

## ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ЛЕГКИХ НАДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### PROSPECT OF THE DEVELOPMENT OF EASY ELEVATED PEDESTRIAN CROSSINGS, EXECUTED FROM MODERN COMBINED WOODEN CONSTRUCTIONS

*Коршак О.М., к.т.н., Острый Р.А., к.т.н., Кожокарь О.С., инж., Окунь И.В., маг. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры).*

*(the Odessa State Academy of Building and Architecture)*

В связи с увеличением интенсивности движения автомобильного транспорта все актуальнее становится вопрос об устройстве пешеходных переходов в разных уровнях с автодорогой. Значительное количество переходов составляют надземные пешеходные переходы, которые имеют ряд преимуществ перед подземными переходами:

- меньшая стоимость;
- отсутствие необходимости сужения дороги на время производства работ;
- меньшая зависимость от геологических условий (в т. ч. от наличия подземных вод, что в последнее время стало значительной проблемой для г.Одессы);
- затрагивание меньшего количества коммуникаций, находящихся в районе строительства;

Цель проведения работы: обеспечение безопасности пешеходов при пересечении проезжей части, сохранение жизни и здоровья участников движения, ликвидация очагов аварийности, исследование и внедрение современных деревянных конструкций отечественного производителя.

Основными составляющими надземного пешеходного перехода являются: конструкции пролетных строений, конструкции опор пролетных строений, конструкции сходов с пролетных строений, а также, по необходимости конструкции остекления пролетных строений и сходов, средств организации движения.

Основными конструкциями перекрытия перехода будут служить деревянные арки, сечения арок будут составлять сплоченные двутавровые балки с деревянными поясами и стенкой из OSB с двухслойным армированием.

Известно, что предельная несущая способность балки, как изгибаемого элемента может наступить в результате: достижения предельного состояния древесины в сжатой зоне от смятия древесины вдоль волокон, достижения предельного состояния в растянутой зоне – разрыв древесины вдоль волокон, скалывание древесины вдоль волокон в опорных зонах. Все эти особенности разрушения характерны для деревянных элементов. В балках, в процессе эксплуатации под действием различных факторов часто возникают повреждения в виде продольных поверхностных и сквозных трещин, геометрические параметры которых колеблется в широких пределах, как по длине, так и по глубине сечения. Как показывает практика, направление их развития совпадает с направлением волокон древесины, в данном направлении древесина оказывает наименьшее сопротивление их развитию

Балки с деревянными поясами и стенкой из OSB позволяют снизить материалоемкость конструкций путём замены клееной древесины в центральной части по высоте поперечного сечения на стенки из современного материала OSB. Кроме того, расположение в сечении нескольких двутавров позволяет увеличить этот эффект.

Обеспечение прочности от местной потери устойчивости на опорах, где поперечная сила достигает максимума, осуществляется закреплением к стенкам опорных деревянных вкладышей.

Армированные клееные деревянные балки являются эффективным способом увеличения прочности и жёсткости изгибаемых и сжатоизгибаемых элементов. Армирование сечений клееных деревянных балок в основном выполняется послойно.

Применение послойного армирования позволяет при расчёте увеличить изгибные геометрические характеристики балки, снижая тем самым уровень расчётных напряжений. Помимо этого, во времени происходит перераспределение нормальных и касательных напряжений с более слабого неоднородного материала – древесины, на более прочный и однородный материал – арматуру, что повышает надёжность конструкции при длительной эксплуатации. При этом считается, что связь между арматурой и древесиной непрерывна по длине конструкции и обеспечивает их полную совместную работу на весь срок эксплуатации.

Расчёт армированных двутавровых балок производится по приведенному сечению, с учётом различия модулей упругости поясов из древесины с OSB стенкой и продольным слоем армирования. В связи с этим все изгибные геометрические характеристики  $F$ ,  $W$ ,  $J$  приводятся к наиболее напряжённому материалу, а именно к древесине.

Использование высокомодульного материала, а именно послойное армирование позволяет уменьшить высоту сечения балки, за счёт увеличения прочностных характеристик материалов, что даёт дополнительную возможность использования конструкции в тех или иных сооружениях. Например, в качестве сечения арки, которая будет являться основой надземного пешеходного перехода над широкими и опасными улицами движения транспорта города.

