

## ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ РАСЧЁТА ПОВРЕЖДЁННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ.

Василевич А.А., студентка гр. ПГС-504м

Научный руководитель – д.т.н., профессор, Клименко Е.В.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**В статье изложены виды и причины разрушения сжатых железобетонных элементов. Предложены рекомендации расчета повреждённых железобетонных свай.**

В настоящее время бетон, армированный стальной арматурой, является одним из основных строительных материалов. Научные поиски в последние годы позволили создать бетоны высоких классов, что особенно эффективно при использовании его в сжатых элементах (колоннах и пилонах высотных зданий, опор мостов и транспортных развязок и т.п.).

Однако, во время эксплуатации железобетонные конструкции, как и все другие, испытывают износ. Состояние отдельных конструкций зданий и сооружений определяются степенью их повреждения. Оценка технического состояния конструкций проводится с целью установления опасности разрушения, а также возможности дальнейшего использования конструкции. Это обследование проводится на основе натурального осмотра, инструментальных исследований, а также поверочных расчетов и испытаний.

Причины повреждений часто носят не однозначный характер, в некоторых случаях их тяжело определить, так как иногда имеет место влияние нескольких факторов одновременно[2]. В основном это разного рода механические, химические воздействия, повреждения вызванные перераспределением усилий или перегрузкой.

Можно выделить основные причины, вызывающие повреждения:

1. Воздействие внешних факторов:

- природных (атмосферных, климатических, грунтовых, сейсмических, биологических);
- искусственных (нагрузок, взрывов, вибраций, ударов, блуждающих токов);

2. Воздействие технологических факторов:
  - агрессивных сред;
  - технологических загрязнений;
  - механических воздействий;
3. Проявления дефектов проектирования и строительства зданий (потеря прочности и устойчивости несущих конструкций, повреждение ограждающих конструкций, повреждения второстепенных элементов);
4. Нарушение режима эксплуатации зданий (нарушение правил использования и содержания зданий, несвоевременный неудовлетворительный ремонт).

Под механическим разрушением подразумевается в основном два вида дефектов сооружений из железобетона. К первому виду относятся внутренние или поверхностные разрушение конструкций под действием усадки или расширения, ко второму – перенапряжение, вызванное усилием сжатия, растяжения, среза и кручения. Химические воздействия – это в первую очередь эксплуатация конструкций в условиях агрессивных сред, не запланированных проектным решением: воздействия разнообразных кислот, щелочей, солей, паров газов, а так же биологические воздействия.

Алексеев С.Н. [1] приходит к выводу, что коррозионные повреждения снижают срок эксплуатации конструкций и для обеспечения требуемой долговечности необходимо либо облагораживать среду, в которой эксплуатируются конструкции, либо повышать стойкость к воздействию агрессивных веществ, либо обеспечить полную изоляцию от неблагоприятной среды. Каждый дефект характеризуется причинами, его вызвавшими, размерами, объемом повреждений и прогнозом его возможного развития. К основным видам относятся: раковины, пустоты, сколы, выколы и вспучивания, трещины и деформации. Чаще всего уменьшение поперечного сечения в результате разрушения части бетонного массива происходит из-за совместного действия сжимающей силы (приложенной с расчётным или случайным эксцентриситетом) и окружающей (часто – агрессивной) среды. На рис. 1 показаны примеры поврежденных железобетонных свай. Фундамент является соединительным звеном между сооружением и основанием. Он должен обеспечивать достаточную прочность для сооружения, сопротивляться влиянию грунтовых вод, обладать морозостойкостью. В нашей местности и характерных типах грунта всё больше отдают предпочтение сваям нежели фундаментам мелкого заложения. Сваи используют для передачи нагрузки от возводимых зданий и сооружений нижележащим слоям грунта или для уплотнения грунта и увеличения его несущей способности.

щей способности как основания. По характеру работы сваи подразделяют на сваи-стойки, которые передают давление от зданий и сооружений на прочный грунт, расположенный под толщиной слабого грунта, и висячие сваи, передающие нагрузку на окружающий грунт через трение о боковые стенки. Проблемой является определение остаточной несущей способности таких поврежденных железобетонных конструкций, то есть определение возможности их дальнейшей эксплуатации.

