

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЁСТКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СБОРНЫХ КЛЕЕДОЩАТЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

д.т.н., проф. В.В. Стоянов, асп. С.М. Чучмай. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

CONSTRUCTING OF HARD CONNECTIONS IN THE COMBINED TEAMS OF LAMINATED THE BENT ELEMENTS

d.t.n., prof. V.V. Stoyanov, asp. S.M. Chuchmay. (Odessa state academy of building and architecture)

Анотация: В работе рассматриваются конструктивные решения нескольких жестких узловых соединений сборных элементов клеедощатых конструкций прямоугольного и двутаврового сечения. Проведен анализ экспериментальных данных и численный расчет нескольких типов узловых соединений для больше размерных конструкций ЦНИИСК и нового соединения со сварным двутавром.

The structural decisions of a few hard key connections of collapsible elements are in-process examined from the glued boards of constructions of rectangular and double-T section. The analysis of experimental data and numeral calculation of a few types of key connections is conducted for the anymore size constructions of CNIISK and new connection with weld-fabricated double-T.

Ключевые слова: конструктивное решение стыка, жесткий стык, соединение клеедощатых элементов.

structural decision of joint, hard joint, connection of the glued elements.

Рассматриваемая проблема представляет интерес при проектировании конструкций балок самого широкого профиля, а также конструктивных решений сложных форм (например, оболочек разных типов - купола, сборные гиперболические оболочки и др.). Кроме того, в работе рассматриваются конструктивные решения и численный расчет жестких узловых соединений для принципиально нового класса армированных клеедощатых конструкций – это клеедощатые элементы с послойным армированием.¹

¹ Элементы с послойным армированием могут быть успешно реализованы на всех предприятиях изготавливающих клеедощатые элементы, так как металлические сетки или углепластиковый холст укладываются между крайними досками пакета без каких было ограничений (число слоев устанавливается расчетом) [1].

Одним из наиболее продвинутых конструктивным решением жесткого соединения сборных изгибаемых элементов следует считать соединение системы ЦНИИСК [2], [3]. В течении многих лет под руководством проф., д.т.н. С.Б. Турковского соединение типа ЦНИИСК использовано в десятках конструкций в т.ч. для соединений из клееного шпона [4]. Весьма интересным представляется в этой связи экспериментальные исследования такого стыка проведенные в ЦНИИСКе [3]. Здесь клеешчатые элементы сечением 130x1100 мм использовались в симметричной конструкции жесткого узлового соединения (Рис.1). Конструктивная схема соединения обеспечивает совместную работу соединяемых деревянных элементов, стальных закладных деталей сжатой и растянутой зон стержней поперечного армирования, соединительных накладок и ребер жесткости. Соединительные накладки и ребра жесткости устанавливаются на строительной площадке, а все остальные элементы стыка выполняются заранее.

Проведенный нами расчет такого соединения указывает на упругую работу его металлических элементов до нагрузки 200 кН. При расчетной нагрузке $P=180$ кН закладные детали в сжатой и растянутой зоне узла работают в упругой стадии, напряжения в наклонных вклеенных стержнях составляют 20 МПа. При увеличении нагрузки в анкерных пластинах появляются незначительные деформации изгиба на участках между вклеенными стержнями. При разрушающей нагрузке $P=400$ кН в закладных деталях сжатой зоны деформации составляют 1,24 мм, в средней части сжатых пластин наблюдается поворот боковых накладок, напряжения в анкерных пластинах составляет 180 МПа, а местах соединения анкерных пластин с вклеенными стержнями 220 МПа. В растянутой зоне сдвиг пластин незначительный и при расчетной нагрузке составляют 0,54 мм, а при разрушающей около 3,74 мм.