В условиях лаборатории кафедры МДиПК ОГАСА был проведён научный эксперимент, целью которого являлось проанализировать разницу несущей способности балки без армирования и этой же балки с двухслойным армированием.

Предварительно проводился численный расчёт балки на прочность по двум группам предельных состояний:

На действие нормальных и касательных напряжений в древесине и арматуре:

$$\frac{M}{W_{np}} \leq R_u ; \frac{M \cdot n \cdot K_m}{W_{np}} \leq R_a ; \tau = \frac{Q \cdot S_{np}}{J_{np} \cdot b_{np}} \leq R_{ск};$$

где:  $W_{np} = \frac{2 \cdot J_{np}}{h_0}$  - приведенный момент сопротивления с двухслойным армированием;

$h_0$  — расчётная высота сечения;

$n$  - коэффициент приведения модуля упругости арматуры к модулю упругости древесины, равный 21;

$S_{np} = S_0 \cdot (1 + 2 \cdot n \cdot \mu)$  — приведенный статический момент сдвигаемой части сечения с двухслойным армированием относительно нейтральной оси;

$J_{np} = J_0 + J_a \cdot n$  — приведенный момент инерции сечения относительно нейтральной оси;

$\mu$  - коэффициент армирования поперечного сечения конструкции, в данном случае равный 2%.

Расчёт на прогиб

$$f = \leq \left[ \frac{l}{200} \right] = \frac{5}{384} \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J \cdot \kappa_{ж}} \leq \left[ \frac{l}{200} \right],$$

где  $f$  - прогиб балки приведенного сечения от изгибающего момента.

Сопоставив полученные данные при численном расчёте предельно допустимой нагрузки балки без армирования и этой же балки с двухслойным армированием, наблюдается увеличение её несущей способности  $\approx$  на 27%, что позволит в дальнейшем при заданной нагрузке уменьшить высоту сечения балки, облегчая саму конструкцию арки и таким образом удешевить стоимость пешеходного перехода.

### Испытание составной двутавровой балки

Для испытания была изготовлена двутавровая деревянная балка с поясами из древесины, стенка изготовлена из ориентированно-стружечных плит. Соединения балки выполнены на модифицированной поливинилацетатной дисперсии типа «MIXCOL» (жесткое соединение).

На Рис. 1 показан общий вид испытываемой балки и её поперечное сечение.

Целью испытания являлось установить работоспособность армированных деревянных балок со стенкой из OSB. Армирование выполнялось металлической сеткой  $\varnothing 1,4$  мм, ячейкой  $2,5 \times 1,25$  см. Сетка соединялась с поясами балки эпоксидным клеем. На Рис.1. приведена схема расположения тензодатчиков и армирование поясов.

Загружение балки осуществлялось гидравлическим домкратом. Нагрузка передавалась через металлическую траверсу в третях пролета (Рис. 2).

Как было указано выше, нагрузка прикладывалась при помощи домкрата через металлическую траверсу в третях пролета балок ступенями по 100 кг. В процессе испытаний после каждого последующего нагружения снимались показания приборов. При испытании были использованы прогибомеры Максимова и тензодатчики. Прогибомеры находились на опорах и в середине балки, а тензодатчики согласно схеме (Рис.1). Балка испытывалась на действие кратковременной статической нагрузки.

