

СТРОИТЕЛЬНАЯ НАУКА-2014:

ТЕОРИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРАКТИКА, ИННОВАЦИИ



*Сборник трудов международной
научно-технической конференции
22-23 мая 2014 г.*

(Посвящается 55-летию ИСиА САФУ)

г. Архангельск, 2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ
НП «АССОЦИАЦИЯ ВЫПУСКНИКОВ АГТУ»

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВА
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

СРО НП «СОЮЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЕЙ»

СРО НП «СОЮЗ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ»

СРО НП «АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

СТРОИТЕЛЬНАЯ НАУКА-2014:

ТЕОРИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРАКТИКА, ИННОВАЦИИ

Сборник трудов
международной научно-технической конференции
22-23 мая 2014 г.

(Посвящается 55-летию ИСИА (САФУ))

Антоны доносил
профессору
с
доброе
профессионализм
и терпением
в
2. Москва,
30.01.2015г.
Лабушкин Б.В.

УДК 624.01: 623.35
ББК 38.5
С 56

Редакционная коллегия: Агеев С.П., докт. техн. наук, доцент (Россия, г.Архангельск), Дмитриев П.А., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Новосибирск), Жаданов В.И., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Оренбург), Ждралович Н., координатор российско-норвежских проектов (Норвегия, г.Вадсе), Инжутов И. С., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Красноярск), Коваленко В.С., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Москва), Колчунов В.И., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Курск), Лабудин Б.В., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Архангельск), Найчук А.Я., докт. техн. наук (Белоруссия, Г.Брест), Мелехов В.И., докт. техн. наук, проф. (Россия, Архангельск), Пятикрестовский К.П., докт. техн. наук, проф. (Россия, Москва), Рощина С.И., докт. техн. наук, проф. (Россия, г.Владимир), Стоянов В.В., докт. техн. наук (Украина, г.Одесса).

Ответственный редактор: докт. техн. наук, проф. кафедры инженерных конструкций и архитектуры САФУ Лабудин Б.В.

Строительная наука-2014: теория, образование, практика, инновации (посвящается 55-летию ИСиА САФУ): Сборник трудов междунар. научно-техн. конф., г.Архангельск, 22-23 мая 2014г. /Ред.колл.: Лабудин Б.В. и др. – Архангельск: Изд-во ООО «Студия рекламы «Точка» 2014. – 427 стр.

В сборнике приведены доклады и сообщения, представленные на Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию образования строительного факультета АЛТИ-АГТУ, ныне института строительства и архитектуры САФУ.

Все статьи публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-903764-72-3

© ИСиА САФУ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Агеев С.М., Зейниев Г.Я. Моделирование процесса останковки и восстановления строительного производства с учетом непредвиденных остановок процесса производства.....	4
Агеев С.П., Мелехов В.И. Повышение энергоэффективности производства конструкционных пиломатериалов.....	11
Алексеев А.А., Зубчанинов В.Г. К вопросу экспериментального исследования поверхности текучести при знакопеременном нагружении металлов.....	15
Альбицкий С.А. Особенности перевозки крупногабаритных палубных грузов при форсировании ледяных полей и припаяя ...	21
Аркаев М.А., Огир А.Ю. О недостатках механических связей нагельного типа в деревянных конструкциях.....	23
Архипов А.М. Стержневая переклейка древесины - плюсы и минусы.....	28
Беляева З.В., Редикульцев Е.А. Численное исследование температурного режима термически неоднородной трехслойной стеновой конструкции.....	32
Богданов М.И., Масленников Н.А. Основные проблемы инженерных изысканий в строительстве и их решение.....	42
Борисов С.В. О копировании древних образцов в современном храмовом строительстве.....	48
Бызов В.Е., Мелехов В.И., Сазанова Е.В., Тюрикова Т.В. Напряженно-деформированное состояние элементов макроструктуры конструкционных пиломатериалов большого сечения.....	53
Вешняков А.В. К расчету на продавливание железобетонных конструкций.....	57
Воронцов С.М., Лабудин Б.В. Натурные исследования напряженно-деформированного состояния монолитных железобетонных безбалочных перекрытий ТРК «Титан-Арена».....	61
Галалюк А.В. Прочность каменной кладки при сжатии под различными углами к горизонтальным растворным швам.....	67
Глебова Ю.М. Энергетический менеджмент как составляющая системы управления объектом недвижимости.....	75
Глебова Ю.М., Дреко В.С. Деструкция объектов капитального строительства – новый бизнес-инструмент реновации городской застройки.....	79
Гляков М.Ю., Агеев С.М. Математическое моделирование	

