

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПОКРЫТИЙ С ОБШИВКАМИ ИЗ УСИЛЕННЫХ ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ (ЦСП)

*Стоянов В.В., Острый Р.А., Масляненко Е.В., Богаченко А.В.,
Топалов П.П. (Одесская государственная академия строительства
и архитектуры)*

Известно, что цементно-стружечные плиты (ЦСП) при удовлетворительной огне-, водо-, био- и морозостойкости по всем конструктивным показателям значительно уступают древесине [1]. Вместе с тем, ограничение использования ЦСП в несущих конструктивных элементах связано с другой причиной – характерным хрупким разрушением.

Существующие подходы, направленные на смягчение эффекта хрупкого разрушения ЦСП в составе различных конструктивных элементов не дают ожидаемого эффекта [1].

Исследования, проводимые кафедрой металлических, деревянных и пластмассовых конструкций по совершенствованию конструктивных элементов с использованием ЦСП при воздействии на них изгибающих и растягивающих усилий, показали возможность существенного повышения надежности этих конструкций. Для этого цементно-стружечные плиты в зоне интенсивных изгибающих и растягивающих напряжений должны быть усилены высокомодульной сеткой – металлической либо полимерной [1] толщиной не более 1-2 мм, что позволяет легко крепить ее по плоскости ЦСП, используя эффективные минеральные вяжущие на основе церезита и т.п. Наличие высокомодульного слоя препятствует полному разрушению плиты при появлении в ней сквозных трещин.

Для проверки отмеченных выше приемов усиления комбинированных конструкций, была запроектирована трехслойная панель размером 1250×3200 мм в плане, с усиленными металлической сеткой обшивками из ЦСП и двутавровыми ребрами со стенкой из ЦСП и деревянными поясами (рис. 1).

