

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ КОРРОЗИОННОМ ПОВРЕЖДЕНИИ

Несмотря на широкое применение железобетонных конструкций в строительстве, на сегодня нет единой методики, учитывающей совместное действие на конструкции силовых нагрузок и агрессивных сред. Предлагается модель деформирования коррозионно-поврежденных железобетонных элементов с макротрещинами.

Учет комплексного воздействия силовых и коррозионных факторов с помощью данной методики на рассматриваемый железобетонный элемент производится на основе целого ряда работ: В.М.Бондаренко, П.Ф.Вахненко, А.И.Попеско [1], С.Н.Леонович [2], Л.М.Пухонто [3], Л.А.Ширяева [4], G.Horrigmoie.

Негативное влияние агрессивных сред на железобетонный элемент моделируется следующими параметрами:

- зоны деградированного бетона с различными глубинами поражения агрессивными средами δ , δ' , δ_1 (см. рис. 1);
- уменьшение диаметра стержней арматуры d_s , d'_s ;
- образование и развитие продольной коррозионной трещины с длиной $\beta \cdot L$ ($\beta < 1$).

Для описания работы корродированного бетона применяется трансформированная диаграмма деформирования с соответствующими значениями R_b , R_{bt} , E_b , $\varepsilon_{b,u}$, $\varepsilon_{bt,u}$.

Для удобства обращения исходная система нелинейных алгебраических уравнений записана в безразмерном виде и канонической форме. В качестве расчетного аппарата использовался известный математический программный комплекс MathCad 13.

Ниже представлены некоторые результаты параметрического анализа математической модели элемента из бетона В20 с арматурой класса А-III (А 400).

На рис. 1 даны расчетные зависимости относительной высоты сжатой зоны бетона $x = H_c/H = \xi$, уровня относительных деформаций в бетоне $y = \varepsilon_b/\varepsilon_{bu}$, уровня относительных деформаций в арматуре $z = \varepsilon_s/\varepsilon_{SR}$ от относительного изгибающего момента $m = M/(R_{bt} \cdot B \cdot H^2)$ при коррозионном повреждении арматуры.