оптимального выбора конструктивных решений усиления одноэтажных промышленных зданий.....	83
Губенко Л.А., Хандов М.Г. Упругие характеристики древесины, необходимые для оценки напряженного состояния элементов деревянных конструкций.....	98
Гурьев А.Ю., Лабудин Б.В., Ждралович Н., Серов Е.Н. Влияние относительных размеров верхнего кольца при численных исследованиях напряженного и деформированного состояния регулярных циклически-симметричных систем.....	103
Демчук И.Е. Численное исследование параметров сдвига в каменной кладке.....	112
Деркач В.Н. Исследования сдвиговой жесткости каркаса со сплошным заполнением из ячеистобетонных блоков на тонкослойных клеевых швах.....	120
Евтюков С.А. Брылев И.С. Модель деформирования подкрепленных конических оболочек с учетом ползучести материала.....	128
Евтюков С.С. Инновационные решения в экспертных исследованиях в области ДТП.....	132
Жаданов В.И., Яричевский И.И. Рациональные панельные конструкции на деревянном каркасе для малоэтажного строительства.....	139
Журавлева Т.П. Углеродное волокно: состав, структура, свойства.....	146
Журавлева Т.П., Карельский А.В., Лабудин Б.В. Испытание на изгиб деревянных составных балок, соединенных металлическими зубчатыми пластинами.....	156
Загороднюк Л.Х., Попов Д.Ю., Щекина А.Ю. Сухие строительные смеси для утепления чердачных помещений и крыш.....	164
Ивко В.Р. К вопросу использования болот при недропользовании (на примере Архангельской области).....	169
Ивко В.Р., Коваленко В.С., Окунев Н.С. Опыт рекультивации карьера цементных известняков ЗАО «Савинское карьероуправление» ОАО «Евроцемент групп».....	172
Игнатьева А.П. О размере платы за проезд по частным автомобильным дорогам необщего пользования.....	177
Карельский А.В., Вешняков А.В., Журавлева Т.П. Определение усилия сдвига в деревянных составных балках.....	183

Киселёв И.В., Рощина С.И., Смирнов Е.А. Совершенствование технологии изготовления деревянных двускатных балок с рациональным размещением арматуры по длине конструкции.....	191
Клепиков И.В., Лабудин Б.В. Результаты обследования моста через р.Кузнечиха в г. Архангельске в 2000-2003 гг.....	197
Кожина А.С., Нефедова В.Р., Ивко В.Р. Направления использования габбро-базальтового сырья.....	204
Козлов В.А., Погодин Д.А. О проблемах возведения жилых зданий в стесненных условиях.....	209
Колоколов С.Б. Исследование устойчивости стальной параболической арки деформационным методом.....	213
Колчунов В.И., Пятикрестовский К.П. Особенности предельного состояния ребристых оболочек из древесины в покрытиях и сооружениях.....	218
Коренников В.П., Погодин Д.А. Организационно- технологическая надежность строительного производства.....	229
Куракина Е.В. Исследование состояния безопасности и качества подсистемы Д.....	232
Лисов С.В., Данилов Р.А. Деревометаллические балки с тонколистовой стальной обшивкой, включенной в общую работу конструкций.....	245
Лисятников М.С., Рощина С.И., Лукин М.В. Расчет прочности композитных балок перекрытия с усилением приопорных зон на основе численных исследований в программном комплексе Liga 9.2.....	253
Лукина А.В., Рощина С.И., Грибанов А.С. Подбор оптимального состава клеевого компаунда для восстановления древесины, пораженной гнилью.....	257
Лукина В.А. Инженеры специальности «Автомобильные дороги» востребованы.....	261
Макаров А.А., Турков А.В. Прогибы и частоты собственных колебаний систем перекрестных балок на прямоугольном плане с пластинами по верхнему поясу.....	265
Малбиев С.А. Несущая способность и деформативность пространственной стержневой конструкции из ПВХ-труб.....	272
Найчук А.Я., Лещук Е.В. Численное исследование напряженного состояния древесины в зоне винтов, работающих на выдергивание поперек волокон.....	276
Никитина Т.А. Советский конструктивизм в Архангельске.....	283
Пискунов М.В. Термокартирование автомобильных дорог и	

