

-02-

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВНЫХ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК НА УПРУГО-ПОДАТЛИВЫХ СВЯЗЯХ.

С.В. ДЗЮБА (СГАСА, СДЕССА, УКРАИНА)

Для уточнения методики определения несущей способности составных металлодеревянных балок на упруго-податливых связях на кафедре металлических и деревянных конструкций СГАСА запланирована и проводится серия экспериментов. Была разработана и подвергнута испытаниям конструкция составной металлодеревянной балки усиленной прокатным профилем, при этом совместная работа составляющих обеспечивалась цилиндрическими нагелями. На ряду с ней, в сравнительных целях, была испытана аналогичная балка не имеющая усиления. Полученные результаты свидетельствуют о практической целесообразности подобных решений.

Испытываемая балка имела пролет 3780 мм, состояла из трех сосновых брусьев с поперечным сечением каждого 120х50 мм и усиливалась двумя равнобокими уголками 40х4 мм из стали ВСтЗпсб. Уголки объединялись между собой стальными пластинами 120х120х5 мм из той же стали при помощи электродуговой сварки. Цилиндрические нагели, в качестве которых использовались стяжные болты диаметром 12 мм, устанавливались в предварительно просверленные отверстия того же диаметра и стягивались между объединительной пластиной и шайбой 42х42х3 мм (рис.1). При изготовлении балки, учитывая начальную податливость соединений, был придан строительный подъем, составивший 1/400 пролета.

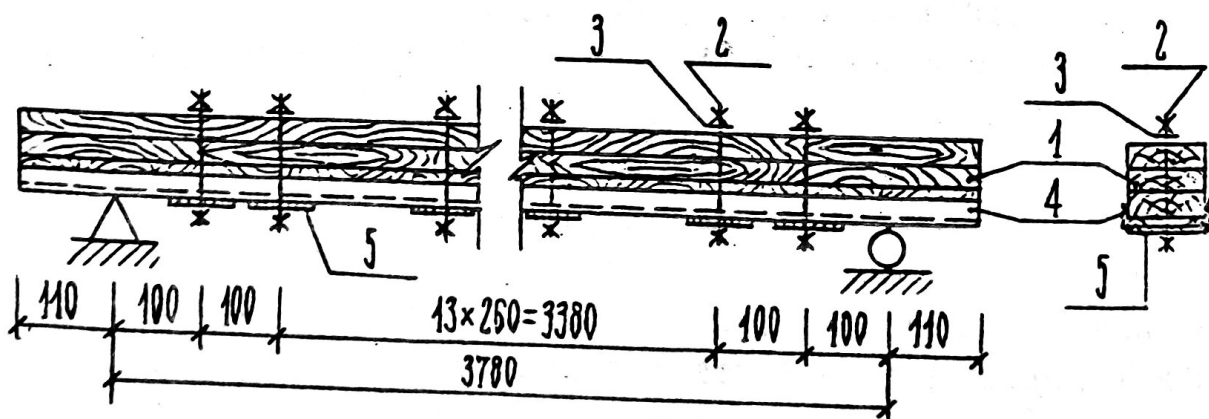


Рис. 1. Исследуемая составная металло-деревянная балка на упруго-податливых связях.
1 - сосновый брус 50х120 мм; 2 - стяжной болт диаметром 12 мм; 3 - стальная шайба 42х42х3 мм; 4 - прокатный уголок 40х4 мм; 5 - стальная пластина 120х120х5мм.

Составная балка из трех брусьев сечением 150x50 мм. без усиления металлическими элементами изготавливалась из древесины той же партии поставки. Металлодеревянная балка испытывалась на длительнодействующую нагрузку, деревянная – на кратковременную.