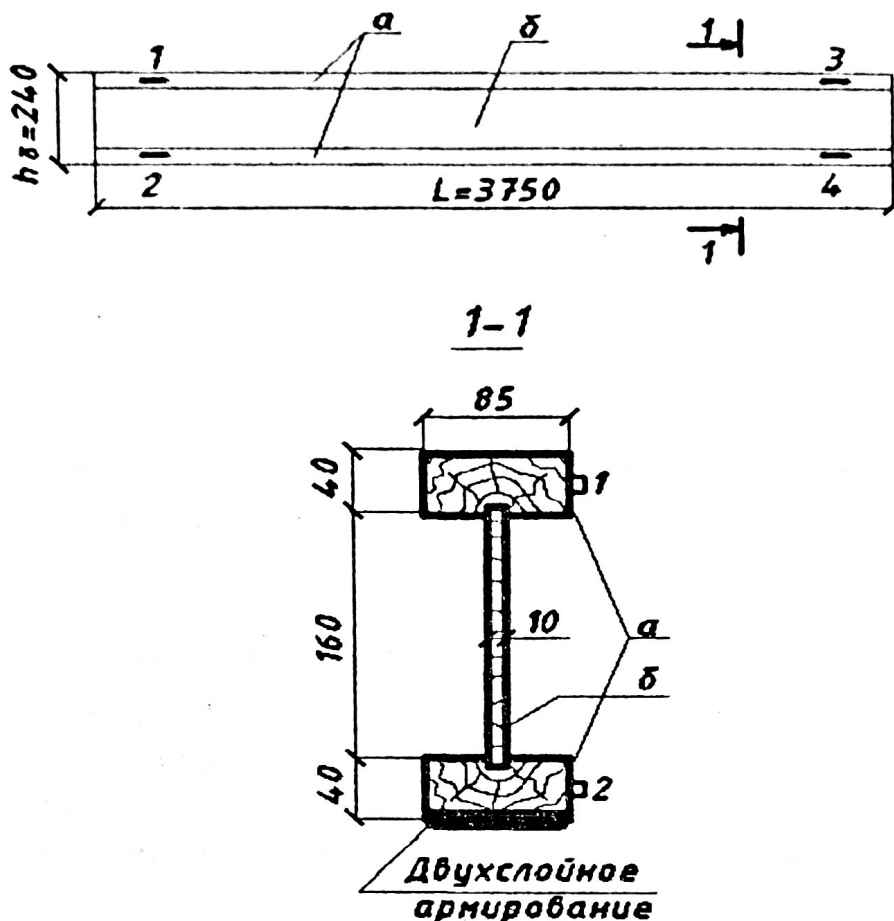


Рис. 1 Схема расположения тензодатчиков на балке и армирование поясов.

*а* - деревянный пояс;

*б* - стенка из ориентировано-стружечной плиты

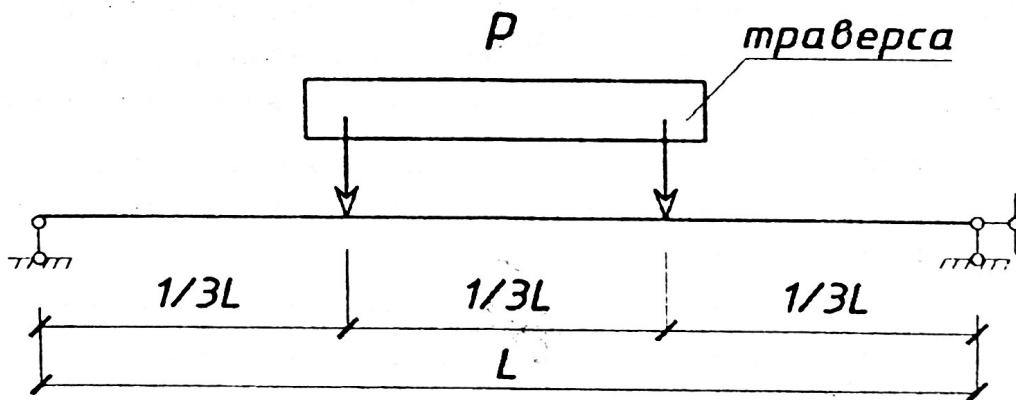


Рис.2 Схема приложения нагрузки на балку

В результате испытания получили следующие данные: разрушающая нагрузка составила 19 кН (1,9 т). Разрушение произошло на опоре. На графиках приведены значения прогибов балки в зависимости от величины приложенной нагрузки.(см. Рис. 3) Несмотря на действие такой большой нагрузки балка практически до разрушения выдержала расчетный прогиб.



Рис 3 Кривые прогибов балки без усиления и балки с послойным армированием

**Выводы:** Результаты испытания свидетельствуют о достаточной работоспособности армированной балки. Разрушающая нагрузка оказалась в 1,5 раза больше, чем для балки без усиления, что является достаточным для применения таких балок при строительстве надземных пешеходных переходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стоянов В.В. Конструкции из дерева и пластмасс. Курс лекций. Одесса. 2006г.
2. Стоянов В.В. Основы научных исследований. Курс лекций для магистров. Одесса 2008г.
3. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций. ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. - М., 1981
4. СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции».