

ОЦЕНКА КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ АРМАТУРЫ МЕТОДОМ ВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Введение. В железобетонных конструкциях эксплуатируемых зданий и сооружений достаточно часто встречаются трещины, которые могут возникнуть как от силового воздействия на конструкции, так и в результате температурных и усадочных напряжений в бетоне [1]. Трещины, облегчая доступ агрессивных веществ внешней среды к поверхности арматурных стержней, способствуют возникновению и развитию коррозии арматуры. Поэтому чаще всего наиболее глубокие поражения коррозией арматуры наблюдаются в местах пересечения ее с трещиной. По мере удаления от трещины коррозия стальной арматуры резко затухает.

Коррозия арматуры является одним из наиболее значимых факторов, определяющих фактическое техническое состояние железобетонных конструкций, их долговечность и надежность. Она может быть вызвана разными неблагоприятными факторами, обуславливающими химическое и электрохимическое воздействие. К ним относятся: растворы кислот, щелочей, солей, влажные газы, природные и промышленные воды, блуждающие токи.

В кислотах, не обладающих окислительными свойствами (соляная кислота), стальная арматура сильно корродирует в результате образования растворимых в воде и кислоте продуктов коррозии, причем с увеличением концентрации соляной кислоты скорость коррозии возрастает.

В кислотах, обладающих окислительными свойствами (азотная, серная и др.), при высоких концентрациях скорость коррозии, наоборот, уменьшается из-за пассивации поверхности арматуры.

Скорость коррозии арматуры в щелочных растворах при $pH > 10$ резко снижается из-за образования нерастворимых гидратов закиси железа. Растворы едких щелочей и карбонаты щелочных металлов практически не разрушают арматуру, если их концентрация не превышает 40%.

Солевая коррозия арматуры зависит от природы анионов и катионов, содержащихся в водных растворах солей.

В присутствии сульфатов, хлоридов и нитратов щелочных металлов, хорошо растворимых в воде, солевая коррозия усиливается. И, наоборот, присутствие карбонатов и фосфатов, образующих нерастворимые продукты коррозии на анодных участках, способствует затуханию коррозии. На интенсивность солевой коррозии арматуры влияет кислород, который окисляет ионы двухвалентного железа и понижает перенапряжение водорода на катодных участках. С повышением концентрации кислорода скорость коррозии увеличивается.

Рассматривая воздействие газов, следует особо отметить агрессивность оксидов азота NO , NO_2 , N_2O и хлора Cl , которые в присутствии влаги вызывают сильную коррозию арматуры.

Практика обследования железобетонных конструкций, соприкасающихся с грунтом, указывает на частые случаи разрушения арматуры блуждающими токами, которые появляются из-за утечек электроэнергии с рельсов электрифицированных железных дорог, работающих на постоянном токе, или других источников. В месте входа тока в конструкцию образуется катодная зона, а в месте выхода – анодная, или зона коррозии. Опыты показывают, что блуждающие токи распространяются на десятки километров в стороны от источника, практически не утрачивая силы тока, которая может достигать сотни ампер. Расчеты с использованием закона Фарадея показывают, что ток силой всего в 1–2 А, проходя по конструкции, в течение года может разрушить до 10 кг железа. Обычно скорость разрушения арматуры блуждающими токами заметно превышает скорость разрушения химической коррозией.

При анализе агрессивных воздействий на железобетонные конструкции учитываются факторы, сопутствующие коррозии арматуры (рис. 1) [1].