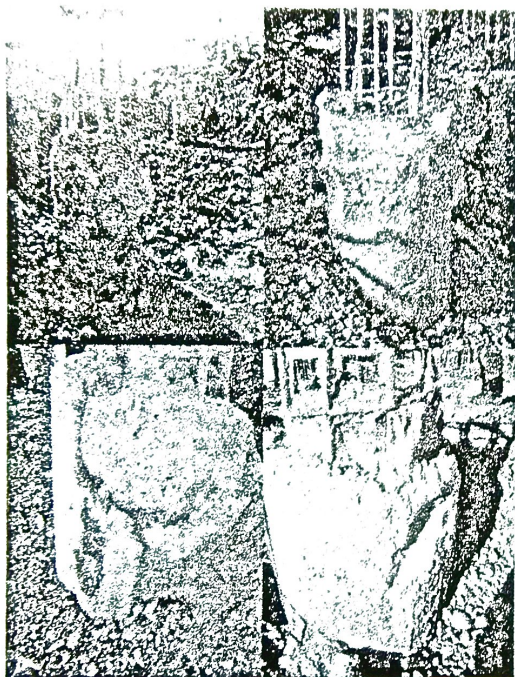


Рис 1. Примеры повреждения железобетонных свай

несущей способности поврежденных в процессе эксплуатации сжатых железобетонных элементов круглого сечения. Использование общих рекомендаций, приведенных в [3] не дает возможность решить поставленную задачу.

Однако нормами допускается применение упрощенной зависимости "напряжения-деформации" бетона, если она является эквивалентной или более консервативной (результаты расчета дают больший запас), а во время выполнения поверочных расчётов прямоугольных сечений, или близких к нему, можно допускать равномерный характер перераспределения нормальных сжимающих напряжений в сжатой зоне. Следует констатировать, что определение остаточной несущей способнос-

Государственные строительные нормы Украины [3] обязывают во время проектирования учитывать, кроме величины внешней нагрузки, влияние температуры; ползучесть и усадку бетона; длительность действия нагрузки. Кроме определения предельной внешней нагрузки, которую может выдержать конструкция вплоть до разрушения (несущая способность) ограничивается также шириной раскрытия трещин и расчетом по второй группе предельных состояний).

К сожалению, в действующих нормах нет методики расчета остаточной не-

ти конструкции, поврежденной в процессе эксплуатации, и является поверочным расчётом.

Исследованием работы поврежденных железобетонных элементов уделялось достаточно мало внимания. В этом контексте следует отметить достаточно объемные работы Клименка С.В. [4]. На основании анализа факторов, которые влияют на напряженно-деформированное состояние и остаточную несущую способность поврежденных колонн круглого поперечного сечения, установленные наиболее значимые из них, а именно:

- глубина повреждения,  $b$ ;
- эксцентриситет приложения внешней нагрузки,  $e_0$ ;

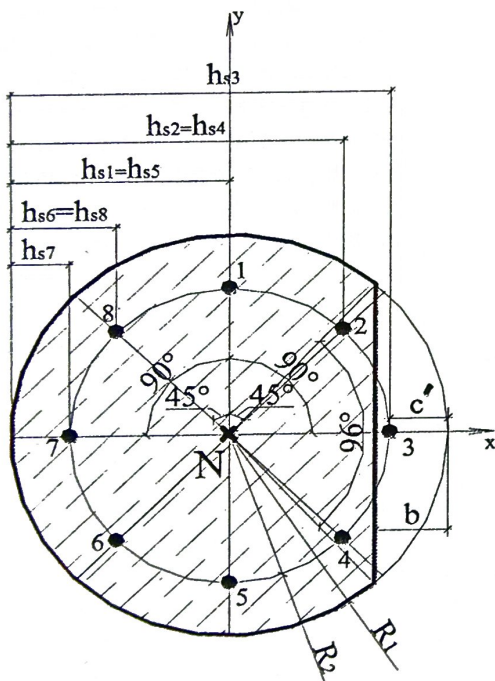


Рис. 2. Поврежденный железобетонный элемент

Поэтому, при расчетах таких образцов необходимо учитывать влияние потери устойчивости оголенной арматуры.

Определяем координаты от центра тяжести сваи до центра тяжести каждого стержня арматуры.

Устанавливаем равновесие моментов сил в стержнях сжатой арматуры (1), (2):

Рассмотрим расчет элемента с повреждением (Рис. 2). Внешняя нагрузка приложена по центру. Разбиваем площадь поперечного сечения сваи на простейшие фигуры, определяем площади круговых сегментов и прямоугольника, а также координаты центров тяжести этих площадей. Затем можем определить площадь поперечного сечения сваи после повреждения.

