

Рис.3. Усиление опорной части клееной балки

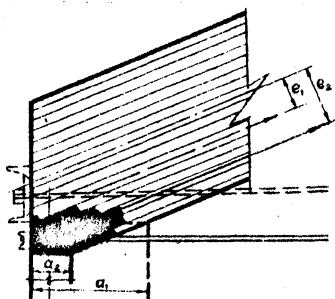


Рис.4. Усиление опорной части арки

Исходя из результатов исследований можно сделать вывод о целесообразности использования модифицированной древесины в конструкциях, позволяющей по-новому решать практические задачи.

С.А.Щуко, В.Ю.Щуко

УДК 624.011.6.

РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ АРМИРОВАННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НАГРУЗКИ

Для клееных армированных изгибаемых элементов, подверженных длительному действию нагрузки характерны три стадии напряженно-деформированного состояния: условно-упругой работы, упруго-пластической работы и стадия разрушения (рис. 1).

Для оценки напряженно-деформированного состояния армированного изгибаемого элемента и его несущей способности рассмотрим метод расчета, в основу которого положены идеализи-

рованные (спрямленные) диаграммы напряженно-деформированного состояния (рис. 2), что соответствует третьей стадии работы. При этом считаем, что упругие свойства и деформативность во времени (ползучесть) древесины растянутой и сжатой зон одинаковы, а деформации волокон древесины и арматуры во времени равны и совместны.

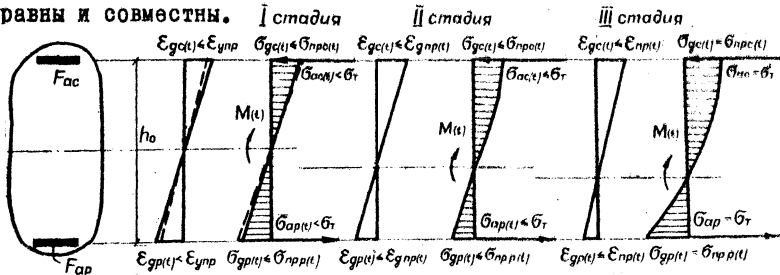


Рис. 1. Стадии напряженно-деформированного состояния армированного деревянного элемента при поперечном изгибе (эпюры деформаций и нормальных напряжений).

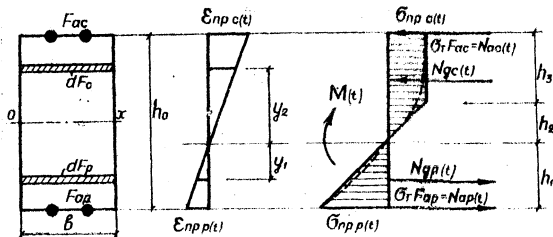


Рис. 2. Расчетные эпюры деформаций и нормальных напряжений.

Из условия равновесия внутренних усилий в сечении деревянного элемента с двойным симметричным армированием при изгибе, т.е. при $F_{ac} = F_{ap} = F_a / 2$ внешним усилиям определим положение нейтральной оси сечения элемента в момент времени t :

$$N_{g(t)} + N_a(t) = 0 \quad (1)$$

$$M(t) = M_a(t) + M_g(t). \quad (2)$$

Из условия совместности деформаций арматуры и древесины в момент времени t имеем:

$$\sigma_a(t) = \sigma_g(t) = \frac{E_a}{E_g(t)} \sigma_g(t) = \sigma_g(t) n_t \quad (3)$$

В выражениях (1 - 3) $N_a(t) = N_{ac}(t) + N_{ap}(t)$ и $N_g(t) = N_{gc}(t) + N_{gp}(t)$ - нормальные усилия в арматуре и древесине в момент времени t ;

$M_a(t) = M_{ac}(t) + M_{ap}(t)$ и $M_g(t) = M_{gc}(t) + M_{gp}(t)$ - суммы моментов внутренних усилий в арматуре и древесине в момент времени t ;

$M(t)$ - внешний изгибающий момент, действующий на элемент в момент времени t ; $\sigma_a(t)$ и $\sigma_g(t)$ - крайевые напряжения в арматуре и древесине, измеренные в момент времени t ; E_a и $E_g(t)$ - модуль упругости арматуры и длительный модуль упругости древесины; $\frac{E_a}{E_g(t)} = n_t$.