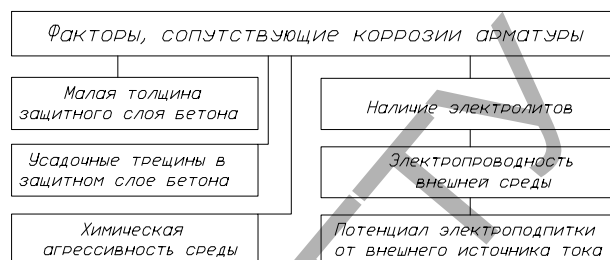


Рис. 1. Классификация факторов, сопутствующих коррозии арматуры

Последствия коррозионного повреждения арматуры могут быть самыми разными: снижение сцепления арматуры с бетоном, образование трещин и разрушение защитного слоя бетона, скалывающегося за счет расклинивающего действия продуктов коррозии, снижения несущей способности конструкций в результате уменьшения сечения арматуры и бетона (при скалывании защитного слоя) и т.д.

Определение категорий технического состояния конструкций по результатам натурных наблюдений – достаточно сложный процесс: необходимо правильно и достоверно определить факторы, влияющие на техническое состояние конструкции и позволяющие правильно определить ее категорию. Таким образом, появляется задача оценки и отнесения к определенной категории технического состояния конструкции в условиях неопределенности.

В настоящее время один из наиболее современных методов, используемых в различных задачах принятия решений в условиях неопределенности, основан на применении инструментария теории нечетких множеств, основоположником которой является профессор Лотфи Заде из университета Беркли, который в 1965 г. опубликовал основополагающую работу «Fuzzy Sets» в журнале «Information and Control».

В качестве программной среды для создания системы нечеткого логического вывода и нечеткой классификации нами был использован пакет Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab. Данная программа осуществляет обмен информацией между пользователем и экспертной системой через достаточно простой графический интерфейс, что обеспечивает возможность ее использования инженерами без специальной подготовки в области нечетких множеств и компьютерных наук.

В качестве входных параметров системы нечеткого вывода нами были предложены 2 нечеткие лингвистические переменные: «коррозия» и «трещины», а в качестве выходных параметров – нечеткая лингвистическая переменная «категория» (рис. 2).

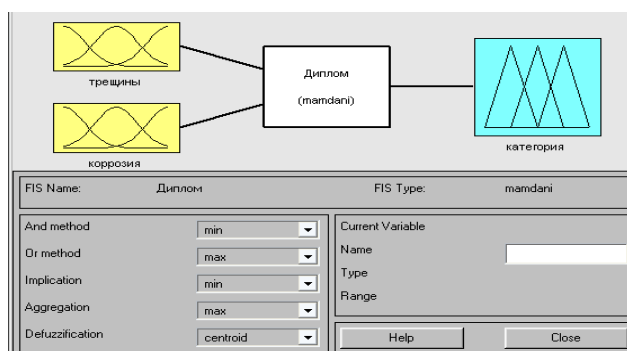


Рис. 2. Вид редактора FIS с принятыми входными и выходными параметрами

Тур Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета.

Яловая Наталья Петровна, кандидат технических наук, доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки кадров Брестского государственного технического университета.

Яловая Юлия Сергеевна, магистрант кафедры технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

параметрами

В качестве терм-множества лингвистической переменной «трещины» было использовано множество $T_1 = \{\text{«незначительные»}, \text{«допустимые»}, \text{«недопустимые»}\}$. При этом каждому из термов первой входной переменной соответствуют определенные границы: для «незначительные» соответствует $[0,05; 0,1]$, для «допустимые» соответствует $[0,1; 0,3]$, для «недопустимые» соответствует $[0,3; 1]$ (рис. 3). Данные границы измеряются в мм и приняты в соответствии с рекомендациями [2].

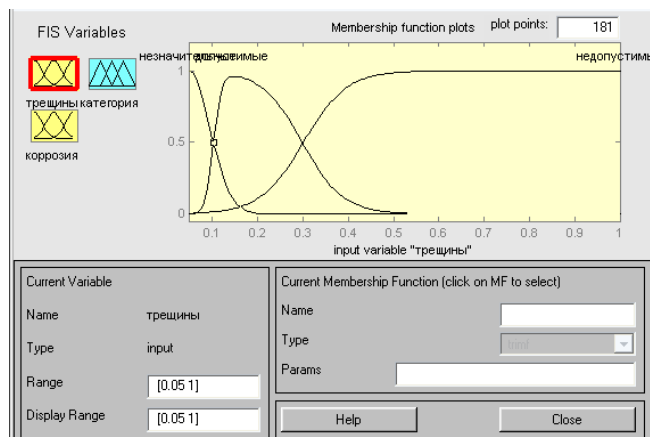


Рис. 3. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «трещины»

В качестве терм-множества лингвистической переменной «коррозия» использовано множество $T_2 = \{\text{«слабая»}, \text{«средняя»}, \text{«сильная»}\}$. При этом каждому из термов второй входной переменной соответствуют определенные границы: для «слабая» соответствует $[0; 10]$, для «допустимые» соответствует $[10; 20]$, для «недопустимые» соответствует $[20; 40]$ (рис. 4). Данные границы выражены в %, приняты по результатам обзора нормативно-технических документов различных стран по оцениванию технического состояния конструкции.

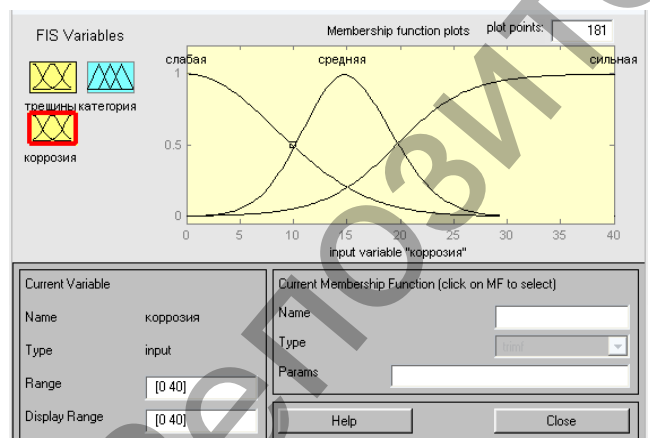


Рис. 4. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для входной переменной «коррозия»

В качестве терм-множества выходной лингвистической переменной «категория» использовано множество $T_3 = \{\text{«1»}, \text{«2»}, \text{«3»}\}$. При этом каждому из термов выходной переменной соответствуют определенные границы: для «1» соответствует $[0; 1,8]$, для «2» соответствует $[1,2; 2,8]$, для «3» соответствует $[2,2; 3]$ (рис. 5). Данные границы приняты по результатам обзора рейтинговых систем оценки дефектов строительных конструкций зданий и сооружений различных стран.

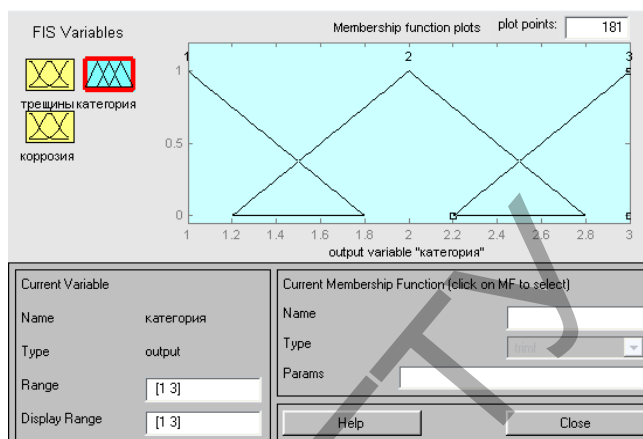


Рис. 5. Вид редактора функций принадлежности с принятыми названиями термов и типами их функций принадлежности для выходной переменной «категория»

Для каждого термина нами были определены типы функций принадлежности таким образом, чтобы при пересечении двух функций они пересекались в точке 0,5 по оси ординат, но и соответствовали границам по оси абсцисс.

