

ЛИТЕРАТУРА:

1. Савйовский В.В. Технология возведения и ремонта сооружений: учебное пособие/В.В. Савйовский.-Х.: Издательство «Лидер», 2014.-256 с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mastera-fasada.ru/ventiliruemie/otdelka-keramogranitom/ventiliruemyj-fasad-iz-keramogranita-tehnologiya-10>
3. Организационно-технологические особенности устройства теплоизоляции покрытий / Гольтерова Т.А., Савйовский А.В.// Науковий вісник будівництва. Вип. 63. –Харків: ХДГУБА, ХОТВ АБУ, 2002. –С.54-56]
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplydim.com.ua/>
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://licceramic.com/>

УДК 624.012

Яровой Ю.Н., Перепелица Е.А., Чибаров Д.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

**ОБСЛЕДОВАНИЕ ВИСЯЧЕГО ПОКРЫТИЯ
ККЗ «УКРАИНА» В Г. ХАРЬКОВ**

Введение. Висячие покрытия (вантовые системы и висячие оболочки) стали широко внедряться в строительство с 50-х годов XX в. Этот вид покрытия применяется как для промышленных, так и для общественных сооружений (концертных и театральных залов, стадионов и бассейнов, вокзалов и рынков).

Висячими называются конструкции, в которых основные несущие элементы, перекрывающие пролет здания или сооружения, испытывают растяжение. Висячие покрытия выполняются в виде вантовых систем и висячих оболочек. Вантовыми системами называются покрытия, образованные системой вантов, воспринимающей и передающей на опорный контур или краевые элементы всю нагрузку. Висячими оболочками называются покрытия, образованные собственно оболочкой, представляющей собой пространственную конструкцию, работающую совместно с опорным контуром.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Большое число зданий с висячим покрытием находятся в непрерывной эксплуатации свыше 30 – 50 лет, что вызывает необходимость их визуального и инструментального обследования, а также определения действительного

технического состояния строительных несущих и ограждающих конструкций.

Висячие покрытия применяют преимущественно для перекрытия большепролетных зданий и сооружений. Такие здания и сооружения имеют повышенный уровень ответственности, их отказы могут привести к тяжелым экономическим и социальным последствиям. Необходимо систематически выполнять плановые обследования строительных конструкций таких зданий и сооружений, осуществлять технический надзор за их безопасной эксплуатацией и своевременным ремонтом.

Одним из отечественных зданий с висячим типом покрытия является здание ККЗ «Украина» в г. Харьков. В статье представлены результаты обследования висячего покрытия ККЗ «Украина», приведены особенности работы и эксплуатации покрытия здания. Опыт, полученный при обследовании, может быть использован при обследовании других зданий с подобной конструктивной схемой.

Анализ последних исследований и публикаций. Отечественный и зарубежный опыт строительства сооружений с использованием висячих систем описан в работах Кирсанова Н.М. [1, 2], Дмитриева Л.Г. [3], Трущева А.Г. [4]. Вопросы расчета и проектирования элементов висячих

БУДІВНИЦТВО

покрытий рассмотрены в работах Файбишенко В.К. [5], Горева В.В. [6]. Обследованию вантовых покрытий посвящена статья [7]. Описание висячего армоцементного покрытия киноконцертного зала «Украина» приведено в сборнике [8].

Определение цели и задачи исследования. Целью исследования является определение действительного технического состояния несущих и ограждающих конструкций здания ККЗ «Украина», разработка технических решений и рекомендаций по обеспечению дальнейшей нормальной и безопасной эксплуатации здания с учетом выявленных конструктивных и эксплуатационных особенностей, а также обобщение опыта обследования зданий с подобной конструктивной схемой с дальнейшим его применением. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Сбор и анализ технической документации.
2. Выполнение натурного обследования и инструментального исследования несущих и ограждающих конструкций здания.
3. Проведение анализа технического состояния несущих и ограждающих строительных конструкций на основании изучения исходных данных и материалов обследования.

Основная часть исследования. Здание ККЗ «Украина» было введено в эксплуатацию в 1963 году. Авторы проекта – архитекторы В.С. Васильев, Ю.А. Плаксиев, инженер – Л.Б. Фридган. Здание является памятником архитектуры и градостроительства местного значения. ККЗ «Украина» — значительное достижение городской архитектуры второй половины XX в. Здание отличается оригинальностью конструктивного решения, новаторскими способами оснащения экстерьеров, позволяет создать лучшие акустические условия и рационально использовать пространство зала. С 1980 года здание является памятником архитектуры и градостроительства местного значения. Общий вид главного фасада представлен на рис. 1, план здания – на рис. 2.



