

**ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ПЕРЕКРЫТИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ЗАЛА
МАРИИНСКОГО ТЕАТРА
г. Санкт-Петербург**

УДК 624.011

Нацекин Максим Валерьевич

*Директор управления технической экспертизы
ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск, кандидат технических наук*

Ницета Сергей Алексеевич

*Доцент кафедры строительных конструкций
архитектурно-строительного факультета ГОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск,
кандидат технических наук*

Марков Константин Вячеславович

Начальник отдела обследования гражданских зданий ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск

Государственный Академический Мариинский театр оперы и балета на протяжении 225 лет своей истории неоднократно достраивался, надстраивался и перестраивался, менялся внешний облик и внутреннее убранство театра. Строительные несущие и ограждающие конструкции в течение длительного периода эксплуатации претерпели структурные изменения, накопились дефекты и повреждения.

По заказу Федерального государственного учреждения культуры Государственный академический Мариинский театр в 2008 году сотрудниками ООО «ВЕЛД» было проведено обследование деревянных и металлических ферм над зрительным залом и сценой с целью оценки степени их физического износа и выполнены проверочные расчеты.

Особенностью объемно-планировочного решения исторической части здания Мариинского театра является отсутствие на главном фасаде уступа, обусловленного разностью высот сценического пространства и зрительного зала, что не характерно для театральных зданий современной постройки. Выравнивание уровней скатов кровельного покрытия достигнуто за счет поэтажного расположения над зрительным залом люстрового помещения, а над люстровым помещением – живописного зала имени Головина. В плане эти залы и технический этаж имеют полуовальную форму. Ширина помещений по внутренним обмерам составляет 31,15 м, длина полуоси – 32,84 м. Усредненная высота зрительного зала равна 16,6 м, полезная высота люстровой – 3,55 м, живописного зала – 7,35 м.

Зрительный зал перекрыт девятью фермами, расположенными в пределах технического этажа.

Фермы люстрового помещения – металлодеревянные с параллельными поясами и крестовой системой решетки – фермы системы Гау-Журавского (рис. 1). Величина пролетов ферм изменяется в зависимости

от размеров перекрываемого пространства над зрительным залом и оркестровой ямой от 20,50 до 31,60 м. Две фермы из девяти перекрывают пролет над оркестровой ямой. Высота ферм равна 3,55 м, средний шаг узлов ферм в промежутках между крайними панелями решетки составляет 1,95 м. Верхние пояса ферм выполнены из спаренных брусков сечением 270×160 мм, нижние пояса – 250×170 мм (табл. 1). Восходящие раскосы выполнены из трех брусков, а нисходящие – из двух брусков сечением 220×70 мм. Зазоры между брусками величиной 70 мм обеспечивают взаимное пересечение раскосов разной ориентации в центральных частях решетки. Тяжи выполнены из круглой стали: диаметр среднего стержня равен 30 мм, двух крайних – 40 мм.

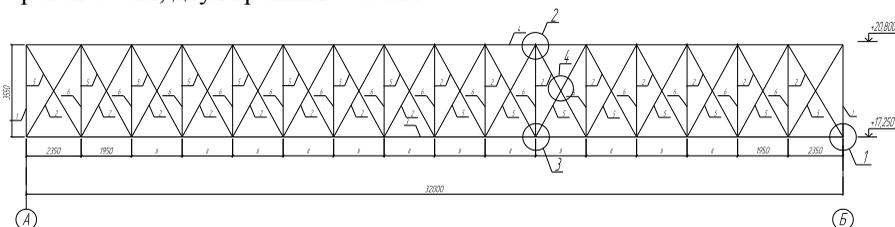


Рис. 1. Схема расположения узлов стропильной фермы

Таблица 1

Сечения элементов деревянных ферм

№ п/п	Эскиз сечения	№ п/п	Эскиз сечения	№ п/п	Эскиз сечения
1		3		5	
2		4		6	

При проведении обследования деревянных ферм выявлены следующие дефекты и повреждения:

- поверхностное увлажнение элементов ферм (рис.2);
- неплотное примыкание торцевых поверхностей в лобовых упорах;
- отклонение отдельных элементов решетки от вертикального положения.

Исследование температурно-влажностного режима люстрового помещения проведено при использовании двухканального термогигрометра «ТЕМП-3.2». Замеры относительной влажности и температуры производились в двенадцати различных точках каждого из помещений

(рис.3). В люстровом помещении относительная влажность изменяется от 34 до 45%, причем постепенное увеличение относительной влажности наблюдается от закругленной части люстрового помещения к сценическому помещению. Причиной повышения влажности является отсутствие вентиляции в замкнутом пространстве. Перепад температур составил 0,5°C (от 23 до 23,5°C).