В [3] указывается, что испытаниях использовалась несимметричная схема загрузок с расчетной нагрузкой 180 кН при длине составной балки 7000 мм (Рис.1). Как отмечается в [3] разрушение узла произошло при нагрузке в 400 кН, что в 2,3 раза превышает расчетную нагрузку. Анализ испытаний показал, что узловое соединение обладает повышенной несущей способностью, превышающей изгибную несущую способность цельного сечения, так как разрушение произошло по причине разрыва двух нижних слоев древесины вблизи сечения под приложенной силой [3]. Отмечается значительное смятие древесины поперек волокон (7,3 МПа) под распределительной

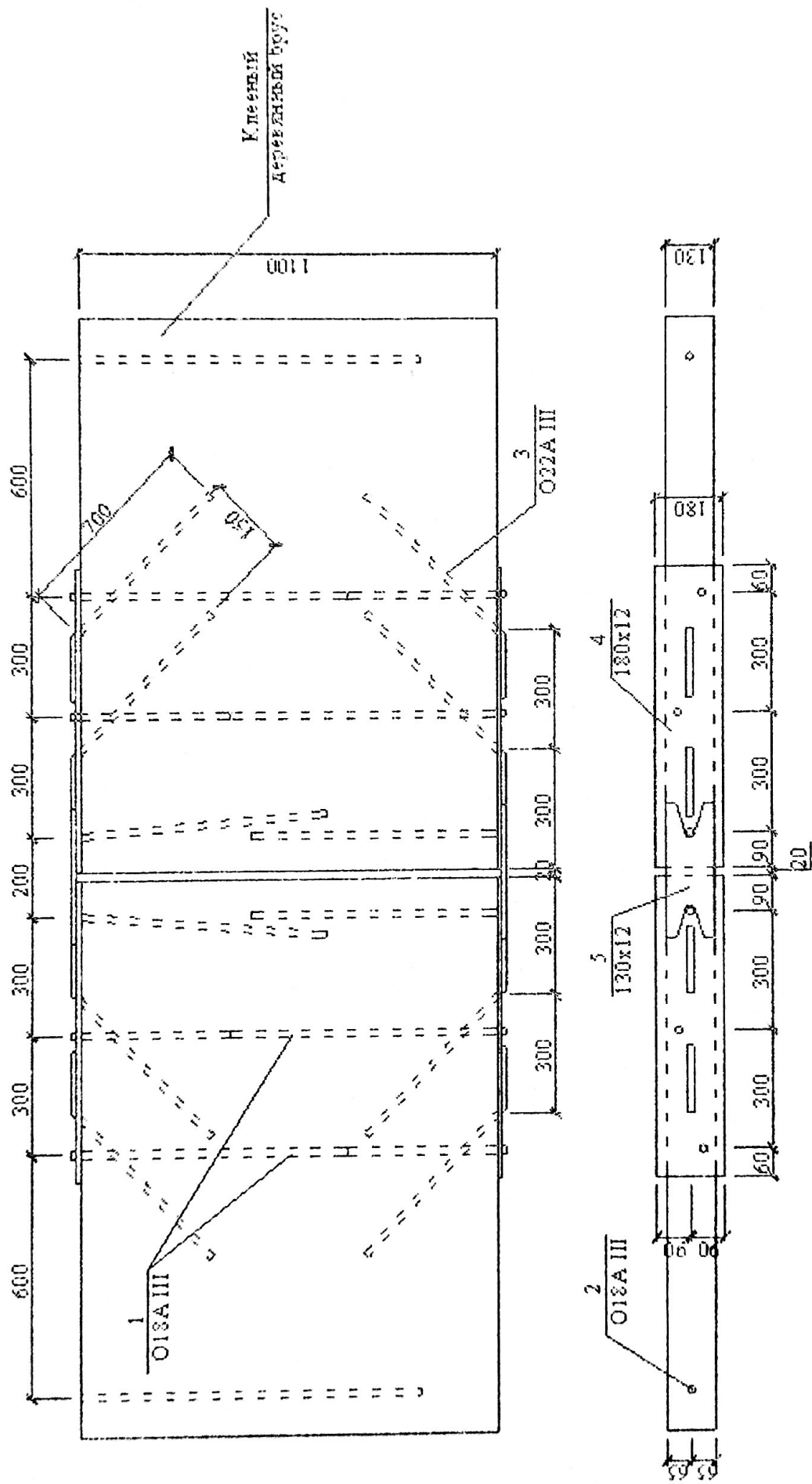


Рис 1 Узловое соединение железобетонных элементов сечением 130x1100 мм разработанное в ЦНИИСК под руководством С. Б. Туркеского