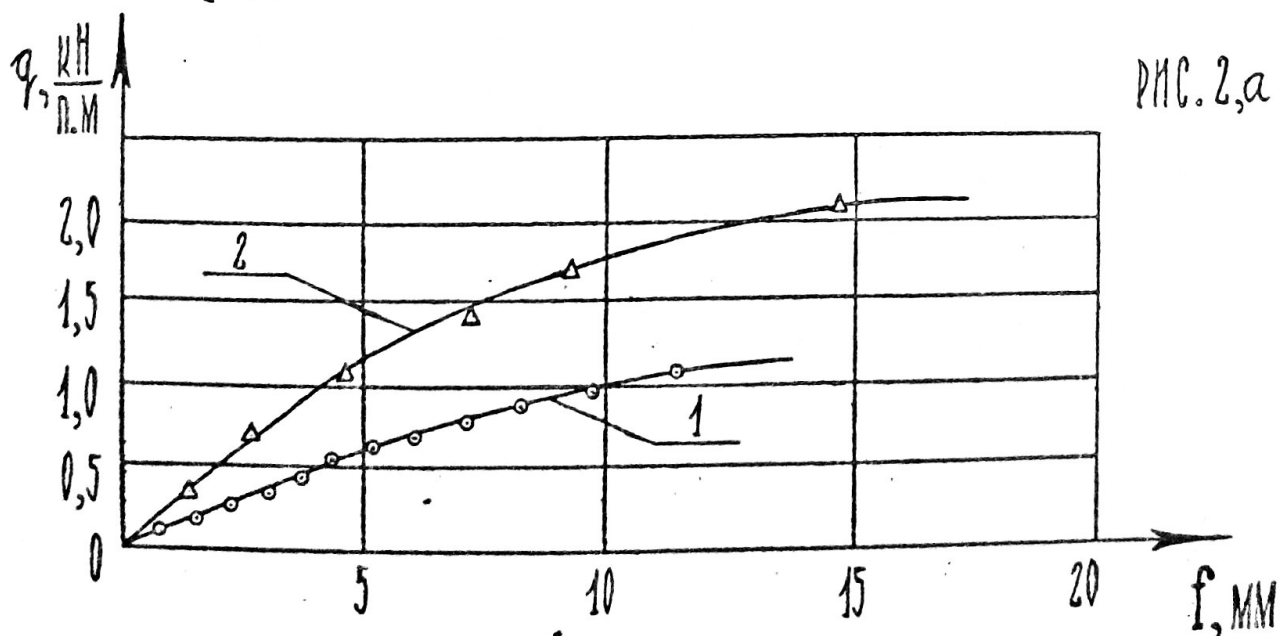
Испытания проводились на специально смонтированном стенде, представляющем собой две жесткие опоры установленные на силовой пол. Конструкции опор не препятствовали перемещению балки вдоль оси и обеспечивали свободу угловых перемещений. Загружение балок производилось статической нагрузкой, посредством системы подвесок с размещенными на ней таррированными грузами. Схема приложения нагрузки имитационно приближалась к равномерно-распределенной.

Для устранения рыхлых деформаций балки получили предварительное нагружение (с последующей разгрузкой) составившее соответственно для усиленной и неусиленной балок 0,7 и 0,35 кН/п м.

В процессе испытаний проводились измерения прогибов балок, деформаций взаимного сдвига составляющих относительно друг друга, углов поворота поперечных сечений на опоре, а так же для усиленной балки, относительных деформаций в наиболее характерных точках.

Испытания конструкций проводились нагружением ступенями без промежуточных разгрузок. Металлодеревянная балка загружалась длительнодействующей нагрузкой, ступени которой составляли 0,35 кН/п м, а деревянная – кратковременной со ступенями 0,088 кН/п.м., при постоянной скорости нагружения по [1].

В процессе испытаний с возрастанием нагрузки происходил рост общих прогибов балок (рис.2,а), которые в пределах упругой работы балок имели средние приращения, соответственно для металлодеревянной и деревянной балок 0,37 и 0,85 мм/(0,1 кН/п м.).



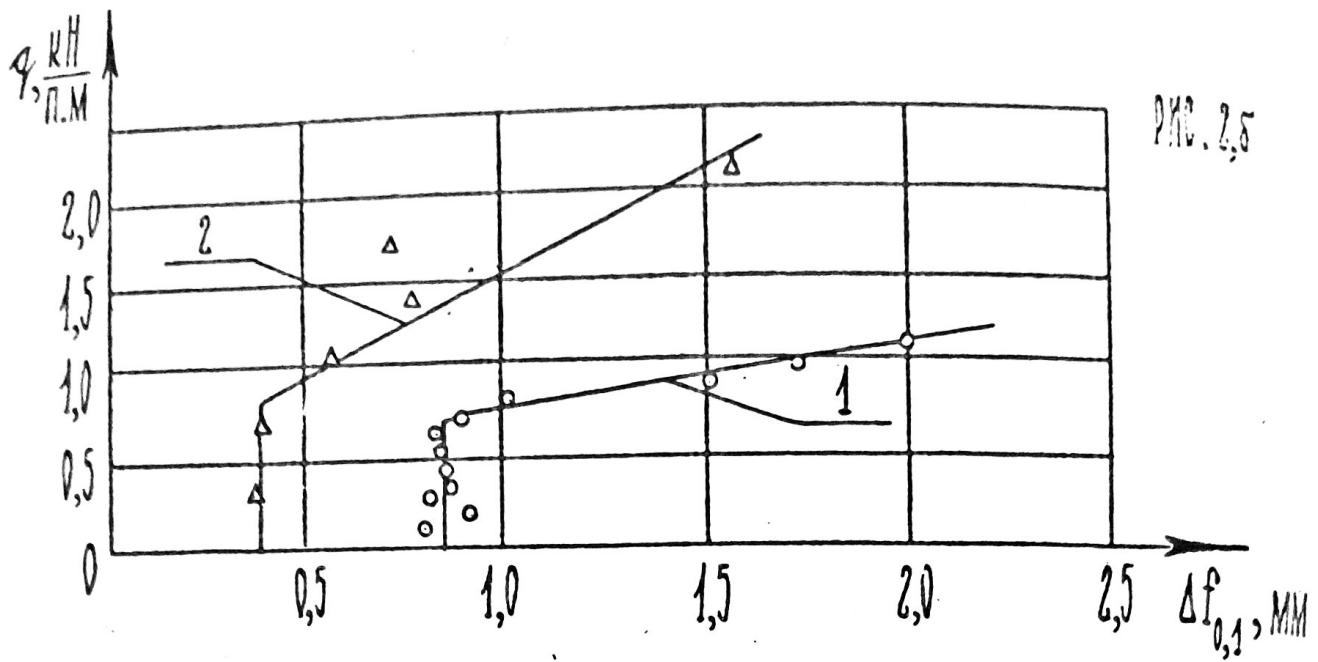


Рис. 2.а

Рис. 2. а - полные прогибы балок в середине пролета;
 б - средние приращения прогибов соответствующие
 росту нагрузки в 0,1 кН/п м.; 1 - деревянная сос-
 тавная балка; 2 - металло-деревянная балка.

График значений средних приращений прогибов соответствующих росту нагрузки в 0,1 кН/п.м. на различных ступенях загрузки представлен на рис. 2.б. График прогибов балок в середине пролета позволяет сделать вывод, что введение в состав сечения жесткой металлической составляющей повысило жесткость элемента в упругой стадии работы более чем в два раза, при этом необходимо учесть, что результаты испытаний металлодеревянной балки получены при кратковременном нагружении и фактическая разность величин прогибов будет еще более ощутимой. Следует отметить, что как для деревянной так и для металлодеревянной балок упругая зона работы ограничена примерно одной и той же величиной нагрузки в 0,7 кН/п.м., после достижения которой наблюдался резкий рост прогибов, более отчетливо выраженный для неусиленной балки. Сбъясняется это появлением пластической зоны смятия древесины в нагельном гнезде и различными условиями работы самого нагеля при наличии и отсутствии частичного защемления в жесткой составляющей. Так при нагрузке в 1,05 кН/п.м. среднее приращение прогибов соответствующее росту нагрузки в 0,1 кН/п.м. составило для металлодеревянной и деревянной балок соответственно 0,56 и 2,00 мм. Полные фактические прогибы на условной границе области упругой работы балок (0,7 кН/п.м.) составили для металлодеревянной и деревянной балок соответственно 2,62 и 5,07 мм.

В обычных деревянных составных элементах протяженность пластического участка смятия древесины в месте изгиба нагеля составляет одну треть толщины элемента. Введение в состав элемента металлической составляющей улучшает условия работы нагеля в следствие изменения характера его изгибов, а также способствует увеличению пластического участка смятия по длине нагельного гнезда. Такие изменения в работе соединений характеризуются графиком сдвиговых деформаций по швам сплачивания элементов (рис. 3). Вследствии чего, в металлодеревянной балке имели место деформации сдвига значительно меньшие, чем в деревянной, причем в упругой стадии работы балки они приближались к нулю. Распределение сдвиговых деформаций по швам носило пропорциональный характер зависящий от жесткости составляющей и обобщенной жесткости связей сдвига, что соответствует предпосылке принятой методом по [2]. Резкий рост деформаций в шве "металл-дерево" наблюдался при преодолении нагрузки 1,1 кН/п.м., в остальных швах по мере удаления от указанного, соответственно при 1,6 и 1,8 кН/п.м.

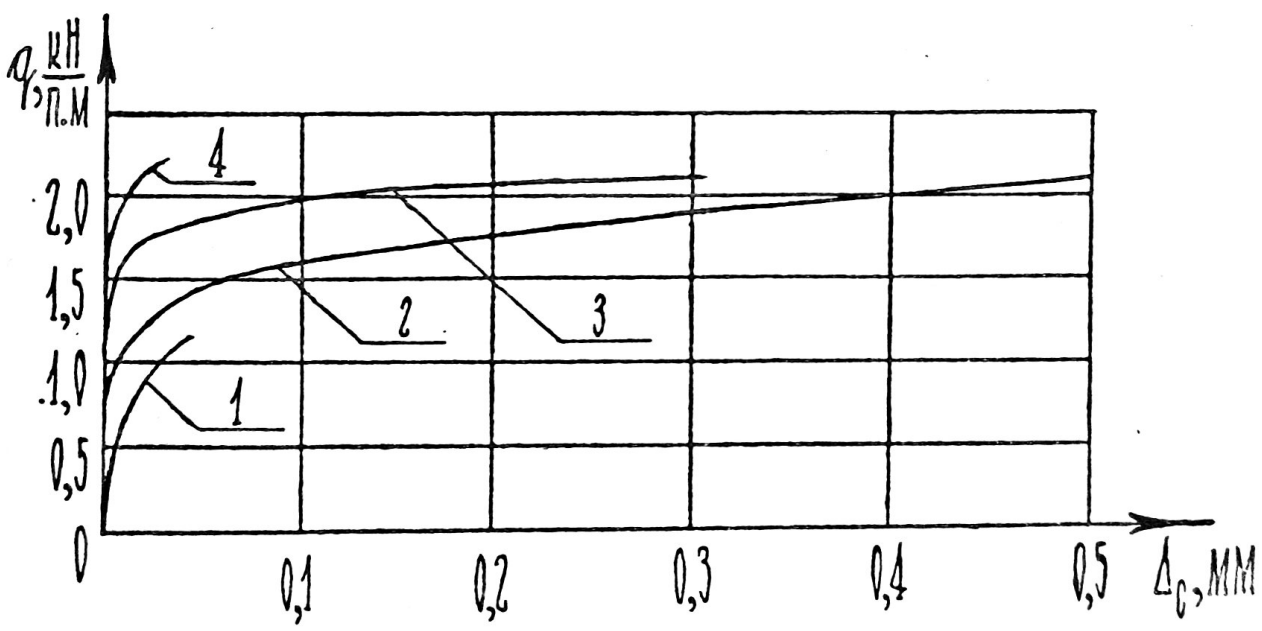


Рис.3. Сдвиговые деформации по швам сплачивания составных балок; 1 - по швам деревянной составной балки; 2,3,4 - по швам металлодеревянной балки (по мере удаления от шва "металл-дерево").

График узлов поворота опорных сечений представлен на рис.4,а. Пропорциональность приращений углов поворота наблюдалась до достижения уровня нагрузки в 0,8 кН/п.м. для деревянной балки и

1,75 кН/п.м. - для металлодеревянной, при этом опорные сечения повернулись соответственно на $0,28^\circ$ и $0,30^\circ$. В дальнейшем наблюдался более ускоренный рост угловых перемещений, график средних приращений углов поворота на различных этапах нагружения соответствующих росту нагрузки в 0,1 кН/п.м. отчетливо это показывает (рис. 4, б).

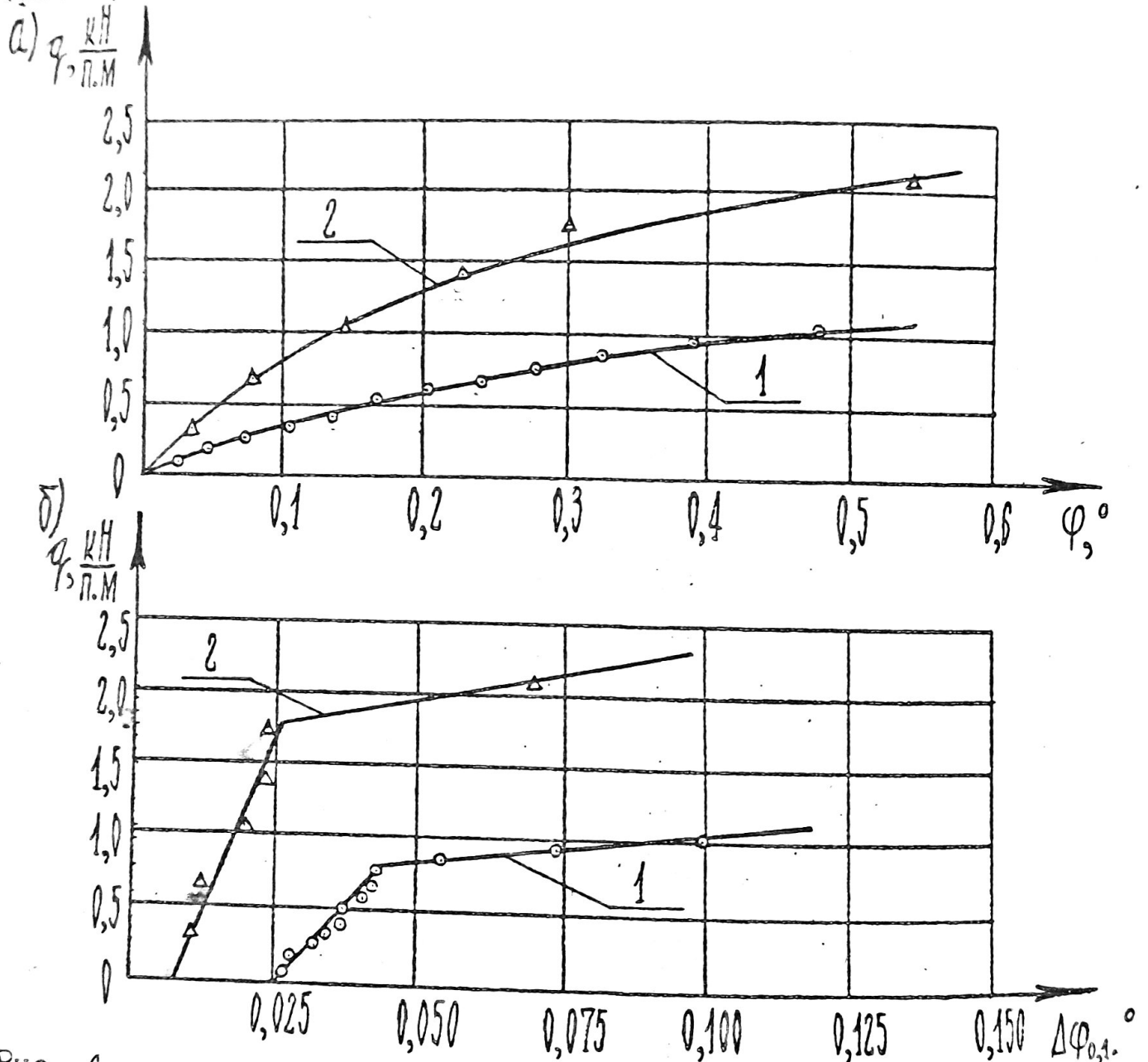


Рис. 4. а - изменение углов поворота опорных сечений балок; б - средние приращения углов поворота при росте нагрузки в 0,1 кН/п.м.; 1 - деревянная составная балка; 2 - металлодеревянная балка.

Совместность работы отдельных элементов составной конструкции характеризуется графиком зависимости напряжений от нагрузки в характерных точках среднего сечения балки (рис. 5). В качестве характерных были избраны точки расположенные на крайних нижней и верхней гранях деревянной составляющей и крайней нижней грани ме-

таллической. Характер распределения и величина напряжений свидетельствует о том, что с первых этапов нагружения балка работала как составной изгибаемый элемент на упруго-податливых связях. В середине пролета конструкции деревянные составляющие элементы по всему сечению стержня работали на сжатие, напряжения сжатия росли постоянно по мере увеличения нагрузки. Металлический составляющий элемент работал на растяжение, причем на первом этапе нагружения он получал несколько большее загрузку (до достижения 0,7 кН/п.м.), чем на последующих, где скорость роста напряжений несколько замедляется. Объяснение здесь лежит в том, что появляются и получают дальнейшее развитие пластические участки смятия в нагельных гнездах, вследствие чего происходит некоторое недогружение металлического составляющего элемента конструкции.