Рис.2. Фермы люстрового помещения

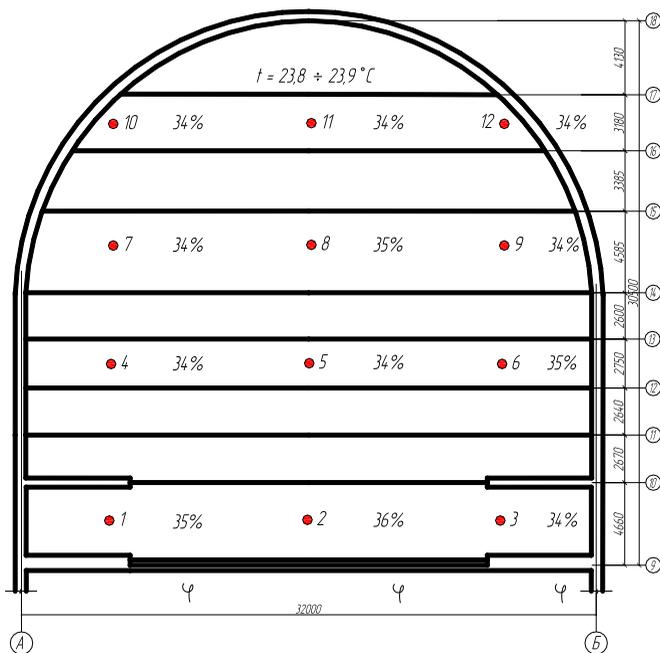


Рис. 3. Схема расположения точек замера в люстровом помещении

С целью определения физико-механических свойств древесины из узла фермы люстрового помещения был извлечен фрагмент для изготовления стандартных образцов. Испытание образцов проведено сотрудниками кафедры строительных материалов и изделий Магнитогорского государственного технического университета. Результаты испытаний представлены в табл.2.

Таблица 2

Физико-механические свойства образца древесины

№ п/п	Наименование конструктивного элемента	φ, %	ρ, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, кг/см ²		Среднее значение				Порода древесины
				Вдоль волокон	Поперек волокон	φ _{ср} , %	ρ _{ср} , кг/м ³	σ _с , кгс/см ²	σ _{с90} , кгс/см ²	
1	Деревянная ферма	12,0	535,0	574,0	89,4	12,0	535,5	503,4	87,3	Сосна
2	Деревянная ферма	12,0	536,0	465,4	86,9					
3	Деревянная ферма	12,0	536,0	470,9	87,3					

В результате анализа полученных данных по определению прочностных характеристик деревянных образцов, установлено:

- среднее значение предела прочности при сжатии деревянного образца вдоль волокон составляет $\sigma_c = 503,4$ кгс/см², расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон $R_c = 160$ кгс/см²;
- среднее значение предела прочности при сжатии деревянного образца поперек волокон составляет $\sigma_{с90} = 87,3$ кгс/см², расчетное сопротивление древесины сжатию поперек волокон $R_{с90} = 18$ кгс/см²;
- расчетное сопротивление древесины растяжению вдоль волокон $R_p = 100$ кгс/см²;
- деревянные образцы соответствуют первому сорту древесины, по плотности и структуре древесины – сосне.

Для определения прогибов люстрового помещения использовался нивелир ЗН-2КЛ. Геодезическая рейка устанавливалась на нижних поясах ферм в трех характерных положениях: на левой и правой опорах и в центре пролета. Результаты обработки замеров приведены в табл.3.

Таблица 3

Максимальные прогибы деревянных ферм

Оси	«9»	«10»	«11»	«12»	«13»	«14»	«15»	«16»	«17»
Прогибы	45,5	42,3	31,5	29,6	39,5	56,3	48,6	62,5	51,5
Предельные прогибы	84,1	102,6	104,5	113,0	113,0	113,0	113,0	85,0	85,0

Максимальные прогибы деревянных ферм не превышают предельных значений.

Расчет деревянных ферм Мариинского театра производился по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования геометрических параметров конструкций, фактической прочности материалов по уточненным расчетным схемам с учетом имеющихся дефектов и повреждений. Расчет производился на программных комплексах «Lira 9.4» и «Stark_ES».

При определении нагрузки, приложенной к узлам верхнего пояса наиболее нагруженной деревянной фермы, учитывались собственная масса деревянных балок перекрытия и тройного дощатого настила, а также полезная нагрузка живописного зала им. Головина. К узлам нижнего пояса прикладывалась нагрузка от декоративного плафона зрительного зала и большой люстры. Собственная масса деревянной фермы учитывалась непосредственно при расчетах на ПЭВМ.

Максимальные продольные силы, полученные при статическом расчете деревянной фермы, действуют в верхнем и нижнем поясах в средней части пролета и в раскосах приопорных отсеков. Запас несущей способности в нижнем поясе фермы составляет 49%, в верхнем поясе – 66,5%. В опорных раскосах – 27,7%.

При анализе результатов расчета ферм, полученных с применением разных программных комплексов, погрешность составляет 4,5%.

В результате проведенных комплексных исследований ответственных конструкций можно сделать вывод о том, что фермы люстрового помещения находятся в работоспособном состоянии.

Для дальнейшей безаварийной эксплуатации деревянных ферм необходимо:

- обеспечить приточно-вытяжную вентиляцию люстрового помещения;
- провести натяжение затяжек.

Библиографический список

1. Рабинович И.М. Курс строительной механики стержневых систем. Часть II. Статически неопределимые системы. Госиздат литературы по строительству и архитектуре. – М., 1954.
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦПП, 2003.