1 – вклеенные анкерные стержни $\varnothing 18$ мм, 2 – вклеенные стержни $\varnothing 18$ мм, 3 – наклонные вклеенные стержни $\varnothing 22$ мм, 4 – анкерные пластины 750x180 мм, 5 – соединительная пластина 360x130 мм,

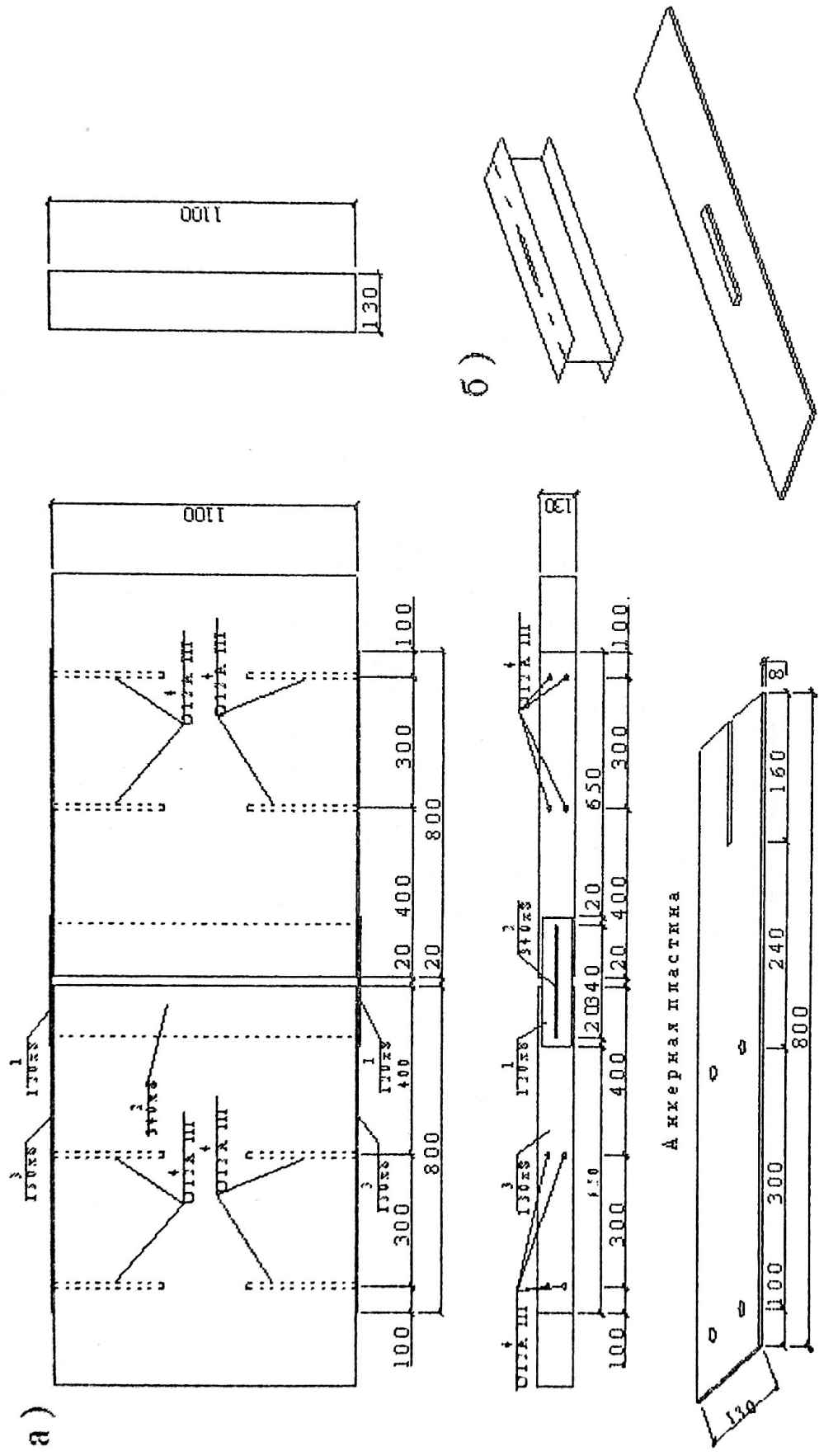


Рис.2. Узловое соединение клеюшашных элементов сечением 130x100 мм разработанное на кафедре МД и ПК ОГАСА.