Рис. 1. Главный фасад здания ККЗ «Украина»

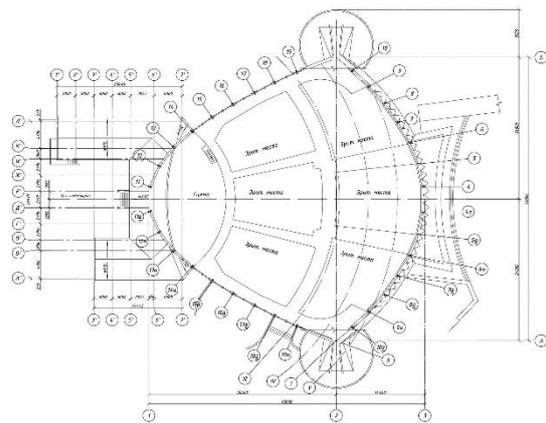


Рис. 2. План здания ККЗ «Украина»

В плане зал представляет собой площадь ограниченную двумя параболическими кривыми с общим основанием 48 м и стрелками 30,6 м и 14,4 м. Покрытие здания представляет собой поверхность гиперболического параболоида, ограниченную двумя параболическими кривыми. Покрытие выполнено в виде армоцементной оболочки совместно работающей с несущей системой из сетки высокопрочных вант, закрепленных на замкнутом опорном контуре.

Опорный контур состоит из двух наклонных пересекающихся монолитных железобетонных двухшарнирных арок параболического очертания. Одна арка имеет угол наклона к горизонту 12° и стрелку подъема 31,275 м, другая соответственно 45° и 26,365 м. Контур опирается на сборные железобетонные стойки. Основные фундаменты арок – полые железобетонные с засыпкой инертными материалами для пригрузки. Фундаменты контурных стоек под полой аркой (12°) – отдельно стоящие, под крутой аркой (45°) – ленточные.

Несущие ванты покрытия располагаются параллельно продольной оси здания, напрягающие – в перпендикулярном направлении. В качестве несущих вант покрытия использованы пучки из 16 параллельных проволок $\varnothing 5$ мм с обычными гильзовыми анкерами, которые крепятся к вынесенным из бетона арок металлическим ттягам. Нормативное сопротивление стали тросов составляет 17000 кг/см^2 . Напрягающие ванты – стальные, $\varnothing 9$ мм. Проектное натяжение напрягающих вант – 3,3 т. Предварительное натяжение произведено вытягиванием напрягающих вант.

Вертикальные составляющие усилия в вантах покрытия, передаваемые на контур, воспринимаются за счет собственного веса арки, а также якорными ттягами, закрепленными в фундаментах амфитеатра. Проектные усилия натяжения якорных тросов переменные – от 8 т до 18,5 т.

Покрытие здания выполнено из сборных армоцементных консольно-балочных плит размером 930×2020 мм, с желобами для несущих вант. Толщина плиты 25–28 мм. Омоноличивание стыков плит выполнено с помощью подвесной экранирующей опалубки на участках стыка. В местах швов внахлестку укладывались тканые сетки, выпущенные из плиты.

В 2015 году проведено комплексное обследование несущих и ограждающих конструкций покрытия здания киноконцертного зала (ККЗ) «Украина» в г. Харькове.

При выполнении работы изучены и проанализированы чертежи марки АР и КЖ проекта 40501-01 «Киноконцертный зал в саду им. Шевченко в г. Харькове», разработанного Харьковским Промстройпроектом, а также результаты предыдущих обследований [9 – 10].

Изначально проект здания ККЗ «Украина» предусматривал работу зала как сугубо летней постройки. В ходе эксплуатации были выполнены работы по утеплению ограждающих конструкций здания и строительства автономной котельной, что обеспечило возможность поддержания необходимого теплового режима в зимний период.

С введением в эксплуатацию в 1985 г второй линии метрополитена, тоннель которого проходит под частью фундаментов ККЗ «Украина», возникли дополнительные вибрационные воздействия на здание. Неравномерные осадки фундаментов стабилизировались в течение года.

В ходе обследования несущих и ограждающих конструкций здания сплошному визуальному обследованию были подвергнуты арки, контурные стойки, несущие и напрягающие ванты, плиты покрытия, кровля.

Выявлено, что арки и контурные стойки находятся в удовлетворительном техническом состоянии и не имеют дефектов и повреждений, снижающих их несущую способность.

Проведено вскрытие шести участков кровли размерами до $1,4 \times 1,3$ м. Схема расположения участков вскрытия кровли приведена на рис. 3. Состав кровельного пирога участка вскрытия № 3 представлен на рис. 4.