виртуальные дорожные метеостанции.....	296
Плехов О.Г. Применение сероасфальтобетона в дорожном строительстве.....	300
Попова О.Н. Совершенствование стратегий управления эксплуатацией недвижимости с использованием алгоритмов нечеткой логики.....	305
Руднев И.В., Жаданов В.И., Дмитриев П.А. К вопросу применения клеенных металлических пластин в соединениях деревянных конструкций.....	309
Смолак В.Я. Исследование работы буроинъекционных наклонных свай, армированных металлическими трубами, на основе полевых опытов.....	315
Снежко В.Л., Кулешов С.Л. Особенности обработки экспериментальных данных с учетом требований международных стандартов.....	326
Сокова С.Д., Калинин В.М., Осташко А.В. Оценка эксплуатационной надежности гидроизоляции зданий.....	332
Столповский Г.А., Руднев И.В., Муртазина Л.А. Применение российских систем автоматизированного проектирования в расчётах соединений элементов деревянных конструкций.....	339
Стоянов В.В., Бояджи А.А. Экспериментальное исследование прочности и деформативности комбинированной металлодеревянной арочной конструкции.....	345
Стоянов В.В., Жгалли Ш. Повышение несущей способности деревянных изгибаемых элементов.....	354
Студеникин Е.И., Калинин И.С., Гляков М.Ю. Алгоритм обработки статистических данных результатов экспериментов при малой выборке по ситуации «до - после».....	364
Стуков В.П., Лобанов Е.А. Специфика строительства дорог и мостов в рамках развития транспортной сети региона.....	370
Тюрикова Т.В., Сазанова Е.В. Применение торрефицированного древесного топлива в индивидуальных домах.....	375
Украинченко Д.А., Жаданов В.И., Шмелев К.В. Численные методы исследования плит покрытия и панелей стен с клеодошчатой обшивкой.....	378
Чарикова И.Н., Шевченко М.Н. Проектный подход в	

подготовке инженера - строителя на основе информационных технологий.....	384
Чумичева М.М., Снежко В.Л. Экспериментальное изучение давления при работе плоских затворов в гидротехнических туннелях.....	390
Чумичева М.М. К расчету железобетонных изгибаемых элементов по II группе предельных состояний (СП 63.13330.2012).....	395
Шаров Д.А., Погодин Д.А. Проблемы организации утилизации и рециклинга строительных отходов.....	399
Шевченко О.Н., Чарикова В.В. Подготовка инженера-строителя в вузе в контексте специфики отрасли.....	402
Шепелев А.Л., Шепелева Е.А., Беляева С.В. Анализ изменений в составе проектной документации.....	407
Щепеткина Е.Н. Опыт проектирования и испытания модели купольного покрытия из клееной древесины и фанеры.....	412
Юрьева Я.Г., Фефилова Л.А., Денисова А.И., Ивко В.Р. Особенности многофакторной биологической рекультивации...	420

Результаты модельного эксперимента имеют хорошую сходимость с результатами натурных испытаний [2], а предложенный подход решения контактных задач с применением отечественных CAD/CAE систем заслуживает внимания при выполнении расчетов на прочность соединений строительных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4. Горелов, С. Н. Расчет пространственных стержневых конструкций в системах автоматизированного проектирования / С. Н. Горелов, И. В. Руднев, А. Ю. Казак // Компьютерная интеграция производства и ИПИ технологии : сб. материалов 4-й всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – С. 333-336.

5. Столповский, Г. А. О соединениях деревянных элементов на стальных крестообразных нагелях / Г. А. Столповский, И. В. Руднев, В. Н. Шведов // Сборник трудов 3-й всероссийской научно-технической конференции, посвященной 80-летию НГАСУ (Сибстрин) / ред. Г. К. Найденова. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. – С. 87-89.

6. Замрий, А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D / А.А. Замрий. - М.: Издательство АПМ. 2004. - 208 с.

USE OF THE RUSSIAN SYSTEMS OF THE AUTOMATED DESIGN IN CALCULATIONS OF CONNECTIONS OF ELEMENTS OF WOODEN DESIGNS

Stolpovskiy G.A., candidate of technical sciences

Rudnev I.V., engineer

Murtazina L.A., lecturer

Orenburg State University, pr. Pobedy, 13, Orenburg, Russia, 460018

Results of numerical researches are given in article intense the deformed condition of connections of wooden designs with application of new type twisted nagel crosswise cross section by means of the program APM WinMachine complex. Comparison of the received results with data of pilot studies is carried out.