а) конструктивная схема соединения: 1 – соединительная пластина (полка) 120x340 мм, 2 – соединительная пластина (стенка) 320x116 мм, 3 – анкерная пластина 130x800 мм, 4 – анкерные стержни Ø 12 мм; б) сварной двутавр.

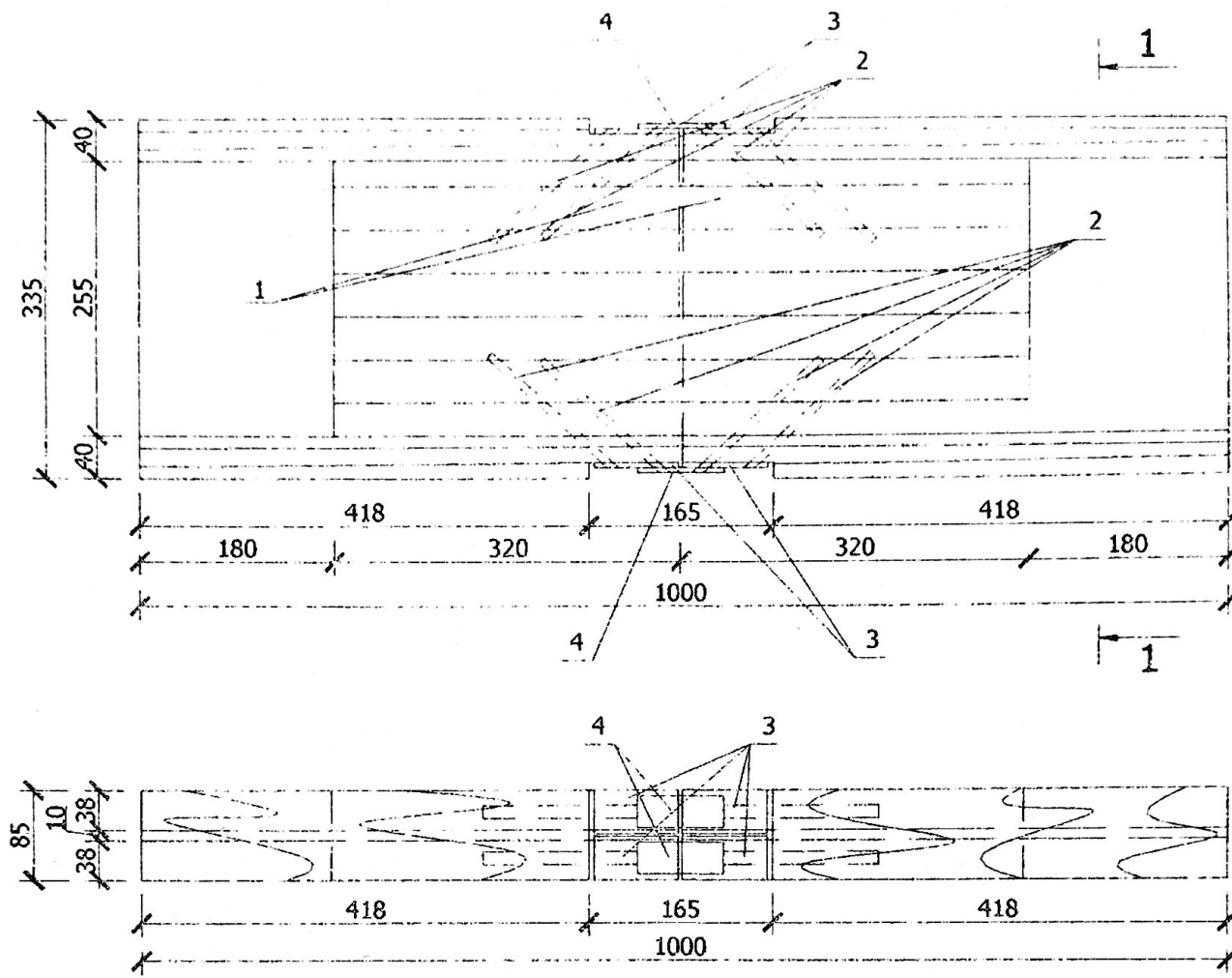
траверсой площадью 350 см^2 . Расход металла на узел составил около 100 кг.