Трехслойная панель перекрытия

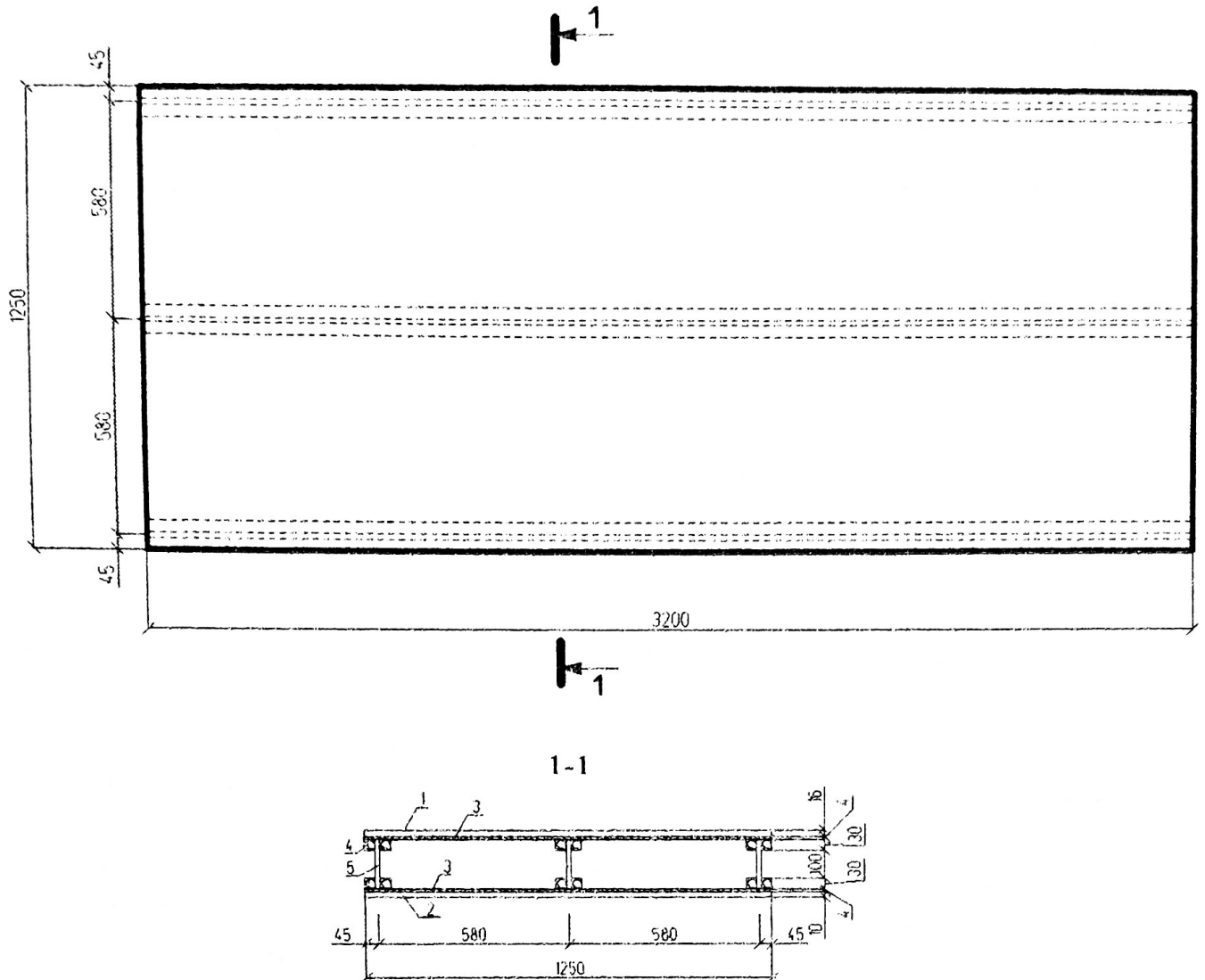


Рис. 1 Цементно-стружечная панель

- 1.- верхняя обшивка толщиной 16 мм
- 2.- нижняя обшивка толщиной 10 мм
- 3.- металлическая сетка толщиной 1 мм и ячейками $2,5 \times 5$ мм
- 4.- пояс двутавровой балки
- 5.- стенка двутавровой балки

Расчет панели проводился с использованием приведенных к древесине геометрических характеристик и учета податливости стыковых соединений обшивки и ребер, а также поясов и стенки ребра. Исходя из расчета по соответствию нормальных напряжений и допустимых прогибов, расчетная нагрузка на панель составила (включая собственный вес) 5,86 кН/м.

Вместе с тем, расчет на скалывание и срез ребер панели показал, что в стенке ребра возникают значительные касательные напряжения ($\tau_{\text{ср}}=0,87$ МПа).

a)



б)

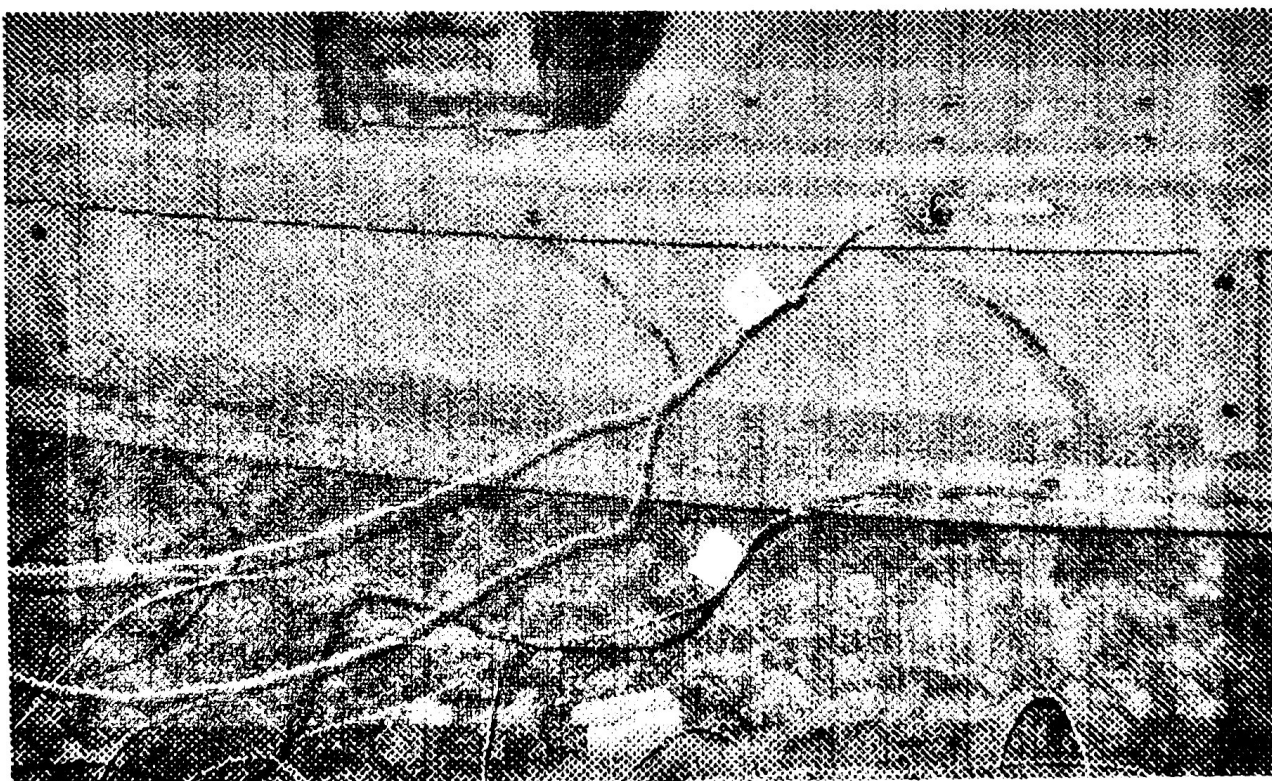


Рис.3 Цементно-стружечная панель во время испытаний

а) общий вид

б) деталь разрушения ребра панели

Испытание трехслойной панели производилось по схеме однопролетной балки с шарнирным опиранием по концам и загрузением двумя сосредоточенными силами в третях пролета (рис.2).

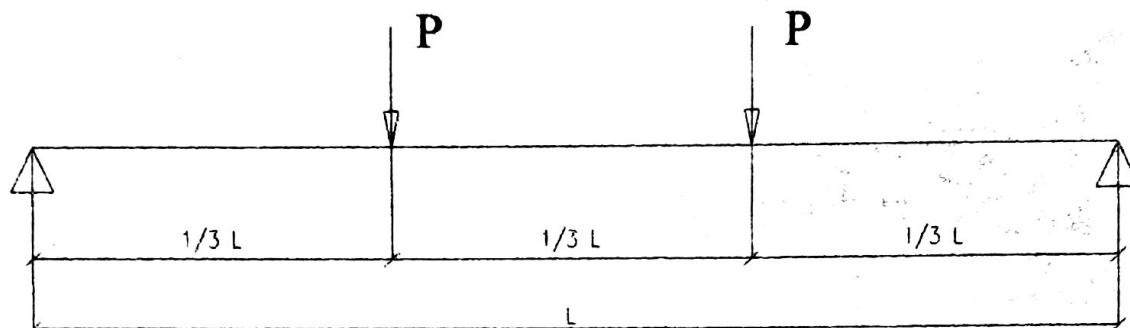


Рис. 2. Расчетная схема панели.

Испытания панелей осуществлялось в лаборатории кафедры МД и ПК на специальном стенде, закрепленном на силовом полу. Загружение панели производилось с помощью металлической траверсы гидродомкратом (рис.3)

Методикой испытаний предусматривалось определение деформаций и перемещений в центральной части панели и на ее опорах.

Для измерения деформаций использовались тензорезисторы, механические тензометры Гугенбергера, а перемещения измерялись индикаторами часового типа и прогибомерами Максимова. Загружение панелей производилось поэтапно с усилием $0,2 P_{расч}$.

По результатам испытаний величина разрушающей нагрузки $P_{разр}$ на панель составила $21,6$ кН или $6,75$ кН/м, что в принципе больше расчетной нагрузки $P_{расч}=5,86$ кН/м, но разница в этих величинах $P_{разр}=1,15 P_{расч}$ недостаточна для обеспечения надежной работы конструкции – рекомендуется $P_{разр} \geq 1,8-2,0 P_{расч}$ [2].

Из рис. 3б видно, что причиной разрушения панели стало хрупкое разрушение стенок ребер из ЦСП, остальные элементы конструкции не обнаружили признаков потери несущей способности. В частности, величина нормальных напряжений в поясах ребер, при их очевидном росте по мере повышения нагрузки, далека от критической величины (рис.4).

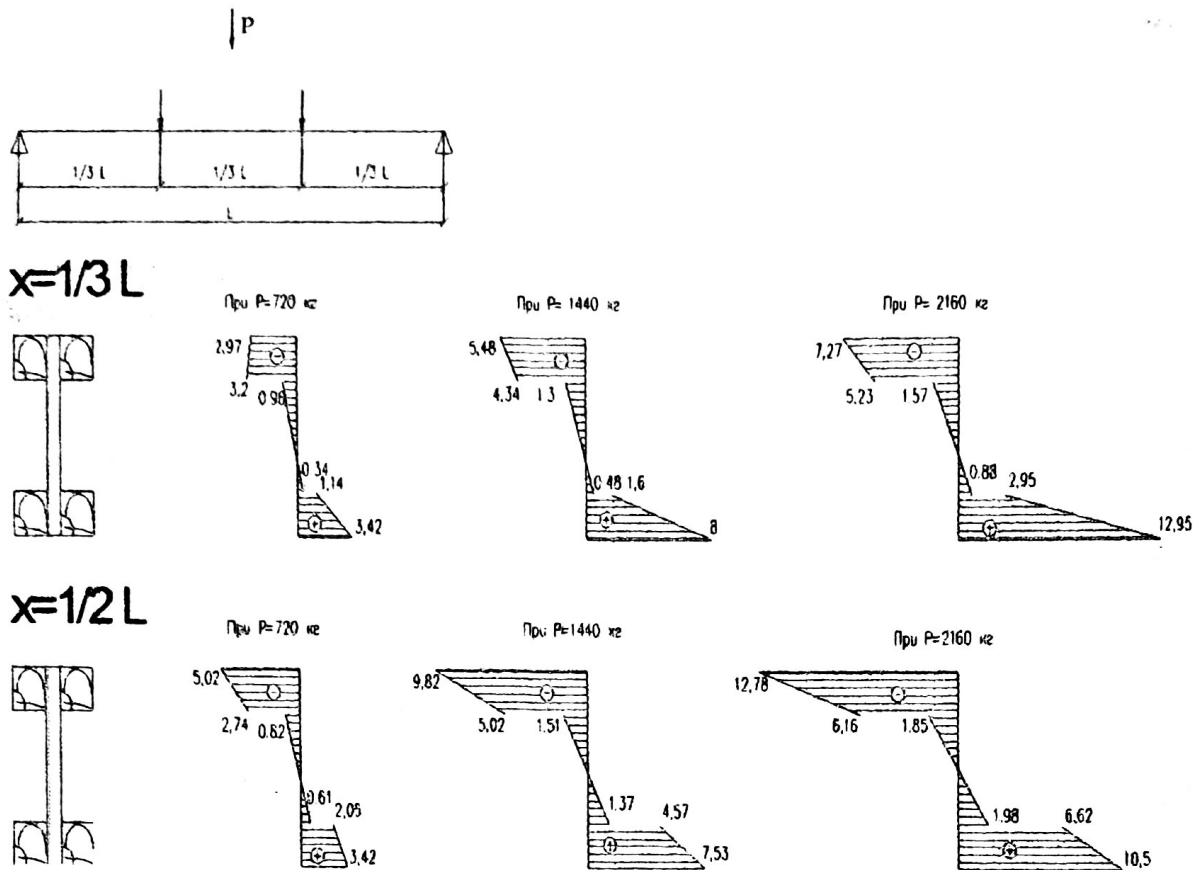


Рис.4 Эпюры нормальных напряжений σ_x (МПа) в крайних ребрах панели

Величина нормальных напряжений в обшивках панели незначительна, что объясняется увеличением изгибной жесткости за счет постановки металлической сетки (необходимой для исключения хрупкого разрушения плиты), а также невысокими величинами изгибающих моментов при двухпролетной расчетной схеме (при опирании на три ребра) обшивки.

Анализ разрушения ребер панели, когда наблюдался срез цементно-стружечной стенки (рис.3б) указал податливость соединения деревянных поясов со стенкой. Комбинированное клеемеханическое соединение ввиду некачественной клеевой составляющей по существу оказалось только упруго-податливым (на шурупах). Отсюда и специфический характер разрушения (рис.3б), когда разрыв стенки из ЦСП наблюдался, как правило, в местах установки нагелей. Такой же характер разрушения был установлен при испытании двух ребер, когда разрушающая нагрузка на одно ребро составила 7,0 кН.

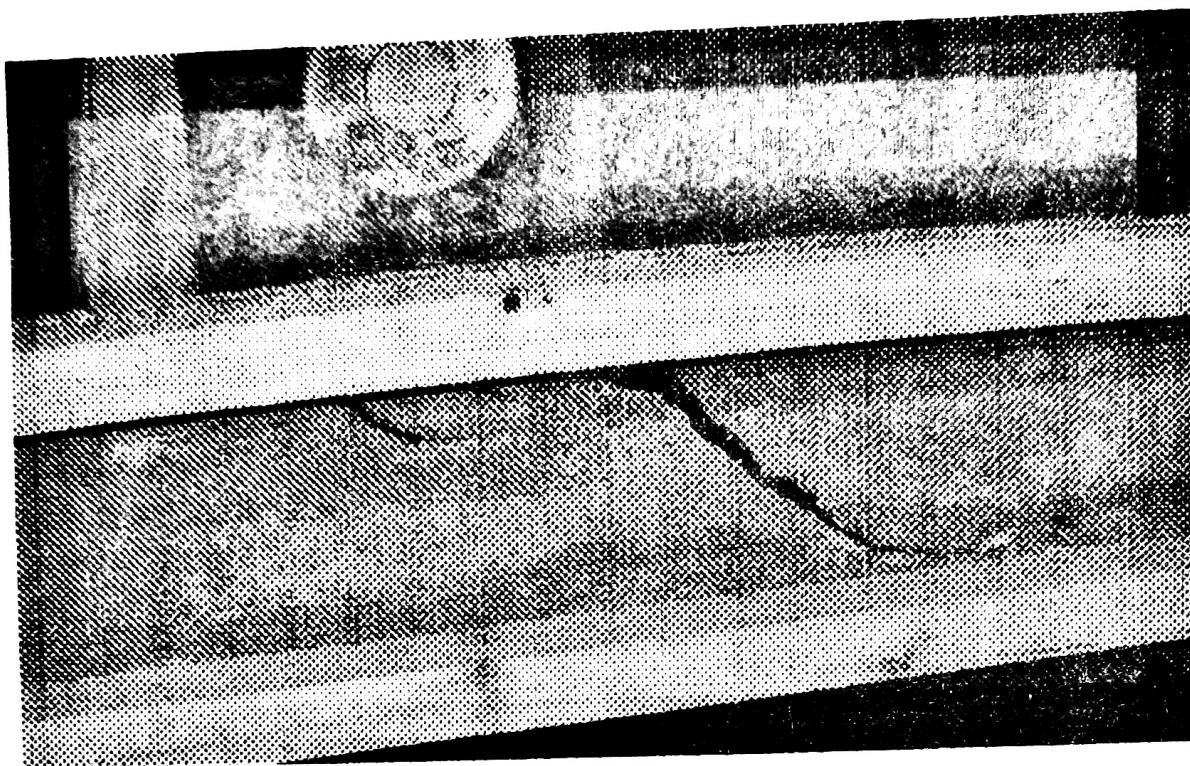


Рис. 5 Двухтавровое ребро с клеевым соединением поясов и стенки

Было изготовлено и испытано двухтавровое ребро при тех же габаритах, но исключительно на клеевом соединении поясов со стенкой. Склеивание осуществлялось на специальном стенде, обеспечивающем требуемый режим для необходимого качества шва. Испытание такого ребра (рис.5) показало значительно возросшую разрушающую нагрузку в 11кН, а также качественно иное разрушение - скалывание произошло только в одном месте между опорой и сосредоточенной силой.

Выводы:

1. Теоретическое и экспериментальное исследование подтвердили возможность широкого использования цементно-стружечных плит в трехслойных конструкциях плит перекрытия.

2. Необходимо в дальнейших исследованиях добиться развития надежности работы конструкции с использованием плит из ЦСП, исключив их хрупкое разрушение.

Литература:

1. Стоянов В.В., Масляненко Е.В., Сингаевский П.М., Острый Р.А. "Некоторые проблемы использования цементно – стружечных плит (ЦСП) в ограждающих конструкциях" в ст. Современные строительные конструкции из металла и древесины, часть 2, ООО Внешрекламсервис; 2005г.

2. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций. М., Стройиздат, 1976 г.