Keywords: twisted core, numerical researches, intense the deformed state, connections, wooden designs.

УДК 624.016.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННОЙ АРОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Стоянов В.В., докт. техн. наук, профессор

Бояджи А.А., аспирант

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, г. Одеса, Украина, 65000

Проведенные испытания арочной комбинированной металлодеревянной конструкции подтвердили высокую степень достоверности численных расчетов, реализованных в современных программных комплексах, учитывающих физическую и геометрическую нелинейность.

Ключевые слова: металлодеревянные арочные конструкции, прочность, деформативность,

В связи с возрастанием загруженности автомобильных дорог в больших городах все острее становится проблема увеличения их пропускной способности. Решить ее можно в том числе и при помощи устройства надземных пешеходных переходов.

Кафедра Металлических, деревянных и пластмассовых конструкций ОГАСА занимается исследованиями надземных пешеходных переходов пролетом 12-24 м. В одном из проектных вариантов предполагается использовать арочную конструкцию (рис. 1), у которой арка и балка (затяжка) могут быть выполнены как из дерева, так и из металла.

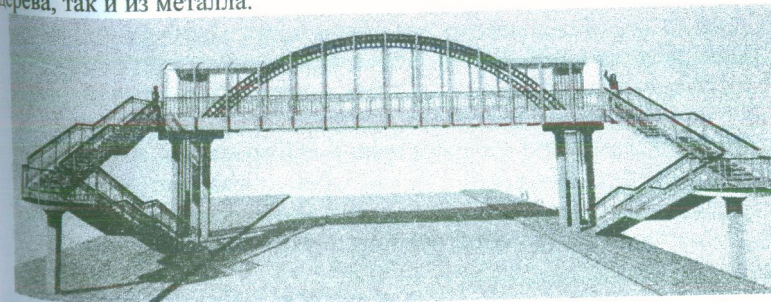


Рис. 1. Арочный надземный пешеходный переход

Для исследования был выбран вариант, в котором в качестве несущих элементов полотна предполагается использовать деревянные составные балки, работающие совместно с металлическими арками, т.е. комбинированную конструкцию, представляющую собой металлодеревянную ферму. Нагрузка с полотна передаётся на арки при помощи подвесок.

При проектировании опытной модели в качестве исходных параметров были приняты пролет конструкции (3м), поперечное сечение клееной деревянной балки (прямоугольник размерами 105x70 мм) и число подвесок равное 3. Значение расчетной нагрузки $q=13,5$ кН/м в первом приближении считалось заданным техническим заданием. Остальные параметры конструкции – высота и сечение арки, расположение и сечение подвесок, а также окончательная несущая способность конструкции были определены численным линейным расчетом в программном комплексе ЛИРА 9.6 (расчетная схема рис.2) исходя из выбранного нами критерия оптимальности (оптимальным считается тот вариант, для которого при расчетной нагрузке и минимальных прочных размерах в элементах конструкции (арке, балке и подвесках) возникают напряжения, близкие к допускаемым ($\sigma_{арк}^{дон} = 24 \text{ кН} / \text{см}^2, \sigma_{подв}^{дон} = 24 \text{ кН} / \text{см}^2, \sigma_{балк}^{дон} = 1 \text{ кН} / \text{см}^2$)).

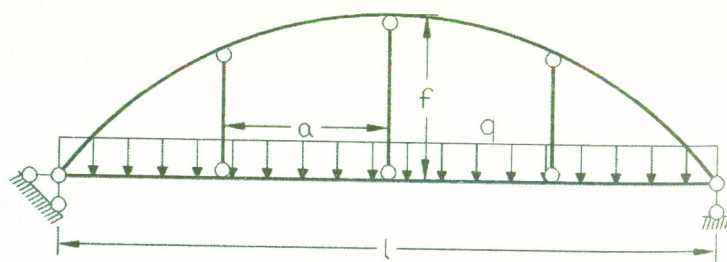


Рис.2. Расчетная схема

При расчете в ПК ЛИРА 9.6 варьировались геометрические и прочностные параметры конструкции, причем расстояние между средней и боковыми подвесками a варьировалось в пределах от $0,125 l$ до $0,375 l$ с шагом $0,05$ м, высота арки f варьировалась в пределах от $0,23 l$ до $0,33 l$ с шагом $0,01$ м. Для каждой из комбинаций варьируемых параметров определялись наибольшие напряжения в каждом из элементов конструкции (арке, балке, подвесках) и коэффициенты загрузкиности ($k_{арк} = \frac{\sigma_{арк}}{R_{арк}}, k_{подв} = \frac{\sigma_{подв}}{R_{подв}}, k_{балк} = \frac{\sigma_{балк}}{R_{балк}}$).