В развитии узла “система ЦНИИСК” нами было разработано новое конструктивное решение [7], которое позволяет существенно снизить материалоемкость узла и одновременно повысить его степень сборности при меньшей трудоемкости изготовления (Рис.2,а). Принципиальное отличие заключается в использовании сварного двутавра (рис. 2,б), половина которого устанавливается в одном из соединяемых элементов на заводе при изготовлении, а затем к второй половине двутавра при монтаже крепится наращиваемый элемент. Расчет данного узлового соединения показал, что при расчетной нагрузке $P=180 \text{ кН}$ закладные детали как и в расчете узла ЦНИИСК работает в упругой стадии, но в сжатой зоне в месте соединения стенки и полки выполненной сваркой незначительный скачок напряжений. В растянутой зоне отмечен боковой сдвиг, который воспринимался стенкой сварного двутавра. При разрушающей нагрузке $P=400 \text{ кН}$ в закладных деталях сжатой зоны появляется изгиб анкерных пластин на участке между анкерными стержнями величиной 1,85 мм, а в месте соединения стенки и полки составного двутавра напряжения достигают значений 150 МПа. В растянутой зоне наблюдается боковой сдвиг величиной равной 3,15 мм. На рис. 3 приведены величины прогибов по результатам испытаний узлового соединения ЦНИИСК [3] и расчета проведенного нами обоих типов узлов (ЦНИИСК и МД и ПК).



Рис.3. Прогиб в середине клеестоющей балки.

1 – экспериментальные данные ЦНИИСК, 2 – расчетные данные каф. МД и ПК (ОГАСА); 3 – расчетные данные узел МД и ПК.



1-1

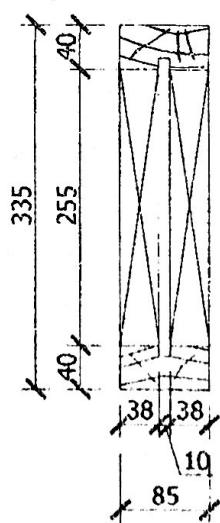


Рис.4. Соединение двутавровой балки на клеенных стержнях.
 1- клеешошатая накладка; 2 – металлические стержни $\text{O}12$ мм; 3 –
 металлическая накладка $80 \times 40 \times 5$; 4 – металлическая накладка $80 \times 35 \times 5$.

