

Применение большепролетных конструкций в архитектуре концертных залов

А.В. Глухова

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: В статье изложен сравнительный анализ различных типов большепролетных конструкций, применяемых в покрытии концертных залов. Рассмотрено их влияние на акустические характеристики коробки концертного зала. Представлены примеры воплощения архитектуры концертных залов с применением большепролетных конструкций из различных материалов. Сделаны выводы о разделении большепролетных конструкций на две функциональные группы по характеру их влияния на акустику с соответствующим вариантом объемно-планировочных решений концертных залов.

Ключевые слова: концертные залы, большепролетные конструкции, акустика, архитектура, акустические характеристики, зальные помещения, архитектурно-строительные конструкции.

Рассмотрим на примерах различные варианты применения большепролетных конструкций в концертных залах и их влияние на акустические характеристики коробки концертного зала [1, 2].

Фермы с параллельными поясами являются традиционной конструкцией как в залах большой вместимости (Парижская филармония, вместимость 2400 человек), так и в залах малой и средней вместимости. Фермы формируют плоское покрытие и, как правило, подшиваются различной формы панелями из акустических материалов [3, 4].

Удачным решением является создание акустической поверхности сложной формы в концертном зале Voxman школы музыки Айовы, где акустический потолок изогнутой формы улучшает характеристику диффузности звукового поля. Аналогичное решение с изогнутыми подвесными панелями можно увидеть в Концертном зале Bing, дополненное парусными конструкциями, обшивающими фахверковые фермы вдоль боковых стен (Рис. 1). Есть примеры использования ферм с параллельными поясами в сочетании с динамическими панелями, позволяющими

формировать концертные залы с различными трансформативными вариантами покрытия – Театр Звездного неба.

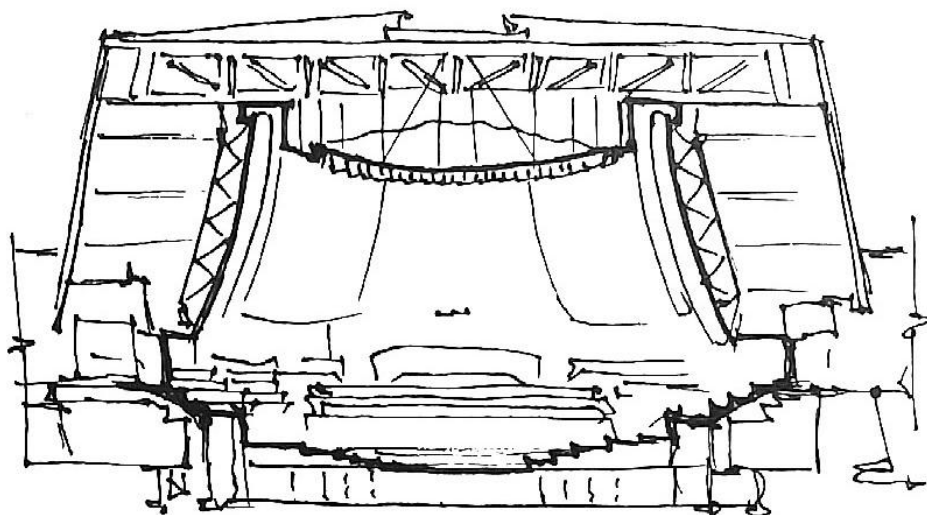


Рис. 1. – Концертный зал Bing (поперечный разрез). Иллюстрация автора.

Интересным, но нереализованным проектом является проект Мьюзик-холла в Токио (Рис. 2), где ферма с полигональными поясами за счет отрицательной кривизны и выпуклой в сторону коробки зала отражающей поверхности формирует объемно-пространственное решение, уже создающее акустическую коробку с параметрами, максимально приближенными к требуемым.

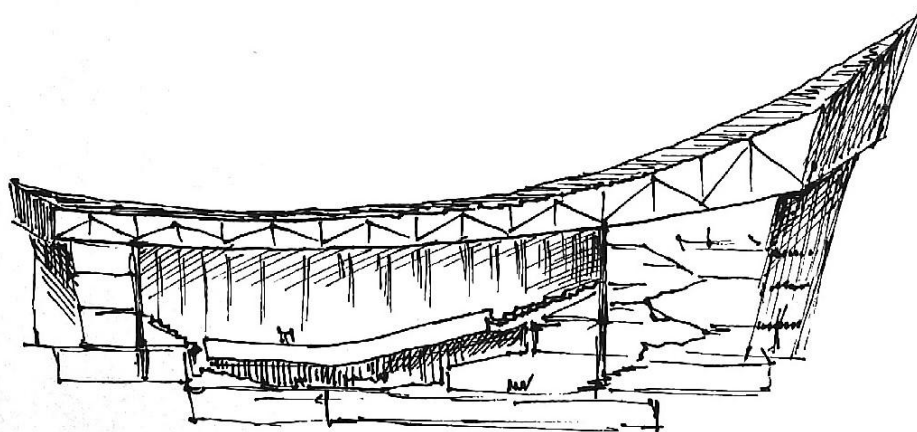


Рис. 2. – Мьюзик-холл Токио (продольный разрез). Иллюстрация автора.