Для каждого поперечного сечения арки и подвесок отбирался тот

вариант, в котором коэффициенты $k_{арк}, k_{подв}$ и $k_{балк}$ отличались друг от друга не более, чем на 5%. Если значения этих коэффициентов отличались от 1, то расчетную нагрузку q , принятую по техническому заданию, изменяли в $\frac{1}{k}$ раз. Таким образом, для каждого поперечного

сечения арки и подвесок выделялся вариант конструкции со своими значениями a и f , несущая способность которого оказывалась наибольшей (если для какой-то комбинации поперечного сечения арки и подвесок варианта с одинаковыми значениями $k_{арк}, k_{подв}$ и $k_{балк}$ не оказывалось, то это расценивалось как отсутствие при этих параметрах оптимального варианта конструкции в смысле, приведенном выше).

В результате проведенных расчетов для экспериментального исследования была принята конструкция со следующими геометрическими и прочностными характеристиками:

- пролет конструкции – 3 м;
- высота арки – 0,63 м;
- количество подвесок – 3;
- расстояние от средней подвески до боковых – 0,78 м;
- сечение деревянной балки (затяжки) – 105x70 мм;
- сечение арки – труба 48x3,5 мм;
- сечение подвесок – стержень $\varnothing 8$ мм;

Характер приложенной нагрузки (равномерно распределённая по затяжке) обусловлен работой конструкции в качестве несущего элемента пешеходного перехода. Рассматривались варианты нагрузки конструкции по всему пролету, по половине и по четверти его. Расчет показал, что наиболее опасна нагрузка, приложенная по всему пролету.

Также было установлено, что соединение арки с балкой, арки с подвесками и балки с подвесками должно быть шарнирным, что было учтено при проектировании конструкции (рис.3, рис.4, рис.5).

При испытаниях напряжения определялись с помощью датчиков сопротивления (тензодатчиков), прогиб балки – с помощью индикаторов. Размещение тензодатчиков и индикатора на конструкции показано на рис.6.

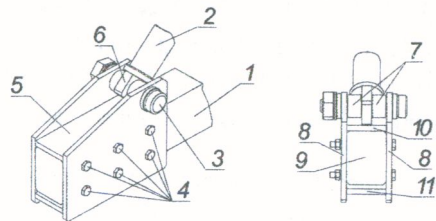


Рис. 3. Узел примыкания арки к балке. 1- балка (затяжка); 2- арка; 3- палец; 4- болты; 5- башмак; 6- серьга; 7- втулки; 8- боковые щеки; 9- торец башмака; 10- верхняя планка; 11- нижняя планка.

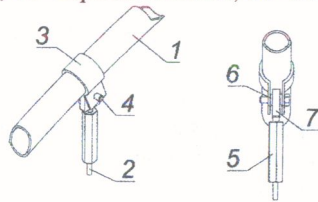


Рис. 4. Узел примыкания подвески к арке. 1-арка; 2- подвеска; 3- хомут; 4- палец; 5- талреп; 6- втулка; 7- проушина.

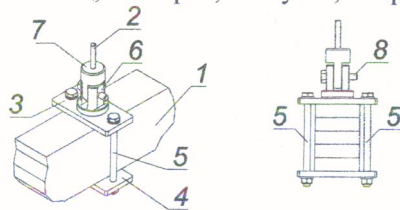


Рис. 5. Узел примыкания подвески к балке. 1- балка; 2- подвеска; 3- верхняя планка; 4- нижняя планка; 5- болты; 6- серьга; 7- проушина; 8- вал.

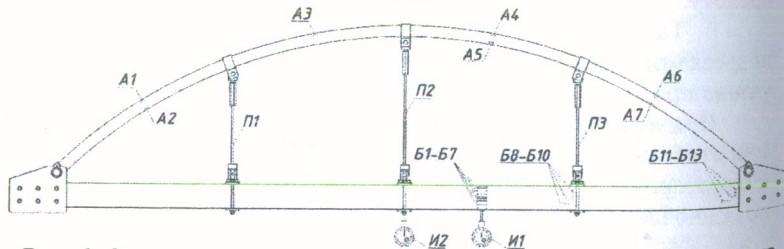


Рис. 6. Схема размещения датчиков и измерительных приборов на конструкции: А1-А7 тензодатчики для измерения нормальных напряжений в арке; П1-П3 – тензодатчики для измерения норм. напр. в подвесках; Б1-Б7 – тензодатчики для измерения норм. напр. в балке; Б8-Б13 – тензодатчики для измерения касательных напр. в балке; И1, И2 – индикаторы часового типа для измерения прогибов.