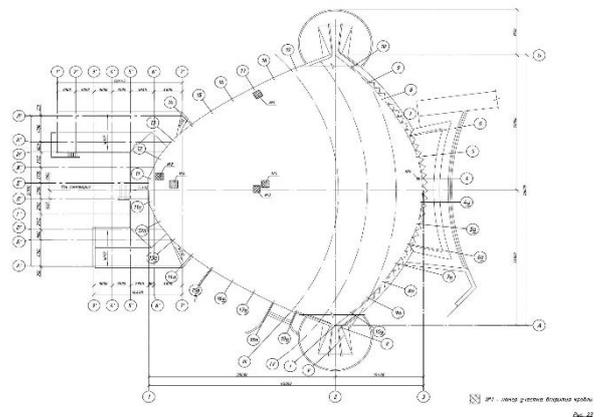
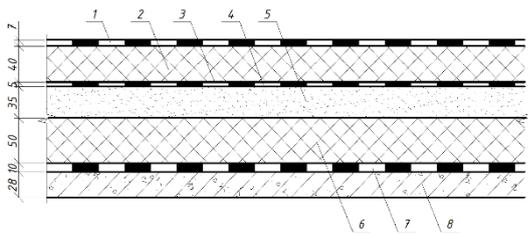


Рис. 3. Схема расположения участков вскрытия кровли



Рис. 4. Участок вскрытия кровли № 3. Состав кровельного пирога

Схема состава покрытия приведена на рис. 5.



1 - Рубероидный трехслойный ковер;
2 - Плита минераловатная; 3 - Пароизоляция, один слой пленки полиэтиленовой; 4 - Два слоя рубероида; 5 - Стяжка цементно-песчаная; 6 - Плитный пенополистирол; 7 - Четыре слоя рубероида; 8 - Армоцементная плита покрытия.

Рис. 5. Состав покрытия здания ККЗ «Украина»

Установлено, что утеплитель, стяжка, армоцементные плиты находятся в увлажненном состоянии вследствие конденсации атмосферной влаги и расположения точки росы внутри кровельного пирога.

Выполнен теплотехнический расчет в ходе которого выявлено, что сопротивление теплопередаче конструкции покрытия ККЗ «Украина» не удовлетворяет требованиям [11].

Армоцемент плит покрытия имеет естественный цвет и плотную мелкозернистую структуру. Прочность армоцемента плит покрытия определена неразрушающим ударно-импульсным методом с помощью измерителя прочности бетона «BetonProCONDTRON». Натурные испытания показали, что прочность армоцемента плит покрытия не ниже класса бетона по прочности на сжатие C12/15.

Положение несущих вант на участках вскрытия кровли определено с помощью измерителя защитного слоя бетона ИЗС-10Н – см. рис. 6. Установлено, что коррозионный износ несущих вант покрытия не превышает 5% – см. рис. 7.



Рис. 6. Определение положения несущих вант с помощью ИЗС-10Н



Рис. 7. Участок вскрытия кровли № 5. Несущие ванты покрытия

Выполнен поверочный расчет несущих вант покрытия как гибких нитей [12 – 13]. Несущие ванты состоят из 16 проволок диаметром $d=5\text{мм}$ по ГОСТ 7348-55 с нормативным сопротивлением $R_{sn}=1700\text{ кг/см}^2$. Предельное усилие, которое может быть воспринято пучком параллельных проволок составляет $N_{Rd} = 37,98\text{т}$. Максимальное усилие в главном тросе с учетом предварительного напряжения $N_{Ed}=33,6\text{ т}$. $N_{Ed} = 33,6\text{ т} \leq N_{Rd} = 37,98\text{ т}$. Поверочный расчет позволяет утверждать, что с учетом выявленного коррозионного износа несущая способность вантового покрытия обеспечена. При этом учтено предварительное натяжение вант на величину 15% от несущей способности. В исполнительной документации значение предварительного натяжения не указано.

В ходе выполнения работы по геодезическим измерениям прогибов покрытия ККЗ «Украина», см. рис. 8.

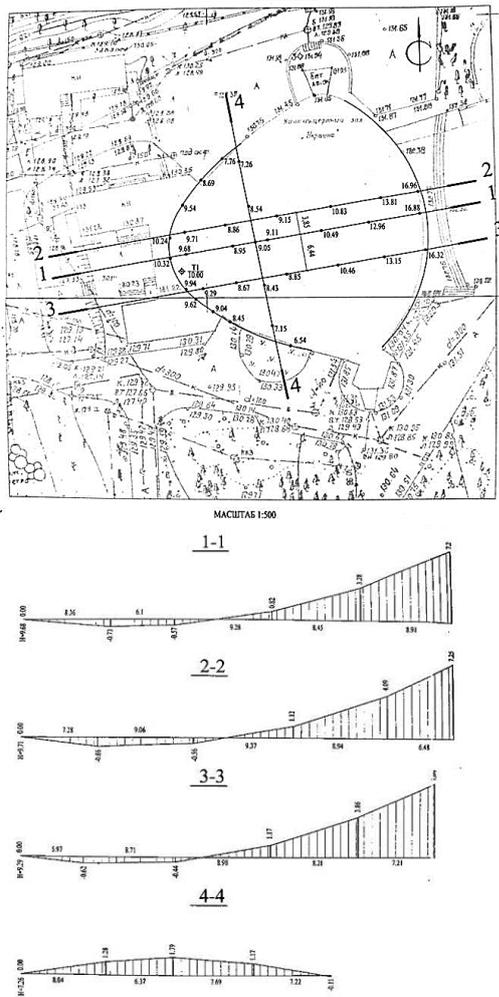


Рис. 8. Определение прогибов покрытия ККЗ «Украина»

