

МЕТОДЫ ПРЕДОХРАНЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ КОРРОЗИИ

Матыева А. К.¹, Абдишукур у. Т.², Женишов. К.³, Нурлан у.Т. ⁴, Зайналов М.⁵

1.д.т.н., профессор МУИТ, Международный университет инновационных технологий, Институт строительства и инновационных технологий, г.Бишкек, Кыргызстан.

matyeva59@mail.ru

2. магистр, Международный университет инновационных технологий, Институт строительства и инновационных технологий, г.Бишкек, Кыргызстан.

tolubay.abdishukuruulu@mail.ru

3.магистр, Международный университет инновационных технологий, Институт строительства и инновационных технологий, г.Бишкек, Кыргызстан.

otogonovaman96@mail.ru

4. магистр, Международный университет инновационных технологий, Институт строительства и инновационных технологий, г.Бишкек, Кыргызстан.

kgz.tema99@mail.ru@mail.ru

5. магистр, Международный университет инновационных технологий, Институт строительства и инновационных технологий, г.Бишкек, Кыргызстан.

zainalov98@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается разрушение бетонных и железобетонных конструкций под действием мороза. Систематическое совместное действие перепады температуры (с оттаиванием или без него) могут вызвать быстрое разрушение бетона, если не будут приняты соответствующие меры по обеспечению его долговечности.

Ключевые слова: Коррозия, перепады температуры, комплексная защита, долговечности бетона, отрицательная температура, замораживание, влагопроницаемости материала, пористости и влагопроницаемости материала, деформация, напряжение.

БЕТОН ЖАНА ТЕМИР-БЕТОН КОНСТРУКТОРЛАРДЫ ЖАНА КОНСТРУКТОРЛАРДЫ КОРРОЗИЯДАН КОРГОО ЫКМАСЫ

Матыева А. К.¹, Абдишукур у. Т.², Женишов. К.³, Нурлан у.Т. ⁴, Зайналов М.⁵

1.т.и.д., профессор ЭиТУ, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан.

matyeva59@mail.ru

2. магистр, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан.

tolubay.abdishukuruulu@mail.ru

3.магистр, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан.

jenishovkylym@mail.ru

4. магистр, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек,

kgz.tema99@mail.ru

5. магистр, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан.

zainalov98@bk.ru

Аннотация. Бул макалада аяздын таасири астында бетон жана темир-бетон конструкцияларынын бузулушу талкууланат. Температуранын өзгөрүшүнүн системалуу айкалышкан аракетин (эритүү менен же эрүүсүз) бетондун бышыктыгын камсыз кылуу үчүн тиешелүү чаралар көрүлбөсө, анын тез бузулушуна алып келиши мүмкүн.

Негизги сөздөр: Коррозия, температуранын өзгөрүшү, комплекстүү коргоо, бетондун чыдамкайлыгы, терс температура, тоңуу, материалдын нымдуулук, көзөнөктүүлүк жана материалдын нымдуулук өткөрүмдүүлүгү, деформация, чыңалуу.

METHODS OF PROTECTION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES AND STRUCTURES FROM CORROSION

Matyeva A. K.¹, Abdishukur u. T.², Jenishov K.³, Nurlan u.T. ⁴, Zainalov M.⁵

1. doctor of technical sciences, professor, International University of Innovative Technologies, Institute of Construction and Innovative Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan

matyeva59@mail.ru

2. undergraduate, , International University of Innovative Technologies, Institute of Construction and Innovative Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan

tolubay.abdishukurulu@mail.ru

3. undergraduate, International University of Innovative Technologies, Institute of Construction and Innovative Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan

jenishovkylm@mail.ru

4. undergraduate, International University of Innovative Technologies, Institute of Construction and Innovative Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan

kgz.tema99@mail.ru

5. undergraduate, International University of Innovative Technologies, Institute of Construction and Innovative Technologies, Bishkek, Kyrgyzstan.

zainalov98@bk.ru

Annotation. This article discusses the destruction of concrete and reinforced concrete structures under the influence of frost. Systematic combined action of temperature changes (with or without thawing) can cause rapid deterioration of concrete if appropriate measures are not taken to ensure its durability.

Key words: Corrosion, temperature changes, complex protection, durability of concrete, negative temperature, freezing, moisture permeability of the material, porosity and moisture permeability of the material, deformation, voltage.

Введение. С развитием науки о коррозии бетона методы предохранения бетонных и железобетонных конструкций от коррозии все больше и более совершенствуются, что дает возможность успешно эксплуатировать такие конструкции в самых разнообразных условиях. Несомненно, успех в совершенствовании средств защиты возможны только при изучении кинетики коррозийных процессов в бетоне.

Одной из основных проблем обеспечения долговечности железобетонных конструкций является проблема морозостойкости бетона при низкой отрицательной температуре, которая в последнее время особенно привлекает внимание ученых. Разрушение бетона под воздействием мороза является наиболее распространенным видом повреждения бетонных железобетонных конструкций. Систематическое совместное действие воды и мороза и систематические перепады температуры (с оттаиванием или без него) могут вызвать быстрое разрушение бетона, если не будут приняты соответствующие меры по обеспечению его долговечности. Исправление повреждений бетона и железобетона, возникших при этом, вызывает большие расходы на ремонтно-

восстановительные работы. Для строительства в высокогорных условиях Кыргызстана проблема долговечности бетона и железобетона при отрицательной температуре является одной из основных, связанных с обеспечением необходимой надежности возводимых сооружений. Эти вопросы приобретают особую остроту при проектировании и строительстве в этих районах сельскохозяйственных, гидротехнических и других сооружений, бетон которых будет систематически подвергаться замораживанию при низкой отрицательной температуре (от -30 до -40*С) [1].

Цель работы - повышение морозостойкости, долговечности бетона и железобетона при отрицательной температуре, по обеспечению необходимой надежности возводимых зданий и сооружений. Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- изучение классической классификации коррозионных воздействий на строительные конструкции;
- применение метода по комплексной защите бетонных конструкций от коррозии, регламентируемая требованиями нормативного документа ГОСТ 31384-2017.
- изучение влияния полимерных добавок на коррозионные процессы в железобетонных конструкциях.

Методы исследования

Экспериментальная часть работы выполнена с использованием комплексных методов исследований, включающих стандартные методики определения коррозии арматуры в железобетоне.. Максимальное уплотнение бетона с помощью специальных добавок и вибрации залитой в конструкции несколькими способами. Применены методы химического и рентгенофазового анализов.

Результаты исследования.

Важная роль отводится уменьшению пористости готового сооружения и соответственно значительное уменьшение водопоглощения и водонепроницаемость. Защита конструкций из бетона теплоизоляционными средствами.

Бетонный камень, несмотря на свою высокую прочность, тем не менее, очень «капризен» к вредным факторам окружающей среды: перепадам температуры, воздействию влаги, циклам «замораживания-размораживания».

Классическая классификация коррозионных воздействий на строительные конструкции представлена в работе В.М. Москвина [2]. Агрессивное воздействие на бетонные конструкции предлагается разделять на следующие виды:

Коррозия I вида. К коррозии данного вида относится коррозия бетона при воздействии вод, вследствие чего происходит выщелачивания извести, так как это наиболее растворимый компонент цементного камня на основе портландцемента в воде.

Коррозия II вида. К данной коррозии относятся процессы, которые возникают при воздействии вод, когда происходят обменные реакции веществ окружающей среды (солей, кислот) с частями цементного камня.

Коррозия III вида. При коррозии данного вида в порах и капиллярах бетона происходит накопление веществ, которые впоследствии кристаллизуются, что влечет за собой большое увеличение объема твердых фаз, что сначала приводит к повышению прочности и уплотнению бетона, но затем к его разрушению, так как возникают значительные внутренние напряжения.

Не приносят «здоровья» бетону биологические факторы: плесневые грибки, лишайники, мох и различные растения, проросшие в трещинах и расслоениях бетонных сооружений. Чтобы оградить бетон от вредного влияния окружающей среды применяется комплексная защита бетонных конструкций от коррозии, регламентируемая требованиями нормативного документа ГОСТ 31384-2017.



Рис-1. Защита конструкций из бетона влагоизоляционными средствами



Рис-2. водоотталкивающие смазки и защитные покрытия для арматуры.

В общестроительной практике, суть первичной защиты заключается в максимальном уплотнении бетона с помощью специальных добавок и вибрации залитой конструкции несколькими способами. Результатом данных мероприятий является уменьшение пористости готового сооружения и соответственно значительное уменьшение водопоглощения и водонепроницаемость.

Срок службы строительных конструкций сокращает не только коррозия бетона, но и коррозия металлической арматуры. Процесс разрушения металла осуществляется в течение некоторого времени, но определить точный срок службы металлических элементов теоретически невозможно. Особенно опасной является коррозия арматуры в тяжело нагруженных конструкциях. Пропиточная гидроизоляция с применением гидрофобизирующих пропиток для бетона — очень эффективный способ защиты от коррозии, если пропитка выбрана правильно.

Для предотвращения коррозии необходимо позаботиться, чтобы в составе бетона не находились вещества, агрессивно относящиеся к металлу. Но на практике эта задача является неосуществимой, поскольку невозможно проверить химический состав всех заполнителей бетона.

Коррозия арматуры инициируется элементами, содержащимися в воздухе и влаге, проникающими через поры бетона. Из-за неравномерности этого процесса на разных участках арматуры возникают различные потенциалы, что становится причиной

электрохимической коррозии. Скорость этого коррозионного процесса возрастает с повышением пористости и влагопроницаемости материала, а также из-за увеличения концентрации электролита, которую повышают растворенные в воде вещества водопоглощение [3].

Наиболее распространенным и часто применяемым является так называемый «фибробетон», в котором в качестве арматуры используется множество небольших стальных проволочек, что делает этот материал в несколько раз прочнее обычного железобетона [4].

Защита конструкций из бетона влагоизоляционными средствами (Рис-1) – это очень важный этап в строительстве любого сооружения. В последнее время данное направление начало продвигаться вперед очень быстро.

В лабораторных условиях магистранты МУИТ освоили современные способы проведения такой защиты, и в данный момент у нас фактически нет не решаемых вопросов. Современные влагоизоляционные средства гарантируют успешную защиту возведённых бетонных систем и кирпичных строений от влажности и микроорганизмов, разрушающих их структуру. Методы охраны бетонных объектов делятся на следующие разновидности:

- охрана объектов из бетона средствами, не пропускающими влагу, на основе цемента;
- охрана объектов из бетона от силового воздействия водяных масс;
- охрана бетонных сооружений от внешних климатических условий;
- реставрация бетонных сооружений до первоначального состояния;
- охрана наружной части от воздействия микроорганизмов.

Способы борьбы с коррозией арматуры:

В современном строительстве применяются водоотталкивающие смазки (Рис-2) и защитные покрытия для арматуры. Одним из способов защиты металлических элементов является обеспечение бетонной подушки необходимой величины с помощью фиксаторов. Одной из основных трудностей борьбы с коррозией арматуры является невозможность повторной обработки металла, которую можно проводить для открытых металлоконструкций.

Наиболее перспективным направлением считается использование в составе бетонов полимерных смесей. Полимеры, вводимые в бетон в сочетании с цементом, создают дополнительную защиту арматуре. В некоторых случаях цемент полностью заменяют полимерами, получая полимербетон [5].

Применение комплексной модифицирующей добавки МГ-4 для производства высокопрочных водостойких бетонов, прочность материала возрастает минимум в 3-5 раз и в несколько раз снижается водопоглощение [5].

Для тонкостенных конструкций возможно использование принципиально новых материалов: сталефибробетон представляет собой бетонную смесь, в которую добавляют обрезки стальной проволоки, занимающие до 6% от общего объема материала; в стеклофибробетон добавляют, помимо традиционных компонентов, щелочестойкое стекловолокно. Пока не найдены универсальные и эффективные способы борьбы с коррозией металла в железобетоне, строители вынуждены закладывать арматуру в большем количестве, чем положено в соответствии с техническими расчетами.

Наиболее частая причина разрушения бетона - воздействие низких температур, а именно попеременное замораживание-оттаивание влажного бетона незащищенных от атмосферных воздействий бетонных и железобетонных конструкций. Отрицательное воздействие низких температур на бетон в первую очередь связано с процессом замерзания химически несвязанной воды, находящейся в теле бетона (в порах и капиллярах цементного

каркаса). При этом разрушение бетона при действии отрицательных температур может происходить под действие одного или нескольких факторов одновременно:

- гидростатическое давление жидкости на стенки пор и капилляров цементного камня в процессе льдообразования;
 - гидравлическое давление незамерзшей жидкости при ее отжати от фронта промерзания растущими кристаллами льда в резервные (незаполненные водой) поры и капилляры; непосредственное давление растущих кристаллов льда на стенки пор и капилляров, а также макро- и микроскопическая сегрегация льда;
 - осмотическое давление, возникающее в капиллярах и порах цементного камня в процессе массо-теплопереноса при замораживании и оттаивании бетона;
- температурные напряжения, возникающие в бетоне из-за различных коэффициентов температурных деформаций жесткого скелета и льда.

Кроме того дополнительные напряжения в бетоне под воздействие низких температур создаются благодаря различию деформаций по температуре различных составляющих железобетонных конструкций.

Под действием отрицательных температур, т.е. попеременного замораживания-оттаивания, можно наблюдать четыре основных типа разрушения бетона: возникновение трещин в бетоне по всем направлениям по поверхности изделия; отслаивание защитного слоя бетона конструкций; коррозия арматуры; поверхностные сколы бетона конструкций.

Защита бетона от разрушения на улице и способность сопротивляться воздействию низких температур характеризуется маркой по морозостойкости F, количественно выраженной в циклах попеременного замораживания-оттаивания до появления видимых признаков разрушения и до определенной потери бетоном ряда нормируемых показателей – плотность, прочность, динамическая упругость.

Марка по морозостойкости определяется по результатам лабораторных испытаний образцов бетона, замораживанием и оттаиванием, с визуальным контролем их состояния, контролем веса образцов, скорости прохождения ультразвука через образцы, определением динамического модуля упругости бетона образцов и сравнения их с начальными значениями [6].

Определение состояния арматуры происходит с помощью измерения потенциала стальной арматуры и потенциала электрода сравнения (Рис.3), размещенного на бетонной поверхности.



Рисунок 3 – Диагностическое оборудование

Оборудование для диагностики (Рис.3) включает в себя портативный компьютер со востренным монитором и генератором частот, а также два электрода. Первый электрод

имеет электрический контакт непосредственно с металлической арматурой, второй соединяется с поверхностью бетонной конструкции.

Для обеспечения лучшего контакта электрода с пористым бетоном используют губку, смоченную токопроводящим раствором. Измерение проводят по сетке, то есть опора разбивается на малые области для последующей диагностики. Чтобы обеспечить прямое электрическое соединение электрода с арматурой, применяют обжим или сваривание металлического стержня для последующего подключения диагностического оборудования. В случае невозможности прямого доступа к арматуре допускается бурение бетона [7].