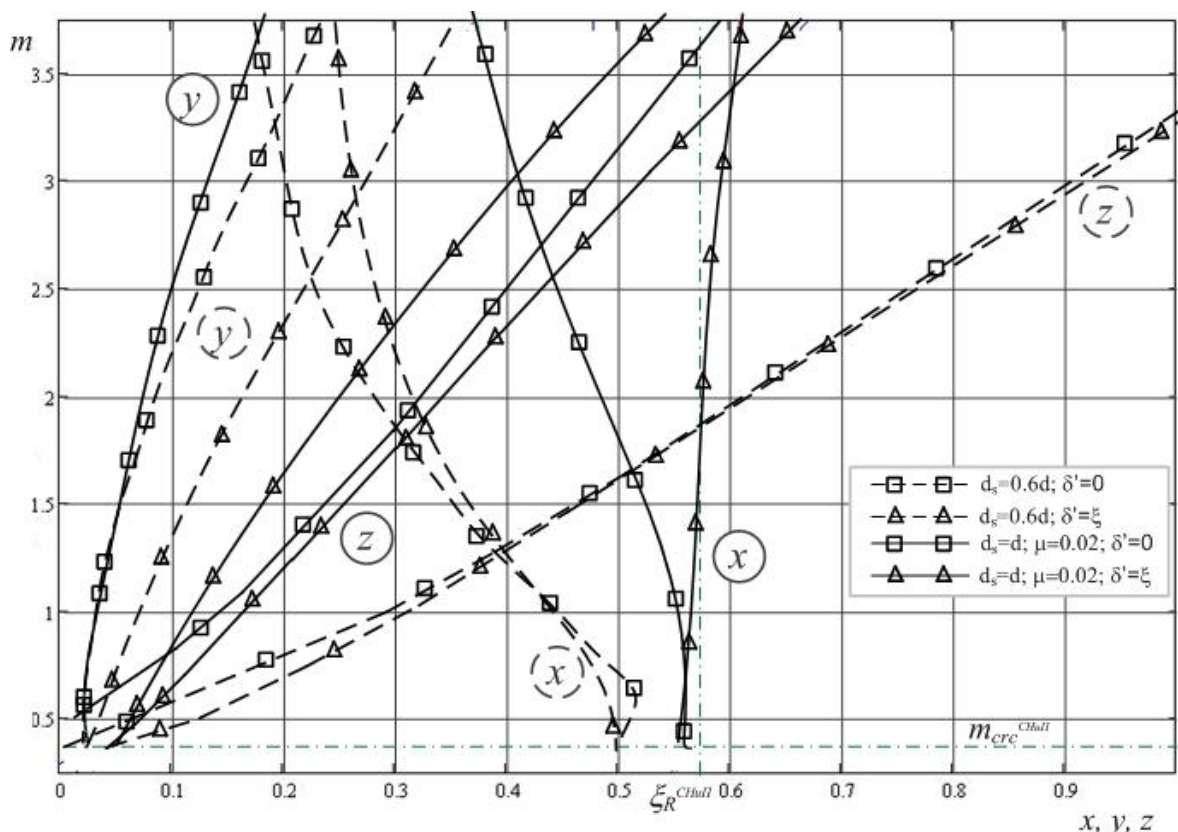


Рис. 1. Сопоставление результатов при неповрежденном армировании $\mu = 0,02$ и 40% коррозии арматуры

Представлены также значения относительных предельного момента m_{ult} и момента трещинообразования m_{cr} , вычисленных по методике СП 52-101-2003.

Следует отметить, что в модели не учитывалось нарушение сцепление корродированной арматуры с бетоном. Результаты моделирования этого фактора, значительно влияющего на несущую способность элемента, в настоящее время уточняются.

На основании приведенных результатов численного эксперимента, в котором использована система уравнений блочной модели деформирования коррозионно-поврежденных железобетонных элементов, делается вывод о применимости данной модели и возможности оценки с помощью этой методики проектного и остаточного ресурса конструкций.

Представленные результаты иллюстрируют возможность количественной оценки параметров эксплуатационных и предельных состояний железобетонных элементов при силовых и коррозионных воздействиях.

При этом, как видно из графиков, предлагаемая модель позволяет оценить трансформацию железобетонного элемента из нормально армированного в «переармированный», т.е. достижение $\xi > \xi_R^{СНП}$ в период эксплуатации.

Важно отметить, что, задаваясь функцией деградации свойств бетона и арматуры от времени, можно прямо оценивать срок наступления предельного состояния железобетонного элемента при заданной нагрузке, т.е. получить в явном виде оценку проектного или остаточного ресурса конструкции.

Проведенный цикл расчетов показал, что «боковая» коррозия бетона, задаваемая параметром δ_1 , не оказывает практически значимого влияния на результаты, а коррозионный износ арматуры в рассмотренных условиях является более «сильным» фактором влияния, нежели деградация свойств бетона.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Работоспособность железобетонных конструкций, подверженных коррозии/ А.И.Попеско; СПбГАСУ. – СПб., 1996. - 182 с.
2. Леонович С.Н. Коррозия арматуры: Общие подходы к расчету долговечности железобетонных конструкций // Вестник БГТУ. Строительство и архитектура. –2002. №1(13) – с. 38-43.
3. Пухонто Л.М. Долговечность железобетонных инженерных сооружений: (силосов, бункеров, резервуаров, водонапорных башен, подпорных стен). Монография. – М.: АСВ, 2004 – 424 стр. с илл.
4. Влияние минеральных масел на прочность бетона. Ширяева Л.А. // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. - 1988. - Т.206. - С. 96-100.