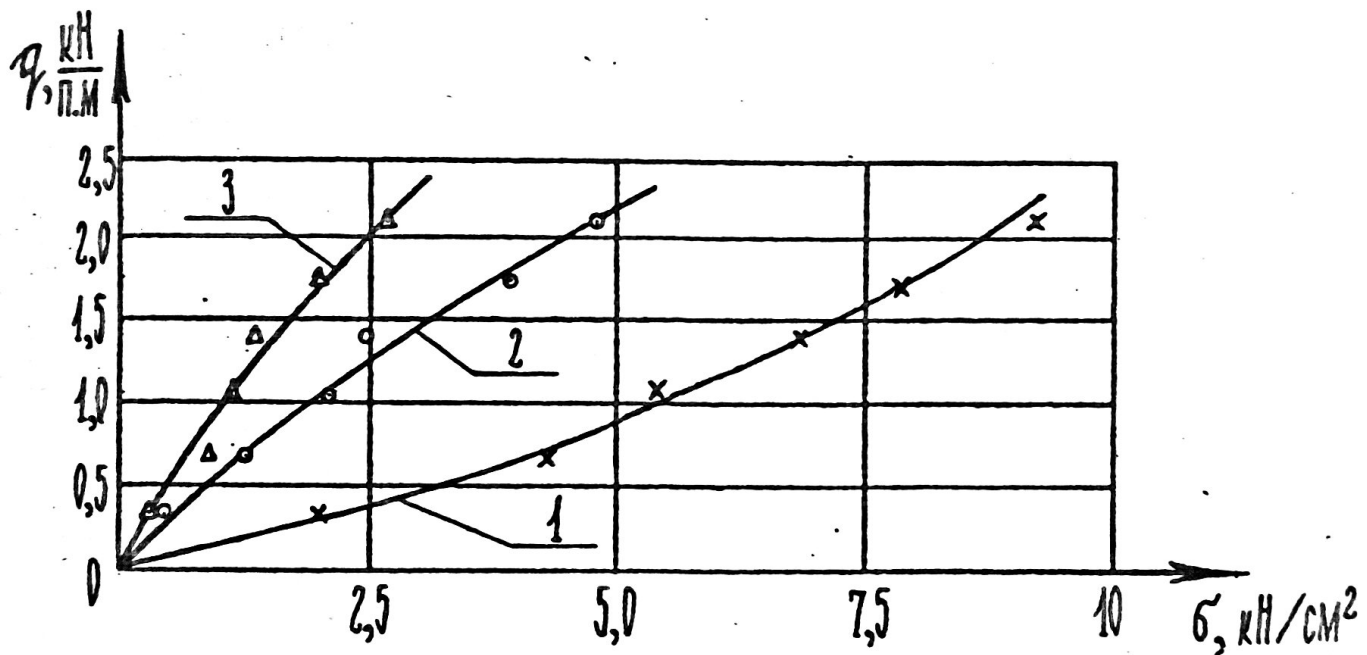


Рис. 5. Зависимость напряжений от нагрузки в характерных точках среднего сечения металлодеревянной балки. 1 — напряжения на нижней грани металлического составляющего элемента; 2, 3 — напряжения на гранях деревянных составляющих элементов, соответственно на крайней верхней и нижней (1 — растягивающие напряжения; 2, 3 — сжимающие напряжения).

Никаких признаков разрушения в середине пролета, а также в соединениях металлодеревянной балки на описанных стадиях нагружения обнаружено не было.

-80-

В настоящее время испытания получают свое завершение, их результаты позволят судить о характере работы конструкции на стадиях непосредственно предшествующих разрушению.

Литература

1. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций. ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко, разработаны и составлены д.т.н., проф.Ю.М. Ивановым -М.: стройиздат, 1981.
2. Л.М. Ковальчук, С.Б. Турковский, Ю.В. Пискунов, Ю.А. Варфоломеев, С.Л. Ковальчук. Деревянные конструкции в строительстве. - М.: Стройиздат, 1995.