После задания 9-ти правил нечеткого вывода (рис. 6) выдается результат нечеткого вывода (значение выходной переменной) для конкретных значений входных переменных. По умолчанию для входных переменных предложены средние значения из интервала их допустимых значений. Это означает, что при ширине раскрытия трещин 0,5 мм и при коррозии арматуры 20% значениям входных переменных соответствует категория 2,68 (рис. 7), используя правила округления, получаем 3-ю категорию состояния конструкции.

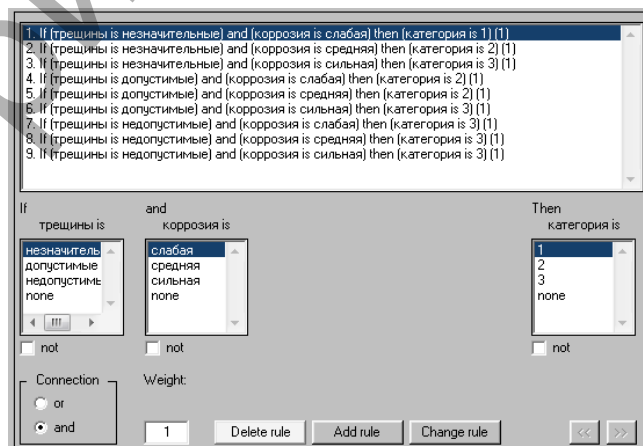


Рис. 6. Вид редактора правил нечеткого вывода после их определения

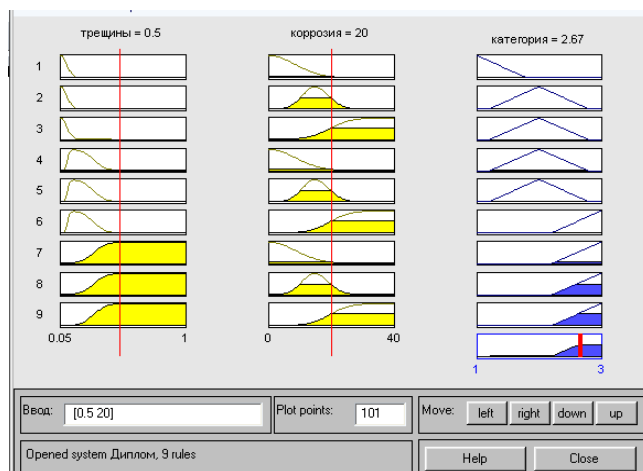


Рис. 7. Вид программы просмотра правил нечеткого вывода

Заключение. Таким образом, в зависимости от имеющихся повреждений, техническое состояние конструкции может быть классифицировано по 3-м категориям:

Категория 1 – «исправное состояние» – дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта.

Категория 2 – «ограниченное работоспособное состояние» – опасность обрушения отсутствует. Необходимо соблюдение всех эксплуатационных требований. Возможны ограничения некоторых параметров эксплуатации. Требуется ремонт конструкции.

Категория 3 – «неработоспособное состояние» – необходимо срочное ограничение нагрузок на конструкции. Требуется капитальный ремонт, усиление или замена элементов конструкции.

Разработанная нами экспертная система нечеткого вывода позволила определить категорию технического состояния строительной конструкции на основе визуального обследования по 2-м имеющимся факторам – ширине раскрытия трещин и уровню коррозионного повреждения арматуры, выраженного потерей площади сечения

стержня, – на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гучкин, И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: учеб. пос. / И.С. Гучкин. – М.: Издательство АСВ, 2001. – С. 32-35.
2. Рекомендации по оценке надежности железобетонных конструкций эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений: Р 1.03.0.42.07. – Брест: БрГТУ, 2007. – 60 с.
3. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
4. Ming-Te Liang, Jai-He Wu, Chih-Hsin Liang. Applying fuzzy mathematics to evaluating the membership of existing reinforced concrete bridges in Taipei // Journal of Marine Science and Technology. – 2000. – Vol. 8. – No.1 – P. 16 – 29.
5. L. Puklicky and Z. Kala. Examples of application of fuzzy logic to building industry research // Recent Researches in Mechanics. – 2011. – P. 56 – 59.