Не менее примечателен Центр исполнительских искусств Blyth (Рис. 3), в котором покрытие зала сформировано аркой со скользящей опорой (опорами на разных высотных отметках). В поперечном разрезе по залу наблюдается асимметрия, что является спорными акустическим решением, но однозначно достигнуто отсутствие «порхающего эха» [5].

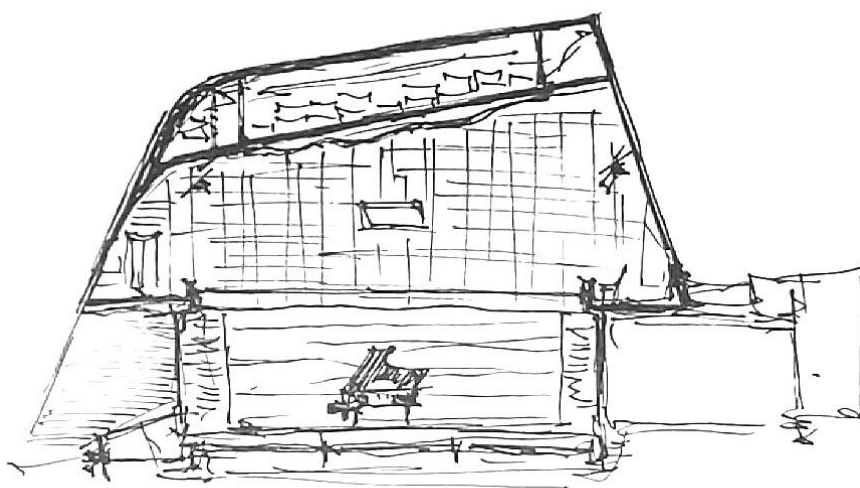


Рис. 3. – Центр исполнительских искусств Blyth (поперечный разрез).

Иллюстрация автора.

Внешнее объемно-пространственное решение Центра искусств Кауффмана (Рис. 4) создано вантовой системой со стабилизацией [6], напоминающей гребень волны, во внутреннем же пространстве зала подвесная акустическая система отражателей при этом во многом повторяет заданную форму, но подвешивается к системе ферм с параллельными поясами. При этом внешняя и внутренняя несущие системы работают самостоятельно.

Вантовые фермы применены в Оранжевом концертном зале в Страсбурге, при этом фермы, сходящиеся к центральному кольцу, имеют разную длину и образуют форму эллипса в плане, тем самым усложняя несущую систему.

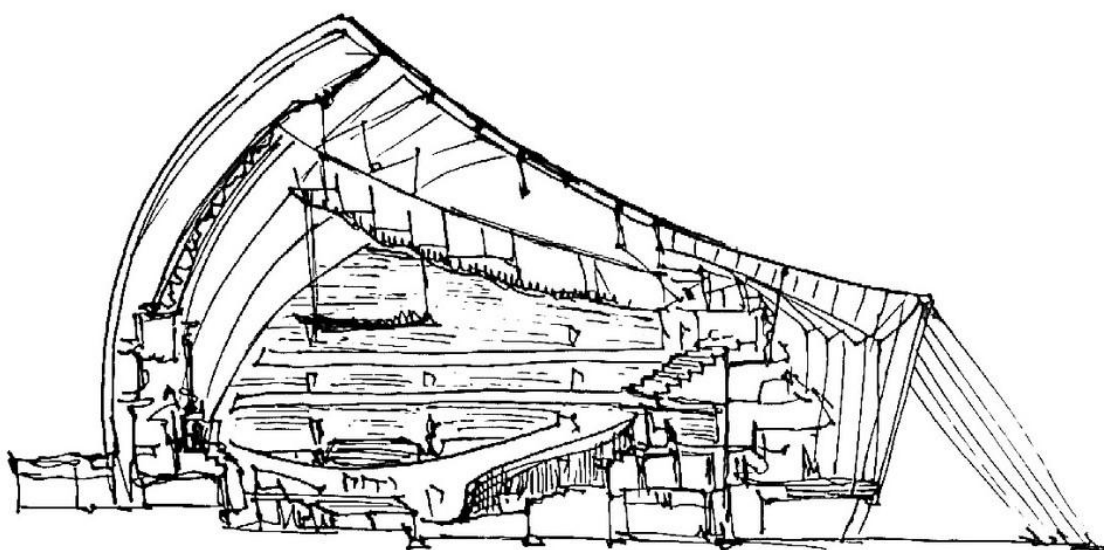


Рис. 4. – Центр искусств Кауффмана (продольный разрез). Иллюстрация автора.