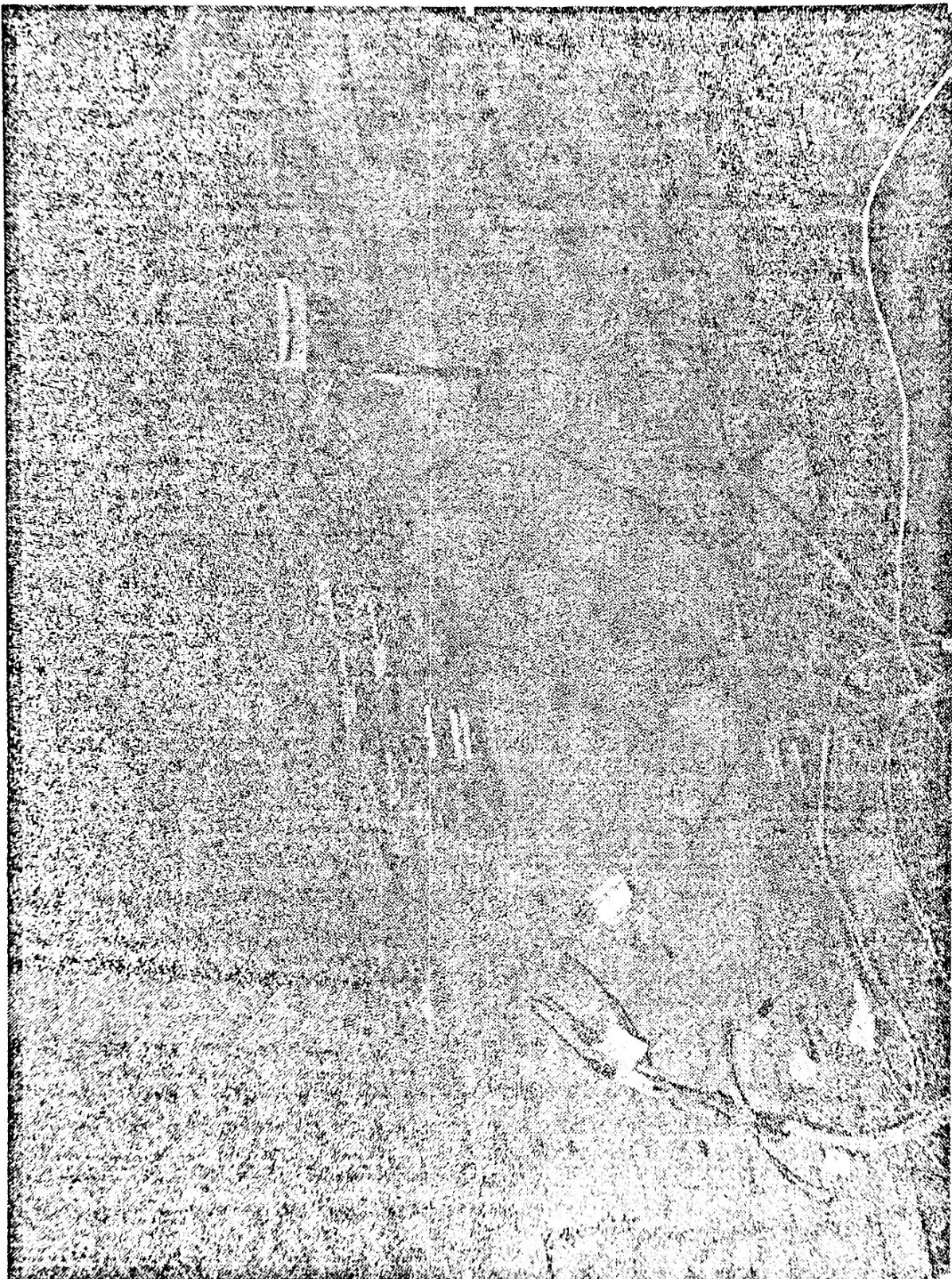


Рис. 5 Экспериментальное исследование соединения двуглавленной балки на вклеенных стержнях

В лаборатории кафедры МД и ПК ОГАСА узловое соединение типа “система ЦНИИСК” было впервые реализовано при соединении двутавровых балок со стенкой из OSB [6] (Рис.4). В таких конструкциях ограничена высота пояса (около 4см) и незначительна толщина стенки, то есть отсутствует возможность прямого устройства такого стыка. Для устройства вклеенных стержней в торцах соединяемых элементов стенка балки была расширена парными деревянными накладками на клею до ширины поясов.

