

УДК 624.011.1; 674.028.9

Экспериментальное исследование металлодеревянной фермы культового здания в г. Харькове

Фурсов В.В., д.т.н., Кошмай Н.Д., к.т.н., Васильев А.Ю.

Харьковский государственный технический университет строительства
и архитектуры, Украина

Анотація. У лабораторії будівельних конструкцій ХДТУБА було виготовлено та випробувано три великомасштабні моделі трикутної металодерев'яної ферми із звищеним металевим нижнім поясом. У процесі експериментального дослідження на моделях вивчалася робота вузлових з'єднань ферм при різних (симетричних і несиметричних) навантаженнях, прикладених до верхніх вузлів ферм.

Аннотация. В лаборатории строительных конструкций ХГТУСА было изготовлено и испытано три крупномасштабные модели треугольной металлодеревянной фермы со вспарушенным металлическим нижним поясом. В процессе экспериментального исследования на моделях изучалась работа узловых соединений ферм при различных (симметричных и несимметричных) нагрузках, приложенных к верхним узлам ферм.

Abstract. Then were manufactured and tested three large-scale models of a triangular steel-n-wooden truss in the laboratory of building structures in KSTUCA. During the pilot study on the models was studied the work of nodal at trusses with different (balanced and unbalanced) load applied to the upper nodes of truss.

Ключевые слова: конструкции, металлодеревянные фермы, исследование.

Основная часть. Настоящая работа проведена по просьбе епархии римско-католической церкви в Украине заменить запроектированную институтом «Укрреставрация» стальную крышу и элементы покрытия на деревянные конструкции. Первоначально предполагалось применение в покрытии клееной древесины, однако Украина располагает на сегодняшний день только двумя заводами по производству клееной древесины (в Коростышеве и Калуше). В настоящее время Коростышевский завод находится на реконструкции, и производство временно приостановлено, а транспортировка конструкций из г. Калуша (Львовская область) связана со значительными финансовыми расходами. В связи с этим было принято решение об использовании в конструкциях крыши собора цельной древесины отечественной поставки. В действующих в настоящее время нормативных документах [1 – 4] значения расчетных сопротивлений при оценке качества древесины базируются на испытаниях малых стандартных образцов. При проектировании покрытия над римско-католическим храмом в г. Харькове изготовители представили разработчику (ХГТУСА) заготовки для изготовления образцов для оценки физико-механических

свойств поставляемых в процессе изготовления конструкций. Согласно разработанной программе ХГТУСА осуществил вырезку образцов различных размеров из заготовок, доставленных в лабораторию. Инструкция по проведению испытаний древесины составлена более двадцати лет тому назад. В периодической печати (в том числе и учеными ХГТУСА) указывалось на необходимость исследования в лабораторных условиях не только гостированных «малых», «чистых» (без несовершенств) образцов, но и образцов больших размеров, учитывающих проявление весьма актуального для древесины масштабного фактора.

В связи с этим проведено исследование крупномасштабной модели металлодеревянной фермы покрытия (далее ФМД) из заготовок, представленных заказчиком. Модель изготавливается в масштабе примерно 1:5.

В качестве нагружающих средств в процессе проведения экспериментальных исследований нами большей частью использовался пресс УИМ-50 с различной шкалой нагружения и гидравлические домкраты грузоподъемностью 10 т. Для массового исследования малых образцов – гидравлический пресс Р-5. Из каждой группы образцов два должны быть подвергнуты тензометрированию путем наклейки датчиков активного сопротивления с различной базой от 10 до 20 мм (рис. 1). Омическое сопротивление датчиков каждой группы составляло около 200 Ом и отличалось на 0,1 – 0,2 Ом. В качестве измерительной аппаратуры использовались электронно-измерительный прибор АИД-1 и полуавтомат ТК-1 с автоматической и ручной записью показаний.

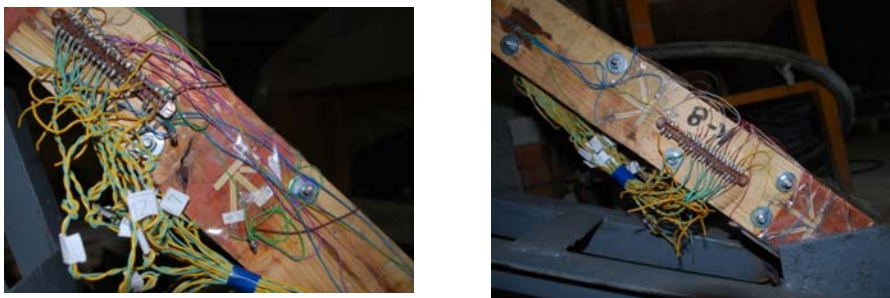


Рис. 1. Размещение тензодатчиков на поясах моделей

Для оценки деформаций и прогибов применялись механические тензометры Гугенбергера, а также индикаторы часового типа (сотки и тысячные). Для замера прогибов использовались прогибомеры Максимова. Для каждого вида исследований составлялась рабочая программа проведения эксперимента с подробным описанием этапов загрузки и журналами проведения испытаний. Схема и общий вид экспериментальной установки для испытания моделей ФМД представлена на рис. 2, 3.

