

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА БАЛКИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СРЕДЫ

Корнеева И.Б., к.т.н., доц.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

Рассмотрим балку прямоугольного сечения, выполненную из однородного материала. В процессе эксплуатации конструкция подвергается воздействию окружающей среды, которое может иметь различный характер, но в любом случае изменяет прочностные и деформативные характеристики материала. Прохождение фронта воздействия аппроксимируется зависимостью

$$h_b(t) = k\sqrt{t_3} \quad (1)$$

Предполагается, что за всё время эксплуатации t , воздействие проникает через всё сечение.

При одностороннем воздействии по мере продвижения фронта воздействия центр изгиба смещается от центра тяжести в сторону той части сечения, которая обладает более высоким модулем упругости. Наибольшее значение смещение достигает к 10-17 годам, что соответствует $\alpha = 1.5$ и $\alpha = 0.5$, если α – отношение модулей упругости слоев [1]. Затем расстояние между центром изгиба и центром тяжести уменьшается, и когда ($t = 50$ лет) фронт воздействия проходит всё сечение центр изгиба совпадает с центром тяжести.

Плечо внутренней пары при благоприятном воздействии на первой стадии возрастает, при неблагоприятном – уменьшается. В первом случае, когда прочностные и деформативные характеристики в зоне воздействия возрастают по сравнению с остальной частью сечения, это приводит к ещё более эффективной работе стержней на изгиб. Во втором – наоборот. Затем плечо внутренней пары принимает первоначальное значение и в дальнейшем его изменение носит противоположный характер, процесс стабилизируется. Уменьшение (увеличение) прочностных и деформативных характеристик как бы компенсируется увеличением (уменьшением) плеча внутренней пары.

Изменения приведенного момента инерции и прогиба по отношению к первоначальным значениям можно разделить на три характерных участка. Первый – 6 - 10 лет, это интенсивный рост момента инерции и уменьшение прогибов при благоприятном воздействии, что снимает вопрос о наступлении второго предельного состояния. При агрессивном воздействии явление прямо противоположное. И если допустимый прогиб не должен превышать,

например, $1.3f_0$, то уже при $\alpha = 0.5$ к трём годам, а при $\alpha = 0.6$ к 7 годам прогибы достигнут допустимых значений. Это относится к сильно агрессивным средам. На втором участке – 30 - 36 лет наступает процесс стабилизации. И третий участок до 50 лет – моменты инерции возрастают, прогибы продолжают уменьшаться в первом случае при благоприятном воздействии и уменьшаются приведенные моменты инерции и растут прогибы во втором случае при неблагоприятном воздействии. При $\alpha = 0.7$ к 47 годам эксплуатации прогибы достигают предельно допустимых значений. Для умеренной и слабо агрессивной среды при $\alpha = 0.8$ и более второе предельное состояние не наступает. Это конечно зависит от величины прогиба f_0 при $t = 0$.

Проследим изменения экстремальных напряжений в зоне воздействия и в слое, куда воздействие ещё не проникло. При благоприятном воздействии на самом раннем этапе напряжения достигают самых больших значений. И здесь необходимо проверить, не превзойдут ли они предела прочности. Именно отсюда, из зоны, где под влиянием среды прочность повысилась, может начаться разрушение. Но если этого не случилось, то в дальнейшем они уменьшаются и такая проверка уже не нужна. Это создаёт определённые резервы несущей способности по первому предельному состоянию. В другом случае напряжения в начальный момент времени имеют самые маленькие значения и с течением времени возрастают. Поэтому, зная пределы прочности, для каждой зоны можно определить время надёжной эксплуатации.

При симметричном воздействии со стороны верхней и нижней грани, естественно, смещения центра изгиба относительно центра тяжести не происходит. Плечо внутренней пары сперва возрастает при благоприятном воздействии и уменьшается при агрессивном, а потом плавно возвращается к первоначальному значению. Поэтому наиболее интенсивные изменения напряжённо-деформированного состояния следует ожидать первые 5 - 10 лет. На графиках изменения относительных величин приведенного момента инерции и прогиба можно выделить два характерных участка. Первый, до 10 лет, интенсивного роста момента инерции и уменьшения прогиба при благоприятном воздействии, во втором случае картина противоположная. При уменьшении α до 0.5 имеется тенденция увеличения этого участка до 25 лет. При неблагоприятном воздействии необходима проверка достижения прогибами допустимых значений и определение времени надёжной эксплуатации. При благоприятном воздействии проверку прочности необходимо выполнить в самом начале воздействия среды. Как и в предыдущем случае, если проверка выполняется, то в дальнейшем её повторять не нужно, так как напряжения со временем уменьшаются. При неблагоприятном воздействии достижение предела прочности происходит всегда и за конечное время эксплуатации.

При несимметричном по своему характеру воздействии с двух

противоположных сторон происходит изменение положения центра изгиба. Наибольшее значение достигается, когда фронты воздействия проникают на половину сечения, то есть всё сечение испытывает воздействие среды. Смещение происходит в сторону благоприятного воздействия и достигает наибольшей интенсивности при сильно агрессивной среде $\alpha = 0.5$ с одной стороны и очень благоприятном воздействии $\alpha = 1.5$ с другой. Эта закономерность сохраняется и для других параметров. Плечо внутренней пары примерно до половины времени эксплуатации уменьшается, а затем увеличивается и достигает первоначального значения. Приведенный момент инерции и прогиб на протяжении всего времени эксплуатации и воздействия среды имеют тенденцию к уменьшению и возрастанию соответственно. Отсутствуют участки стабилизации. По абсолютным значениям прогибы меньше, чем при симметричном воздействии, но отсутствуют случаи уменьшения прогибов. Напряжения в крайних волокнах $\sigma_z^{\min}$ всё время возрастают и могут достичь предела прочности. Но нигде $\sigma_z^{\min}/\sigma_0$ не достигают 1. Это означает, что исчерпания прочности может и не произойти. Относительные напряжения $\sigma_z^{\max}/\sigma_0$ все время уменьшаются. Так что если в начальный момент не произойдет исчерпания прочности, то в дальнейшем это уже не случится. Максимальные относительные напряжения в среднем слое, куда воздействие ещё не проникло, с самого начала и на всём протяжении эксплуатации уменьшаются. А потому вопрос о проверке прочности здесь не возникает.

Расчёт напряжённо-деформированного состояния и выводы, относящиеся к стержням с наследственной неоднородностью, остаются справедливыми и для стержней с конструктивной неоднородностью.

Литература

1. Кобринец В.М., Заволока Ю.В., Али Адель. Расчёт центральножатых бетонных стержней с учётом воздействия внешней среды. “Строительные материалы и конструкции.”- Киев, 1991, вып. 4. - 36с.

ANALYSIS OF CHANGES IN CHARACTERISTICS OF MATERIAL BEAMS IN OPERATION UNDER THE INFLUENCE OF ENVIRONMENT

Influence of environment is caused by the change of durability and inflexibility of construction, and, thus, influences on the term of its exploitation.