Экспериментальные исследования подтвердили высокую способность таких стыков для двутавровых элементов (рис.5). При расчетной нагрузке $P=16$ кН экспериментальный результат оказался близким к расчетной величине (Рис.6). В частности прогиб в центре

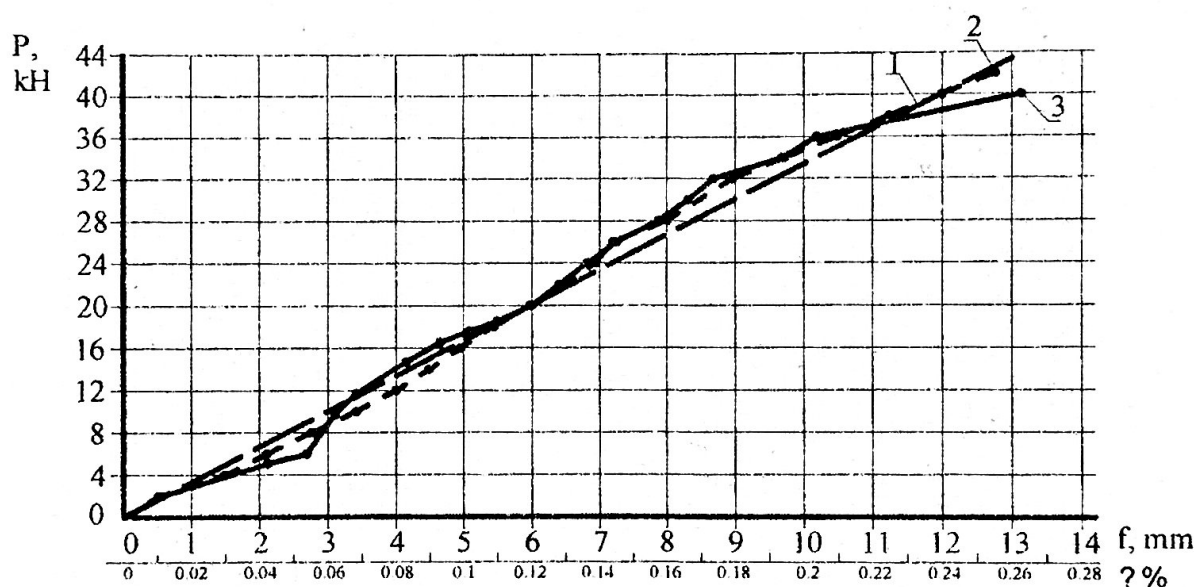


Рис.6. График зависимости прогибов и деформаций от нагрузки. 1 – расчетные данные; 2 и 3 – экспериментальные (2 – прогиб, 3 – деформации).

составил 5 мм ($1/300L$) при расчетной величине 5,2 мм, нормальные напряжения при расчетной нагрузке оказались около 10 МПа при расчетной величине 10,4 МПа. Признаки разрушения появились только при нагрузке почти втрое превышающей расчетную – 44 кН.

Отметим, что технологические проблемы послойного армирования, а также усовершенствования новых конструктивных решений стыков требуют дополнительных экспериментальных исследований, но несомненно это перспективное направление учитывая растущие возможности в связи с бурным ростом в мире нанотехнологий.

Литература.

1. Патент №87286 «Деревянная балка» №13 от 10.07.2009. Стоянов В.В. и др.
2. А.с. 857379 СССР. «Стыковые соединения клееных деревянных конструкций, ЦНИИСК» С.Б. Турковский и др. (Бюллетень изобретений №36, 1981)
3. Ковальчук Л.Н., Турковский С.Б. и др. «Деревянные конструкции в строительстве». М. Стройиздат 1995.
4. А.с. 1105586 СССР «Стыковое соединение клееных деревянных конструкций, ЦНИИСК» Турковский С.Б., Курганский В.Г. и др. Бюллетень изобретений №25, 1984.
5. Турковский С.Б., Погорельцев А.А. «Большепролетные конструкции из клееного шпона и древесины с узлами “системы ЦНИИСК”» В сб.науч. трудов «Современные строительные конструкции из металла, дерева и пластмасс» т.2, ВСП 2010 с.150-155.
6. Стоянов В.В., Чучмай С.М., Дорожкин В.В., Щелков А.В. «Конструирование стыков сборных клеодощатых элементов большепролетных конструкций» В сб.науч. трудов «Современные строительные конструкции из металла, дерева и пластмасс» т.2, ВСП 2007г.
7. Патент №26176 «Способы соединения деревянных конструкций» бюллетень №14 от 10.09.2007 Стоянов В.В., Чучмай С.М. и др.