образцов происходило по одинаковой схеме в приопорных участках с образованием трещин в результате потери устойчивости.

Узловые сопряжения и экспериментальные модели были просчитаны в комплексе «ANSYS» с разбиением их на кубические конечные элементы (SOLID45) для анизотропного тела.



Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки

Анализ полученных результатов. Наличие трещин на боковых гранях балок, служащих в качестве верхних поясов ферм кирпичи, обуславливает увеличение деформаций сдвига в зонах, непосредственно примыкающих к ослабленному трещинами продольному сечению, где действуют повышенные напряжения скалывания. В результате этого в балках появляются дополнительные напряжения, вызванные смещениями верхней половины элемента относительно нижней. Действительная работа сжато-изгибаемого элемента с трещинами может рассматриваться в качестве промежуточной между двумя схемами работы всего элемента в целом на определенную часть нагрузки и работа двух ее половин – верхней и нижней на оставшуюся часть нагрузки. Здесь имеется аналогия с оценкой сдвига по швам составных элементов в случае податливых связей. По данным Коченова В.М. наибольшие напряжения скалывания в ослабленных трещинами продольных сечениях изгибаемых элементов могут снизиться до 20 % в зависимости от суммарной глубины трещин и вида нагрузки. Эти данные получили подтверждение для элементов с высотой сечения $1/20$ и суммарной глубиной трещин $1/3 - 1/2$ от ширины сечения. При увеличении высоты сечения элементов до $1/10$ снижение напряжений достигает 30 %.

Таблиця

Результаты испытаний моделей ферм – ФМД

№ образца	Сечение пояса, мм			F_2 , см ²	W_3 , см ³	К-во обр.	$P_{разр}$, кН	σ , Кн/см ²	При-мечание
	B	H	L						
1	102	82	1730	83,64	426	1	268	3,2	
2	100	80	1710	80	426	1	229,7	2,87	
3	98	81	1720	79,38	426	1	191,4	2,41	



Рис. 4. Образцы после разрушения

Анализируя полученные результаты, можно считать, что трещины при действии лишь осевых усилий особого влияния на модули упругости и прочностные показатели не оказывают. В условиях поперечного изгиба наличие трещин существенно снижает прочность и упругие показатели. Прочностные характеристики при осевых нагрузениях снижаются незначительно. Для изгиба наличие трещин снижает модуль упругости на 15 % и более, а прочностные показатели падают в ряде случаев до двух раз.

Литература

- [1] Деревянные конструкции. Нормы проектирования. СНиП II-25-80. – Москва. – 1982. 64 с.
- [2] Пособие по проектированию деревянных конструкций. ЦНИИСК. М., Стройиздат. – 1986. – 216 с.
- [3] Деревянные конструкции. Правила производства и приемки работ. СНиП – III-19-75. – М. – 1976. – 48 с.
- [4] Жак С.М., Турковский С.Б. Результаты натурных обследований КДК // Промстройтельство., М. № 2. 1970 – С. 16 – 18.

- [5] Езепов Г.Г. Исследование прочности древесины при двухосном смешанном напряженном состоянии // Сб. тр. ЦНИИ промзданий. – М. – 1986. – С. 71 – 77.
- [6] Знаменский Е.М. Совершенствование нормирования расчетных характеристик деревянных конструкций. // Тр. ЦНИИСК. – М. – 1989 – С. 36 – 47.
- [7] Отрешко В.И. Деревянные конструкции. М. – 1960 г. – 260 с.
- [8] Справочное руководство по древесине США. – М. 1979, 549 с.
- [9] Фурсов В.В. К вопросу о модели упругой анизотропии древесины. // Сб. тр. ХГТУСА, вып. 3, 1998 – С. 9 – 25.
- [10] Фурсов В.В. К расчету клееной древесины в условиях сложного напряженного состояния. // Тр. Межд. Конф. Одесса, 1999 – С. 216 – 221.
- [11] ВБН-СНіП-46-9-97 Деревянные конструкции проект строительных норм.
- [12] ДБН В.1.2.2:2006 Нагрузки и воздействия.
- [13] Леонтьев Л.Н. Упругие деформации древесины. М. 1962. – 117 с.

Надійшла до редколегії 05.07.2010 р.