Подставляя значения внутренних усилий, действующих в сечении элемента в момент времени t , в (1) и решая его относительно h_1 , h_2 и h_3 получим:

$$h_1 = 2h_0 \frac{\sigma_{прс}(t) + \sigma_{прр}(t)}{[\sigma_{прр}(t) + \sigma_{прс}(t)]^2}; \quad (4)$$

$$h_2 = 2h_0 \frac{\sigma_{прс}^2(t)}{[\sigma_{прр}(t) + \sigma_{прс}(t)]^2}; \quad (5)$$

$$h_3 = h_0 \frac{\sigma_{прр}(t) - \sigma_{прс}(t)}{\sigma_{прр}(t) + \sigma_{прс}(t)}; \quad (6)$$

где h_0 - расчетная высота сечения, равная расстоянию между центрами арматуры растянутой и сжатой зон; h_1 - расчетная высота растянутой древесины; h_2 - расчетная высота упругой части сжатой зоны древесины; h_3 - расчетная высота пластической части сжатой зоны древесины; $\sigma_{прс}(t)$ и $\sigma_{прр}(t)$ - предел длительной прочности древесины при сжатии и растяжении.

Зная (2) и (4-6), определим несущую способность сечения:

$$M_{\max}(t) = \frac{1}{3} \sigma_{прс}(t) b \left[h_2^2 + \frac{\sigma_{прр}(t)}{\sigma_{прс}(t)} h_1^2 + \frac{3}{2} h_3 (2h_3 + h_2) \right] + \sigma_T h_0 \frac{F_a}{2}. \quad (7)$$

Отсюда получим формулы для определения напряжений в арматуре и древесине в момент времени t :

$$\sigma_a(t) = \frac{M(t) h_0 n_t}{2J_0 (1 + 3n_t \mu)}; \quad (8)$$

$$\sigma_g(t) = \frac{M(t) h_0}{2J_0 (1 + 3n_t \mu)}. \quad (9)$$

Их изменение по сравнению с напряжениями, возникающими при кратковременном (мгновенном) нагружении, выразится коэффициентами:

$$K_{\sigma}(t) = \frac{\sigma_{д}(t)}{\sigma_{д}} = \frac{n_t(1+3n_t\mu)}{n(1+3n_t\mu)}; \quad (I0)$$

$$K_{\sigma}(t) = \frac{\sigma_{г}(t)}{\sigma_{г}} = \frac{1+3n_t\mu}{1+3n_t\mu}. \quad (II)$$

Анализ полученных выражений показывает, что значение коэффициента изменения напряжений в арматуре находится в пределах $1 \leq K_{\sigma}(t) \leq 1,5$, а коэффициента изменения напряжений в древесине $-0,6 \leq K_{д}(t) \leq 1,0$, при $n = 20$, $n_t = 25+40$.

Решая дифференциальное уравнение изогнутой оси армированного элемента при поперечном изгибе, получим формулу прогиба элемента для любого момента времени.

$$f(t) = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{E_{г}(t) J_0(1+3n_t\mu)} + \frac{3}{16} \frac{q l^2}{G(t) F_0(1+n_t\mu)}. \quad (I2)$$

Сопоставление результатов, полученных по формулам (8), (9), (I2), с экспериментальными данными испытаний восьми клееных армированных балок пролетом 2,7 м с длительным действием нагрузки (600) суток, показало, что ошибка при определении напряжений в среднем составляет 7,15%. Вероятные отклонения, определенные по правилу $M \pm 3\sigma$ находятся в пределах +17,25 - -3,05%, а при определении прогибов соответственно - 4,46% и -13,19-4,26%.

В.Г.Житущкин, Т.Н.Базенков, С.И.Ткачев

УДК 624.011.1.325

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КЛЕЕФАНЕРНЫХ АРОК ПРОЛОТОМ 18м

В 1973 году на Гомельском заводе стройдеталей были изготовлены и затем испытаны на полигоне Брестского инженерно-