

Классы влажности бетона мостовых конструкций

Во избежание повреждений железобетонных конструкций, вызванных щелочными реакциями в бетоне, проектировщики обязаны принять предупредительные меры по установлению соответствующего класса влажности для железобетонных мостовых конструкций.

В части 2 стандарта DIN 1045-02 (выпуск 08. 2008 г.) «Несущие конструкции из бетона, железобетона и преднапряженного железобетона» дается определение видов бетона, рассмотрены его свойства, методы приготовления и обеспечения стабильности свойств. Здесь же предписывается не допускать возможных повреждений бетона вследствие происходящей в нем реакции щелочи с кремниевой кислотой. Это может быть достигнуто путем установления допустимого класса влажности. Для бетонных конструкций железнодорожных мостов в этой связи необходимо ввести соответствующую классификацию. Данную задачу решает проектировщик, вводя обозначение бетона, в котором наряду с классом выдержки указывается и класс влажности. Это нередко может оказывать важное влияние на состав бетона, в том числе и на используемые виды заполнителя. Щебень должен быть классифицирован по показателю щелочной стойкости.

Исходя из обеих классификаций — по влажности бетона и классу щелочной стойкости заполнителя, а также из содержания цемента в бетоне, определяют меры по предотвращению возникновения опасных кислотно-щелочных реакций в бетоне.

В указаниях Федеральной комиссии Германии по железобетону (DAfStb) сформулированы предупредительные меры против воз-

никновения разрушающей щелочной реакции в бетоне.

В части 1 этих указаний установлена область применения документа и перечислены виды заполнителей, в которых потенциально могут содержаться нестойкие в щелочной среде компоненты и которые поэтому подлежат проверке на щелочную стойкость.

Согласно указаниям DAfStb каждая железобетонная конструкция должна быть в зависимости от ожидаемых условий окружающей среды отнесена к одному из четырех классов влажности: WO (сухо), WF (влажно), WA (влажно, возможно поступление щелочи извне), WS (влажно, возможно поступление щелочи извне, большие динамические нагрузки).

В части 3 дополнительных технических условий и указаний для инженерных сооружений (ZIV-ING) «Монолитное строительство» раздел, посвященный бетону и классам его выдержки, содержит нормы по воз-

действию солей, содержащихся в талой воде. К таким сооружениям из монолитного бетона относятся также строительные конструкции, находящиеся под воздействием водяного тумана или водяных брызг, создаваемых движущимся транспортом.

Федеральная дорожная служба (BASt) введением правил ZIV – ING в дополнение к указаниям DAfStb обязала проектировщиков относить все конструкции, используемые в инженерных сооружениях, к классу влажности WA и классифицировать их заполнители по щелочной стойкости.

В табл. 1 приведены классы влажности по стандарту DIN 1045-02, а на рисунке показаны компоненты, обуславливающие возникновение кислотно-щелочной реакции.

Кислотно-щелочная реакция

Реакция щелочи с кремниевой кислотой в бетонной смеси обусловлена наличием в ней минеральных заполнителей, содер-



Условия возникновения и компоненты кислотно-щелочной реакции в бетоне

Таблица 1

Классы влажности бетона по стандарту DIN 1045-2

Класс	Окружающие условия во время схватывания бетона	Пример
WO	Повышенная сухость воздуха	Внутренние строительные конструкции
WF	Часто или постоянно влажно	Незащищенные наружные конструкции
WA	Как при WF, плюс поступление щелочи извне	Как WF с воздействием морской или талой воды
WS	Как при WA, плюс высокие динамические нагрузки	Как WA с дополнительными высокими динамическими нагрузками

жащих кремниевую кислоту. Последняя вступает в реакцию со щелочью, попадающей в поры цементного камня. В результате этой реакции образуется щелочной силикат, превращающийся в результате взаимодействия с водой в гель, способный набухать. Этот гель содержит щелочь и кремниевую кислоту. В результате набухания происходит увеличение объема и повышение давления, вследствие чего начинается разрушение бетона. Это называют щелочным вспучиванием, а саму химическую реакцию — щелочно-кремнекислотной.

В бетоне многих сортов эта реакция протекает без его разрушения. Она происходит только тогда, когда в структуре бетона вследствие щелочного вспучивания образуются крупные или волосяные трещины. Впоследствии эти трещины приведут к выветриванию, разрушению или скалыванию и в конце концов к утрате прочности структурой бетона.

Вид, реакционная способность, количество и фракционный состав нестойкого к воздействию щелочей заполнителя, эффективное количество щелочного гидроксида в растворе, содержащемся в порах, и наличие благоприятных климатических условий (влажность и температура) определяют начало и характер течения разрушающей кислотно-щелочной реакции в бетоне. Разрушающее воздействие этой реакции не проявляется, если хотя бы одна из компонент, приведенных на рисунке, отсутствует. В затвердевшем бетоне эта реакция приостанавливается. При поступлении щелочи извне реакция может активизироваться и при определенных условиях усилиться. Даже спустя несколько лет в нормально затвердевшем бетоне такая реакция может вызвать разрушения, если будут в наличии три указанные компоненты.

В принципе, разрушающее действие кислотно-щелочной реакции можно предотвратить следующими мерами:

- применением только щелочестойких минеральных заполнителей;
- ограничением содержания щелочи в растворах, заполняющих поры бетона (применять специальный цемент с низким содержанием активной щелочи, например цемент марки NA по стандарту DIN 1164 – 10 или европейскому стандарту EN 197).

