

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Корнеева И. Б. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Воздействие окружающей среды вызывает изменение прочностных и деформативных характеристик материала, физико-геометрических характеристик, плеча внутренней пары и миграцию центра изгиба.

Рассмотрена балка прямоугольного сечения, выполненная из однородного материала. В процессе эксплуатации конструкция подвергается воздействию окружающей среды, которое может иметь различный характер. Прохождение фронта воздействия аппроксимируется зависимостью [1]

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

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 $\alpha = 0,5$. 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 про-

тивоположный 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 допускаемых 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 σ_z^{\min} и σ_z^{\max} в слое, куда воздействие ещё не проникло. При благоприятном воздействии на самом раннем этапе σ_z^{\min} 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 σ_z^{\min} уменьшаются и такая проверка уже не нужна. σ_z^{\max} – в этом случае на протяжении всего времени эксплуатации уменьшаются. Это создаёт определённые резервы несущей способности по первому предельному состоянию. Во втором случае напряжения σ_z^{\min} и σ_z^{\max} 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. Например, для σ_z^{\max} относительный предел прочности составляет 1.4. При этом $t_3(\alpha = 0,5) = 36,5$ лет, $t_3(\alpha = 0,6) = 41,8$ лет, $t_3(\alpha = 0,7) = 48,5$ лет. Для σ_z^{\min} относительный предел прочности составляет 0,9. При этом $t_3(\alpha = 0,5) = 45,2$ лет,

$t_3(\alpha = 0,6) = 41$ год, $t_3(\alpha = 0,7) = 9,2$ года, $t_3(\alpha = 0,8) = 2,7$ года. Для $\alpha \geq 0,9$ – исчерпание прочности произойдет в процессе загрузки. Из двух значений t_3 по σ_z^{\min} и σ_z^{\max} выбирают меньшее. Для определённых значений α (в данном примере $\alpha \geq 0,9$) исчерпание прочности по σ_z^{\max} не происходит. Но в слое, который находится в зоне воздействия (σ_z^{\min}), это произойдёт обязательно.

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 в 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 допускаемых 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. Напряжения в естественном слое только при очень агрессивном воздействии ($\alpha = 0,5-0,6$) на начальном этапе возрастают до 10 % ,а затем убывают до нуля. При $\alpha > 0,6$ они сразу начинают убывать при любом характере воздействий ($0,6 \leq \alpha \leq 1,5$).

При несимметричном по своему характеру воздействию 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 дру-

гих 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 σ_z^{\min} всё время возрастают и могут достичь предела прочности. Но нигде σ_z^{\min}/σ_0 не достигают 1. Это означает, что исчерпания прочности может и не произойти. Относительные напряжения σ_z^{\max}/σ_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 центрально сжатых бетонных стержней с учётом воздействия внешней среды. "Строительные материалы и конструкции." – Киев, 1991, вып. 4. – 36 с.