При нагрузках, близких к разрушающим, в железобетонном элементе с оголенными стержнями наблюдается потеря устойчивости арматуры в направлении к центру сечения.

Такой характер изгиба обусловлен наличием поперечного армирования в виде хомутов, которые препятствуют изгибу наружу.

$$\sum M_x: y_5 = 0, \quad (1)$$

$$\sum M_y: x_5 = 0, \quad (2)$$

$$N = N_s + N_c$$

$$N_s = f_{yd} \cdot A_{si} = f_{yd} \cdot A_{si} \sum_{i=1}^n A_{si}$$

$$N_c = f_{cd} \cdot A_{ci}$$

Запишем пять уравнений равновесия (3):

$$\sum N = 0; \sum M_x = 0; \sum M_y = 0; S_{xv} = 0; S_{yv} = 0, \quad (3)$$

I. Уравнение равновесия сил:

$$N = N_s + N_c = f_{yd} \cdot A_{si} \sum_{i=1}^n A_{si} + f_{cd} \cdot A_{ci}$$

II. Уравнение суммы моментов относительно оси x:

$$\begin{aligned} f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot y_1 + f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot y_2 + \sigma_{s2} \cdot A_{s2} \cdot y_2 - f_{yd} \cdot A_{s4} \cdot y_4 - f_{yd} \cdot A_{s5} \cdot y_5 - f_{yd} \cdot A_{s6} \cdot y_6 - f_{yd} \cdot A_{s7} \cdot y_7 + f_{yd} \cdot A_{s8} \cdot y_8 \\ = N_c \cdot y_s \end{aligned}$$

$$f_{yd} \cdot A_s \cdot (y_1 + y_2 + y_2 - y_4 - y_5 - y_6 - y_7 + y_8) = N_c \cdot y_s$$

III. Уравнение суммы моментов относительно оси y:

$$\begin{aligned} f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot x_1 + f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot x_2 + \sigma_{s2} \cdot A_{s2} \cdot x_2 + f_{yd} \cdot A_{s4} \cdot x_4 - f_{yd} \cdot A_{s5} \cdot x_5 - f_{yd} \cdot A_{s6} \cdot x_6 - f_{yd} \cdot A_{s7} \cdot x_7 - f_{yd} \cdot A_{s8} \cdot x_8 \\ = N_s \cdot x_s \end{aligned}$$

$$f_{yd} \cdot A_s \cdot (x_1 + x_2 + x_2 + x_4 - x_5 - x_6 - x_7 - x_8) = N_s \cdot x_s$$

IV. Статический момент относительно сжатой зоны бетона, ось x:

$$S_{xv} = A_1 y_1 - A_2 y_3 + \frac{A_2 y_2}{2} - \frac{A_2 y_2}{2};$$

V. Статический момент относительно сжатой зоны бетона, ось y:

$$S_{yv} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_2 x_2}{2} - \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_2 x_2}{2};$$

$$S_{yv} = 0$$

## *Выводы*

При анализе центрально сжатых образцов и с учетом их остаточной несущей способности, можно сделать вывод, что остаточная несущая способность зависит в основном от типа (глубины) повреждения из-за самостоятельных арматурных стержней, которые не связаны с бетоном.

А большая часть повреждений бетонных конструкций, которые возникают в процессе эксплуатации, возникают из-за ошибок в процессе проектирования (стадия проектирования), некачественных технологий возведения и низкого качества строительных материалов (стадия строительства), а также перегрузки конструкций нагрузками выше проектных (стадия эксплуатации).

## *Литература*

1. Алексеев С. Н. Проблемы нормирования защиты конструкций от коррозии / Алексеев С. Н. // Бетон и железобетон. – 1988. – №11. – с. 21-22.
2. Альбрехт Р. Дефекты и повреждения строительных конструкций / Альбрехт Р.; пер. с нем.Е.Ш. Фельдмана – М. :Стройиздат, 1979 – 207 с.
3. Бетонні та залізобетонні конструкції (II-а ред.): ДБН В.2.6.-2011. – [Чинний від 2011-06-01]. – К.: МІНРЕГІОНБУД України, 2009 – 101 с. (Державні будівельні норми України).
4. Клименко Є.В. Технічний стан будівель та споруд /Клименко Є.В. – Одеса: ОДАБА, 2010. – 284 с.