Удачным решением является применение шедовых конструкций за счет образования ребристого покрытия над залом, подобные конструкции использованы в Аудитории принцессы Александры (Рис. 5) и Clyde auditorium в Глазго. Однако на акустические свойства подобных конструкций влияет способ крепления стекла к металлическим конструкциям, количество слоев стекла, а также аспект шумоизоляции.



Рис. 5. – Аудитория принцессы Александры (продольный разрез).
Иллюстрация автора.

Редкой является практика использования купольных конструкций в архитектуре концертных залов из-за свойств сферических поверхностей фокусировать звуковые волны в одной точке, что необходимо избегать в акустических залах [7]. Тем не менее, в Плоском зале Ле Розе применена именно оболочка вращения (купол ребристо-кольцевой), но при этом покрытие имеет большой радиус кривизны, в объеме самого зала рабочей является лишь часть купольной поверхности, при этом внутренняя ее часть превращена в кессонированную конструкцию, тем самым улучшая характеристики отражения.

Сложным решением, продиктованным общей концепцией и каркасной системой Эльбской филармонии (Рис. 6), являются образующие верхнее покрытие полигональные фермы, из-за этого чрезмерная высота зала компенсирована значительно опущенным акустическим экраном [8, 9]. Аналогичная большая высота зала Аудитории де-Тенерифе (Рис. 7) дополнена веерной ребристой подвесной конструкцией, обеспечивающей необходимые отражения [10].

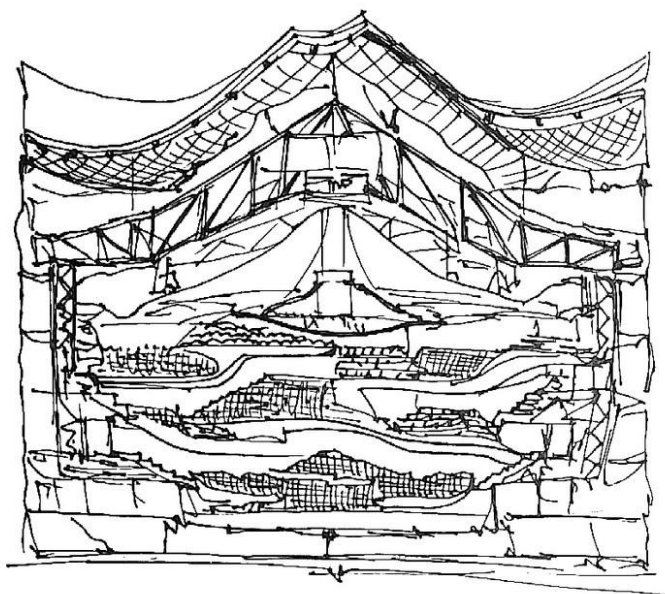


Рис. 6. – Эльбская филармония (поперечный разрез). Иллюстрация автора.

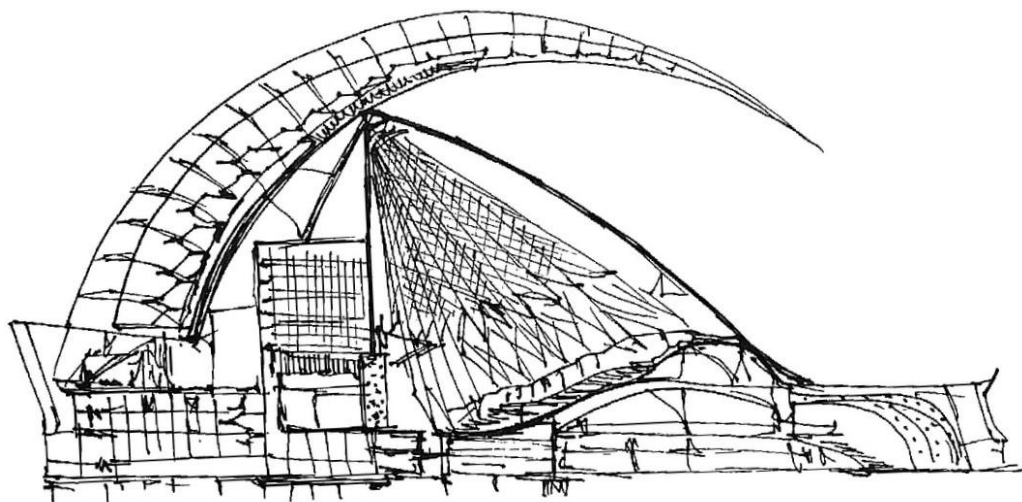


Рис. 7. – Аудитория де-Тенерифе (продольный разрез). Иллюстрация автора.