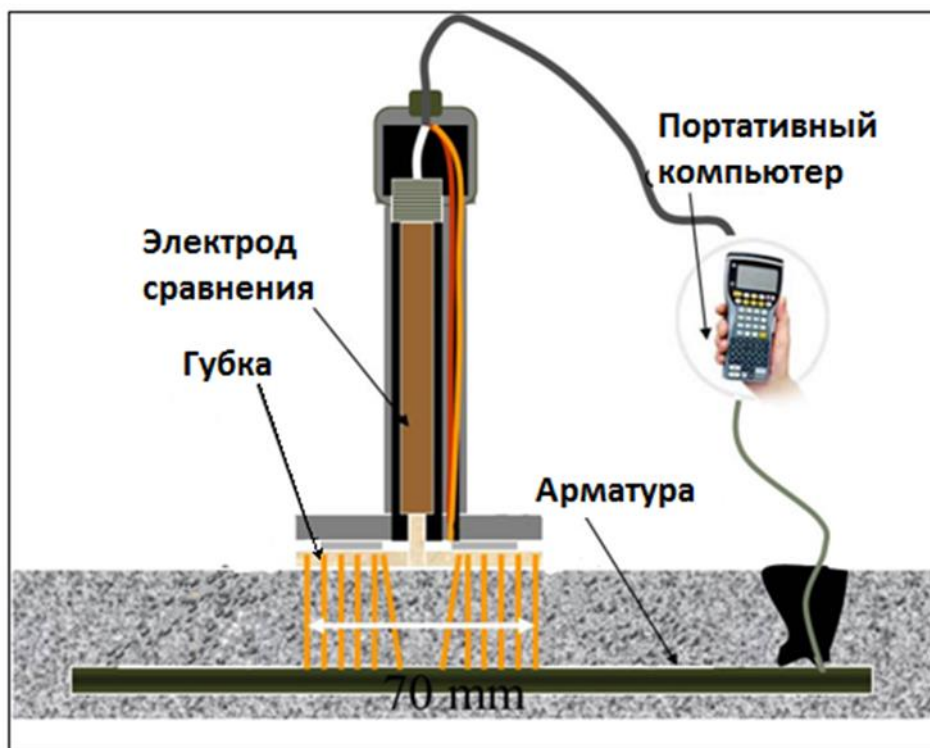


Рисунок 4 – Подключение диагностического оборудования

Принцип работы: прибор индуцирует в арматуру короткие импульсы анодного тока, который протекает между электродами, время подачи импульсов составляет до 10 секунд, а ток от 5 до 400мкА. После считывания текущих показаний (омическое сопротивление, сопротивление после поляризации постоянным током, величина тока), производится оценка коррозионного состояния с помощью уравнения (1) Stern Geary. При этом необходимо знать диаметр и длину арматуры железобетона (Рис -4)[8].

Скорость коррозии V_k оценивается следующим уравнением

$$V_k = \frac{10I}{A},$$

где I – ток коррозии, мкА;

A – измеряемая площадь, см².

Выводы:

Проанализировав данный метод оценки коррозионного состояния железобетонных конструкций, можно выделить его преимущества и недостатки.

К основным преимуществам можно отнести то, что данный метод использует неразрушающий способ оценки состояний арматуры, возможность диагностики при разной

пористости поверхности бетона, точное определение участка, имеющего высокую скорость коррозии.

К недостаткам этого метода относится малая площадь диагностируемого участка. Невозможность или затрудненность оценки труднодоступных мест железобетонных конструкций.

Возможность дальнейшей эксплуатации или последующего восстановления бетонных и железобетонных конструкций, получивших повреждения от воздействия низких или высоких температур определяют по результатам инженерно-технического обследования, в ходе которого определяется глубина и степень поражения бетона, его прочность, оценивается состояние арматуры и, при необходимости, производится отбор и испытания ее образцов на предмет прочности [9]. По итогам выполненного обследования разрабатываются рекомендации по дальнейшей надежной и безопасной эксплуатации, выбираются методы и средства восстановления конструкций, их усиления [10,11].

Научная работа в области изучения работы бетона в сложных и экстремальных условиях продолжается, в т. ч. активно ведутся работы в области температуростойких бетонов, разрабатываются методы повышения сопротивляемости бетонов воздействиям как низких, так и высоких температур, совершенствуются методы расчета конструкций, подвергающихся температурным воздействиям, разрабатываются методы защиты, покрытие бетона от разрушения. Таким образом, работа бетона в сложных условиях представляет собой обширное поле деятельности для ученых и значительное количество научных проблематик для дальнейшего разрешения.

Литература

1. Абдыкалыков А.А. Сырьевые ресурсы и перспективы развития основных строительных материалов в Кыргызской Республике [А.А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова, Б.Т. Абдылдаев и др.] – Бишкек, 1996. – 48 с.
2. Москвин В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М.Москвин [и др.] ; под общ. ред. В. М.Москвина. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с., ил.
3. Адамчик К.А. Коррозийная морозостойкость бетона. Защита строительных конструкций от коррозии. Труды НИИЖБ, вып. 22, Гостройиздат, 1990.
4. Матыева А.К., Таалайбеков А., Апысов К, Таалайбеков С. Инновация в сейсмостойком строительстве // Научный информационный журнал «Наука и инновационные технологии», №1/2021, Бишкек, 2021(18). – С.515-161.
5. Матыева А.К., Асаналиева Ж.Д., Азизова А.Э. Модифицированная сухая бетонная смесь (Пеногипсобетон) // Научный информационный журнал «Наука и инновационные технологии», №2/2019, Бишкек, 2019. – С.58-62.
6. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»
7. Ральф Бэслер и Андреас Буркерт, Федеральный институт исследований и испытаний материалов (BAM), D-12200 Берлин / Германия ВВ 85-CD Международный симпозиум по неразрушающему контролю в гражданском строительстве (NDT-CE) Берлин, 16-19 сентября 2003 г.
8. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию коррозионных карт «CorroMap». 2012. С. 22
9. <http://www.pcte.com.au/corromap-half-cell-potential-corrosion-rate-and-resistance-mapping>
10. <http://germann.org/products-by-application/half-cell-potential/galvapulse>
11. http://www.innopave.com/en/products/ndt/lab_advtest_detail.asp?ProductID=155