина И.Н., Еличев К.А., Романенко М.И. Факторы, влияющие на капиллярное водонасыщение бетонных образцов. // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-2. – С. 343-348.