Для испытаний на прочность и деформативность опытной комбинированной металлодеревянной арочной конструкции пролетом 3 м был спроектирован (рис. 7) и изготовлен специальный стенд (рис. 8), обеспечивающий моделирование равномерно распределённого нагружения.

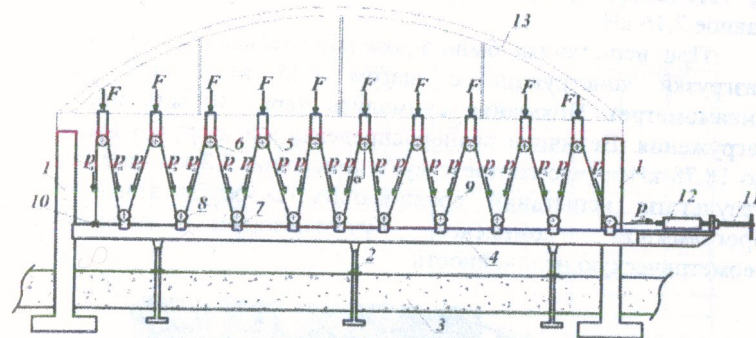


Рис. 7. Схема работы стенда для испытания арочной конструкции. 1 – опоры; 2 – анкерные болты; 3 – силовой пол; 4 – вспомогательная балка; 5, 7 – хомуты; 6, 8 – шкивы; 9 – трос; 10 – крепежное кольцо; 11 – винтовое устройство; 12 – динамометр; 13 – арочная конструкция.

Конструктивно это осуществлено следующим образом (рис. 3): под арочной конструкцией, которая опирается на две штатные опоры (1) (одна из которых представляет собой подвижный шарнир) при помощи трех мощных анкерных болтов (2) на высоте около 300 мм от силового пола (3) закреплена жесткая балка (4), сваренная из двух швеллеров. К деревянной балке на равном расстоянии (около 300 мм) при помощи специальных хомутов (5) закреплены 10 шкивов (6) (шкивы посажены на подшипники качения). Точно такие же хомуты (7) с шкивами (8) приварены к вспомогательной металлической балке (4) по схеме, приведенной на рис. 7.

Через блоки переброшен трос (9) диаметром 5 мм, один конец которого закреплен к вспомогательной балке (4) при помощи скобы и приваренного крепежного кольца (рыма) (10). Другой конец троса связан с винтовым устройством (11), позволяющим натягивать этот трос. Усилие натяжения p_d показывает динамометр (12), к которому с одной стороны прикреплён трос, а с другой – винтовое устройство.

Величина равномерно распределенной нагрузки q связана с усилием p_d следующей формулой:

$$q = \frac{20 \cdot p_0 \cdot \cos \alpha}{l_{\text{балки}}} \quad (1),$$

где α – угол отклонения ветви троса от вертикали,
 $l_{\text{балки}}$ – расчетная длина балки.

Чтобы реализовать расчетную равномерно распределенную нагрузку $q_p = 13,5 \text{ кН/м}$ нужно обеспечить натяжение троса (при помощи винта) равное 2,16 кН.

При испытаниях было проведено несколько этапов загрузки и разгрузки конструкции с шагом 1,25 кН/м (шаг 0,2 кН на динамометре). Показания снимались через 30 мин после каждого нагружения. Величина равномерно распределенной нагрузки была доведена до 18,78 кН/м (что соответствует показанию 3,2 кН на динамометре). Результаты испытаний сравнивались с результатами расчета в программном комплексе, учитывающем физическую и геометрическую нелинейность.