На основе представленного анализа можно сделать выводы, что из всего спектра большепролетных конструкций в концертных залах применяются две группы конструкций:

1. Большепролетные конструкции, требующие дополнительных акустических панелей, не повторяющих форму несущей системы:

- плоские покрытия; покрытия по фермам, аркам и рамам – дополняются отражающими акустическими панелями;
- своды и оболочки вращения на простых и сложных планах – требуют членения поверхности (в виде ребер или кессонов);
- оболочки положительной Гауссовой кривизны – дополняются подвесными акустическими системами сложной формы.

2. Большепролетные конструкции, одновременно являющиеся несущими и активными акустическими системами:

- висячие стержневые системы; вантовые системы со стабилизацией; оболочки отрицательной Гауссовой кривизны – за счет вогнутости своей несущей системы в сторону концертного зала являются формой, задающей положение подшивки из акустических материалов;
-

- шедовые конструкции – за счет образования ребристой поверхности в продольном разрезе зала.

Литература

1. Глухова А. В. Принципы формирования архитектуры современных концертных залов // Перспективы науки. 2021. № 12(147). С. 64-67.
2. Глухова А. В. Факторы, влияющие на типологию концертных залов в Санкт-Петербурге // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 10. С. 41-46.
3. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий. М.: АСТ, 2017. 230 с.
4. Николаева О. М., Джиева М. А., Мистейко Е. М. Применение новых большепролетных конструкций в современной архитектуре // Инженерный вестник Дона, 2017, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4562.
5. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design, 2nd Edition. London and New York: Spon Press, 2009. 489 p.
6. Агеева Е. Ю., Спиридонова А. И. Особенности применения вантовых конструкций в зрелищных зданиях: Учебное пособие для вузов / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет|ЭБС АСВ, 2015. 78 с.
7. Beranek L. L. Concert halls and opera houses: music, acoustics, and architecture. Second Edition. 2005. 712 p.
8. Душкевич К. Н. Роль большепролетных оболочек в формообразовании общественных зданий // АМІТ. 2017. №4 (41). С. 163-178.
9. Шилов А. В., Погорелов В. А., Теняков А. А. Применение структурных покрытий в зданиях каркасного типа // Инженерный вестник Дона, 2018, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5227.

10. Глухова А. В. Архитектура современных концертных залов (на примере Санкт-Петербурга): автореферат дис. ... кандидата архитектуры: 2.1.12. Санкт-Петербург, 2022. 21 с.

References

1. Gluhova A. V. Perspektivy nauki. 2021. № 12(147). pp. 64-67.
2. Gluhova A. V. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. 2020. № 10. pp. 41-46.
3. Gel'fond A.L. Arhitekturnoe proektirovanie obshhestvennyh zdaniy [Architectural design of public buildings]. M.: AST, 2017. 230 p.
4. Nikolaeva O. M., Dzhioeva M. A., Mistejko E. M. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4562.
5. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design, 2nd Edition. London and New York: Spon Press, 2009. 489 p.
6. Ageeva E. Ju., Spiridonova A. I., Osobennosti primeneniya vantovyh konstrukcij v zrelishhnyh zdaniyah [Features of the use of cable-stayed structures in spectacular buildings]: Uchebnoe posobie dlja vuzov. Nizhegorodskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet|JeBS ASV, 2015. 78 p.
7. Beranek L. L. Concert halls and opera houses: music, acoustics, and architecture. Second Edition. 2005. 712 p.
8. Dushkevich K. N. AMIT. 2017. №4 (41). pp. 163-178.
9. Shilov A. V., Pogorelov V. A., Tenjakov A. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5227.
10. Gluhova A. V. Arhitektura sovremennyh koncertnyh zalov (na primere Sankt-Peterburga) [Architecture of modern concert halls (using the example of St. Petersburg)]: avtoreferat dis. ... kandidata arhitektury: 2.1.12. Sankt-Peterburg, 2022. 21 p.