Специальные рекомендации для железнодорожных сооружений

Классы влажности, определяемые стандартом DIN 1045-2, вместе с классами выдержки задаются поставщику бетона. Эти данные учитывают при выборе минерального заполнителя в отношении класса его щелочной стойкости.

Существует четыре класса щелочной стойкости (см. табл. 1).

Правила ZIV – ING по определению класса влажности WA для автодорожных мостов не могут быть целиком перенесены на область строительства железнодорожных мостов в Германии ввиду того, что на железнодорожных мостах попадание щелочи извне на бетон нехарактерно.

В разделе 2 «Требования к строительным материалам и строительным конструкциям» инструкций 804.4201 «Бетонные мосты» определены условия, при которых имеет место воздействие солей талых вод на конструкции железнодорожных мостов и прочих инженерных сооружений.

Согласно этим условиям строительные конструкции железнодорожных мостов и путепроводов, на которые воздействуют талые воды при подъеме уровня воды в реках, туман или брызги, создаваемые автомобилями, проходящими под путепроводами на расстоянии менее 10 м от опорных конструкций, должны рассматриваться как подверженные воздействию солей, содержащихся в талых водах.

В связи с этим перевод в класс влажности WF бетонных конструкций железнодорожных мостов, которые не подвержены непосредственному воздействию солей талых вод и расположены не вблизи морских побережий, оправдан даже при высоких динамических нагрузках.

Перевод в класс влажности WS в указаниях по воздействию щелочей DAfStb обосновывается высокими динамическими нагрузками (высокое удельное давление или высокие напряжения сжатия в бетоне). Однако при современном уровне техники конструкция пути (балластный или безбалластный путь), применение защищенного бетона, наличие отбойного бруса и герметизация сооружения создают условия, не требующие перехода в класс влажности WS при строительстве железнодорожных мостов. Таким образом, бетонные конструкции железнодорожных мостов в соответствии с окружающими условиями (попадание щелочи извне) должны быть отнесены к классам влажности WF или WA. Класс WS применим только в редких случаях (табл. 2). В настоящее время класс влажности WS используют исключительно для класса строительства SV согласно техническим условиям поставки строительных материалов и строительных смесей для устройства несущих слоев с гидравлическим связующим и дорожных покрытий из бетона R1. При этом речь идет исключительно об испытывающих гораздо более высокие химико-физические нагрузки автодорогах — скоростных автобанах, магистральных и промышленных.

Упомянутые в табл. 2 общие инструкции по содержанию щелочи предписывают выбирать заполняющий щебень, исходя из содержания цемента в бетоне:

- содержание цемента $>350 \text{ кг/м}^3$ — требуется щебень с гарантированной стойкостью к щелочи;
- $300 - 350 \text{ кг/м}^3$ — возможен обычный щебень при использовании цемента с низким содержанием щелочи (марки NA);

• $\leq 300 \text{ кг/м}^3$ — допустим обычный щебень, специальные меры не требуются.

В Германии все минеральные заполнители должны быть проконтролированы и сертифицированы специальным центром. Класс щелочной стойкости минерального заполнителя и его марка должны быть отражены в документации поставщика. Согласно строительным правилам заполнители по DIN EN 12620 «Минеральные заполнители для бетона», предназначенные для несущих конструкций и имеющие маркировку \ddot{U} , должны сопровождаться информацией о классе щелочной стойкости в соответствии с указанием DAFStb.

Заключение

Рассмотренные рекомендации по классам влажности могут быть применены также при проектировании пути на жестком основа-

Рекомендации по использованию классов влажности для бетонных конструкций железнодорожных мостов

Класс влажности	Попадание щелочи	Динамика	Влажность
	На приморских линиях и с тальми водами	Высокие динамические нагрузки	Наружные элементы
WF	—	—	×
	—	×	×
WA ¹	×	—	×
WA/WS ²	×	×	×

¹Общие инструкции по содержанию щелочи.

²Наружные элементы конструкций при попадании щелочи извне, высоких динамических нагрузках и наличии назащищенных поперечных стыков или швов.

нии. Предупредительные меры против возможных разрушений бетона вследствие реакции щелочи с кремниевой кислотой должны быть реализованы путем распределения мостовых и иных бетонных конструкций по классам влажности WF или WA и с помощью выбора минеральных заполнителей в соответствии с классом щелочной стойкости. В соответствии с современны-

ми представлениями это позволит избежать кислотно-щелочной реакции в бетоне и гарантировать требуемую долговечность бетонных сооружений.

M. Hellmich, I. Retzepis. Eisenbahningenieur, 2009, № 8, S. 14–17; M. Hellmich et al. Eisenbahningenieur, 2009, № 1, S. 18–22; по материалам компании Krebs und Kiefer (www.kuk.de).

Таблица 2



Журнал «Железные дороги мира»
и издательство «Интекст»



ПОИСК И ОБОБЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

о зарубежных рынках и инновациях
в области магистрального и промышленного
железнодорожного, а также городского рельсового транспорта

для компаний,
выходящих на внешний рынок,
заинтересованных в инновационных решениях,
ищущих поставщиков комплектующих.

Обзоры техники для железнодорожного
и городского рельсового транспорта

Статистическая информация

Подборки статей и других материалов
по железнодорожной тематике

Заинтересованные организации просим обращаться в редакцию журнала «Железные дороги мира»
по телефону (499) 317-55-65 и электронной почте zdm@css-rzd.ru