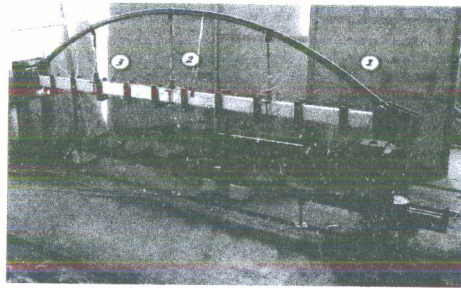


Рис. 8. Стенд для испытаний с установленной на нем арочной конструкцией: 1 – арка; 2 – подвески; 3 – балка

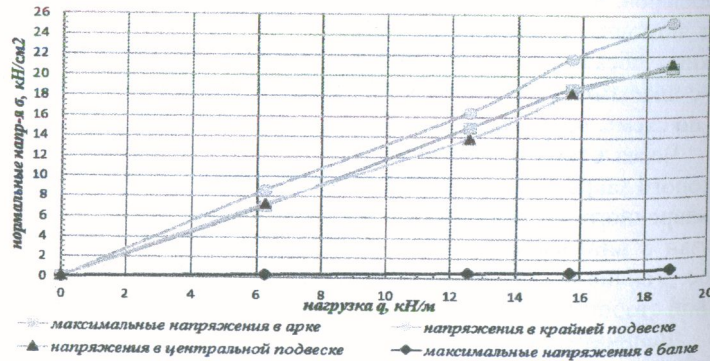


Рис. 9. Напряжения в конструкции при испытаниях

Согласно расчету в ПК ЛИРА 9.6 (без учета нелинейности) наибольшие напряжения в арке возникают на промежутке между опорой и крайней подвеской и достигают значений, близких к расчетному сопротивлению стали ($R_y = 24 \text{ кН/см}^2$) при величине нагрузки $q = 13,5 \text{ кН/м}$. Испытания показали, что при расчетной нагрузке напряжения в указанном промежутке арки (наибольшие напряжения) меньше расчетных и равны $\sigma_{\text{арки}} = 17 \text{ кН/см}^2$ (рис.10).

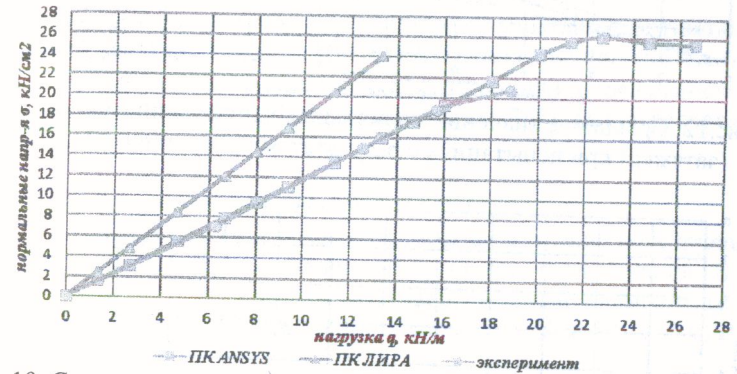


Рис.10. Сравнение значений максимальных нормальных напряжений в арке при испытаниях с результатами расчетов в ПК

По расчету в ПК ЛИРА напряжения в боковой (более нагруженной) подвеске при нагрузке 13,5 кН/м достигают 24 кН/см^2 , при расчете с учетом нелинейности напряжения при этой нагрузке составляют $19,5 \text{ кН/см}^2$, а при испытаниях – $17,7 \text{ кН/см}^2$ (рис.11).

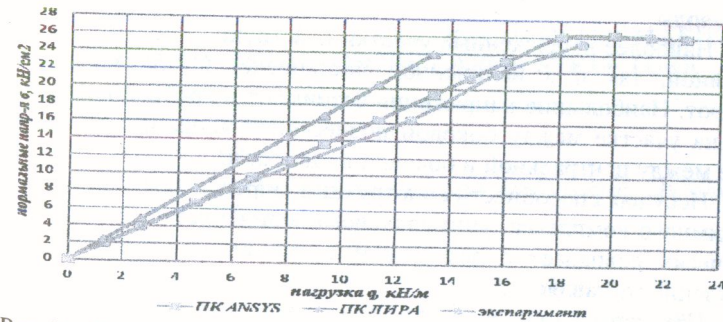


Рис.11. Сравнение значений нормальных напряжений в боковых подвесках при испытаниях с результатами расчетов в ПК

По расчету в ПК ЛИРА напряжения в балке (затяжке) при нагрузке 13,5 кН/м достигают 0,9 кН/см², при расчете с учетом нелинейности – 0,8 кН/см², а при испытаниях – 0,6 кН/см² (рис. 12).