Материал поступил в редакцию 08.05.13

TUR V.V., YALOVAYA N.P., YALOVAYA Yu.S. Assessment of corrosion damage of fittings method of visual inspection

Corrosion of fittings is one of the most significant factors defining the actual technical state of ferroconcrete designs, their durability and reliability. The developed expert system of an indistinct conclusion on the basis of a Fuzzy Logic Toolbox package within the MatLab environment allows on the basis of visual inspection to determine category of a technical condition of a construction design by available factors.

УДК 504.064.37

Данилов Ю.Д.

ОРГАНИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ АНТРОПОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В обыденном понимании антропоэкологическая система – это такой тип экологической системы, хозяином которой рассматривается человек. Если же рассмотреть данный феномен более детально, то в качестве главного параметра такой его интерпретации выступает то, что антропоэкологическая система представляет собой различные сообщества людей, которые находятся в постоянной и динамической взаимосвязи с окружающей средой и используют ее для удовлетворения своих потребностей.

Антропоэкологические системы крайне неоднородны как по численности и характеру организации человеческих популяций, так и по характеристикам природных условий, в которых эти популяции действуют. На сегодняшний день, по расчетам специалистов, наиболее многочисленные человеческие популяции (примерно около 80%), обитают на 44% суши в области тропических лесов и саванн, а также в зоне умеренного пояса.

По характеру организации человеческих популяций антропоэкологические системы классифицируются на изоляты, демы, нации, наднациональные ассоциации, различающиеся по способу производства, укладу жизни, и человечество в целом.

Как отмечалось выше, главным отличием антропоэкологических систем от природных экосистем является **наличие в их структуре человеческих сообществ**, которым принадлежит доминирующая роль в развитии всей системы. Степень воздействия сообщества людей на природу зависит от способа производства материальных ценностей, структуры социально-экономических отношений, способа организации труда и распределения производимой продукции, активности сообществ людей на занимаемой территории.

Важнейшими современными антропоэкологическими системами являются агломерации, города, сельские поселения, транспортные коммуникации и другие. Они характеризуются определенным сочетанием социальных, демографических, политических, природных и хозяйственно-культурных условий.

Взаимоотношения человечества и среды обитания в процессе развития антропоэкологических систем развиваются в двух направлениях.

Во-первых, происходят изменения биологических и социальных показателей отдельных индивидуумов и сообществ в целом, направленные на удовлетворение требований, предъявляемых человеку средой.

Во-вторых, происходит перестройка самой среды, используемой для удовлетворения требований человека и находящейся под влиянием его деятельности [1, с. 72].

Важную роль в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека выполняет оптимизация условий среды в антропоэкологических системах, которая возможна только на основе эффективного и постоянного мониторинга производственной и общественной деятельности человеческих популяций. Дело в том, что в результате взаимодействия разнообразных изменений этих условий антропоэкологические системы могут приобретать признаки экстремальности. Решение задач устранения этих признаков является одним из важнейших вопросов сохранения и поддержания эффективной жизнедеятельности человеческих популяций в антропоэкологических системах.

Для этого необходимо проведение фундаментальных исследований по изучению всех сторон жизни и деятельности различных слоев общества и видов движения населения.

В последние десятилетия изменения основной группы демографических показателей (рождаемость, смертность, заболеваемость, миграции (социальные и территориальные), количество браков, разводов и др.) указывают на нарастающее неблагополучие во всех сферах жизни населения на земном шаре и на нарастающие признаки не просто экологического кризиса, а кризиса антропоэкологического. Потому сохранение биологической и психофизиологической жизнеспособности населения возможно только через восстановление рационального взаимодействия общества и природы в антропоэкологических системах, путем эффективного управления их состоянием. Информационной базой такого управления может выступить постоянный и достоверный мониторинг состояния антропоэкологической среды.

Данилов Юрий Дмитриевич, доцент кафедры социально-политических и исторических наук Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.