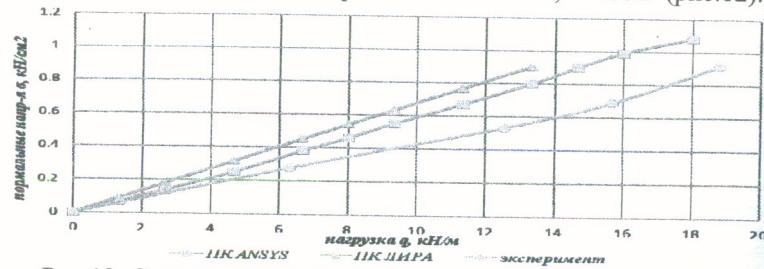


Рис. 12. Сравнение значений нормальных напряжений в балке (затяжке) при испытаниях с результатами расчетов в ПК

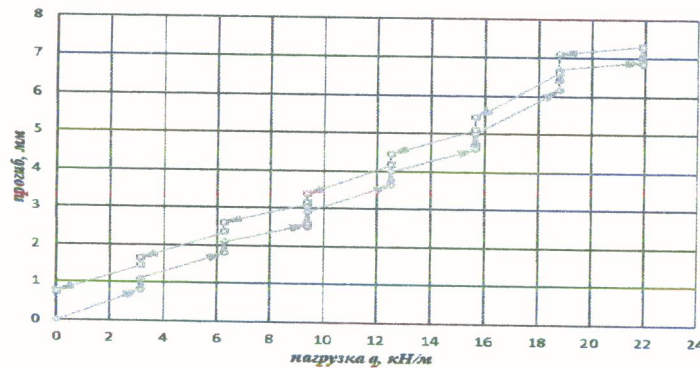


Рис. 13. Прогибы в конструкции при испытаниях

Выводы:

1. Наиболее напряженные участки конструкции по расчетам (как в линейной, так и в нелинейной постановке) и при испытаниях совпадают. Наибольшие напряжения возникают в крайней подвеске, в арке – на участке между боковой подвеской и опорой, в балке – на участке между центральной и боковой подвесками.

2. Несущая способность конструкции, определенная при помощи программного комплекса, учитывающего нелинейность ($q=18,5$ кН/м) практически совпадает с результатами испытаний ($q=18,8$ кН/м) – расхождение составляет 2%.

3. При испытаниях оказалось, что напряжения в арке и в боковой подвеске меньше значений напряжений, полученных при расчете (для арки наибольшее расхождение составило 2%, для боковой подвески – 4,5%). Наибольшим оказалось расхождение напряжений в балке

(затяжке) (до 30% ниже напряжений, полученных при расчете) (рис. 9), что можно объяснить сложным анизотропным строением материала, из которого она изготовлена – древесины, а также упрочнением ее при склеивании.

4. При приближении нагрузки к предельной деформированное состояние конструкции перестает быть плоским – появляются перемещения элементов конструкции, перпендикулярные ее плоскости, что полностью согласуется с картиной пространственной деформации, которую дает расчетный комплекс.

5. Главным результатом проведенных испытаний оптимально спроектированной при помощи ПК ЛИРА 9.6 конструкции является то, что реальная несущая способность этой конструкции, определенная во время испытаний ($q=18,5$ кН/м) оказалась на 36% выше расчетной ($q=13,5$ кН/м).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окунь И.В. Эффективные клеодошчатые несущие конструкции надземных пешеходных переходов / И.В. Окунь, С.М. Чучмай, В.П. Приступлюк // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, вип. № 46, Одеса: Зовнішньорекламсервіс, 2012. – С. 263 – 267
2. Стоянов В.В. и др. Архитектурные конструкции транспортных развязок на перегруженных городских магистралях / Сб. науч. тр. Современные строительные конструкции из металла и древесины. - Одесса. №15 ч.1, стр. 72-80, ВРС, 2011
3. Chad P. Kirilin. Experimental and Finite-Element Analysis of Stress Distributions Near the End of Reinforcement in Partially Reinforced Glulam. The Thesis / Oregon State University, 1996.

EXPERIMENTAL STUDY OF STRENGTH AND DEFORMABILITY OF COMBINED METALWOODEN ARCH STRUCTURE

Stojanov V.V., doctor of Science

Bojadzhi A.A., postgraduate

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrihsona st., 4, Odessa, Ukraine, 65000

The tests of the arched construction metal and wood combined confirmed the high degree of reliability of the numerical calculations implemented in modern software systems, using the physical and geometric nonlinearity.

Keywords: arch structures of metal and wood, strength, deformability