Результаты исследования. На основании выполненных работ, включающих в себя сбор и анализ технической документации, натурные обследования, инструментальные исследования, контрольные замеры сечений конструкций, анализа выявленных в ходе обследования дефектов и повреждений несущих и ограждающих конструкций здания киноконцертного зала «Украина» установлено, что арки, контурные стойки, несущие и напрягающие ванты, плиты покрытия находятся в удовлетворительном состоянии (категория II), кровля здания находится в состоянии не пригодном к дальнейшей эксплуатации (категория III). Результаты обследования и рекомендации по обеспечению дальнейшей нормальной эксплуатации представлены в заключении о техническом состоянии [14].

Выводы из исследования и перспективы, дальнейшее развитие в данном направлении:

1. Кровля здания является неэффективной. Теплотехнические свойства кровли не соответствуют требованиям ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий».

2. Особенностью данного типа покрытия является то, что опорные контуры имеют большую изгибную жесткость, а висячее покрытие – весьма деформативно. Различные жесткости несущих конструкций покрытия приводят к разрушениям гидроизоляционного ковра в зоне сопряжения опорного контура и вантового покрытия и систематическому увлажнению кровельного пирога.

3. В ходе разработки проекта замены кровли необходимо предусмотреть устройство деформационного шва на границе опорного контура и висячего покрытия. При выборе типа кровли следует учесть ее разноуклонность.

4. В ходе эксплуатации здания возникли дополнительные вибрационные воздействия от метрополитена, тоннель которого проходит под частью фундаментов здания.

5. Отсутствуют систематические геодезические наблюдения состояния покрытия и опорного контура здания на стадии эксплуатации. Необходим мониторинг состояния покрытия и опорного контура здания.

6. Особенностью расчетов конструкций висячих покрытий является зависимость внутренних усилий от изменений геометрии и формы покрытия, а также учет предварительного напряжения, которое сообщает системе необходимую жесткость. Конструкция покрытия здания ККЗ «Украина» (система вант скрыта в теле армоцементной оболочки) не позволяет выполнять контроль усилий натяжения несущих и напрягающих высокопрочных вант на стадии эксплуатации, что существенно затрудняет оценку фактического напряженно-деформированного состояния покрытия.

7. Техническое состояние несущих конструкций здания ККЗ «Украина» удовлетворительное. Совместная работа армоцементной оболочки и несущей системы высокопрочных вант обеспечена.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кирсанов Н.М. Висячие покрытия / Н.М. Кирсанов; под общ.ред. Н.С. Стрелецкого. – М.: Стройиздат, 1968. – 25 с.
2. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции: учеб.пособие для вузов / Н.М. Кирсанов. – М.: Стройиздат, 1981. – 158 с.
3. Дмитриев Л.Г. Вантовые покрытия. Расчет и конструирование. – 2-е изд., перераб. и доп. / Л.Г. Дмитриев. – К.: Будівельник, 1974. – 272 с.
4. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции: учеб. пособие для вузов / А.Г. Трущев. – М.: Стройиздат, 1983. – 215 с.
5. Файбишенко В.К. Металлические конструкции: учеб.пособие для вузов / В.К. Файбишенко. – М.: Стройиздат, 1984. – 336 с.
6. Горев В.В. Металлические конструкции: в 3-х т. Т.2 / В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов, Б.И. Белый и др.; под ред. В.В. Горева. – М.: Высш. шк., 2004. – 528 с.
7. Федотов С.Д. Обследование вантового покрытия спортивного комплекса «Юбилейный» в г. Санкт-Петербург / С.Д. Федотов, А.В. Улыбин // Обследования зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: материалы VI научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 215 с.
8. Висячие покрытия. Труды совещания по исследованию и внедрению висячих покрытий / под ред. И.М. Рабиновича. – М.: Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. – 248 с.
9. Технический отчет об инженерно-геодезических работах по определению перемещений основных фундаментов киноконцертного зала «Украина» в г. Харькове. – Х.: Восточно-Украинский Государственный институт инженерно-технических изысканий «УКРВОСТОК-ГИИНТИЗ», 1987 г.
10. Отчет «Выполнение работ по выборочному предварительному обследованию несущих и ограждающих конструкций киноконцертного зала «Украина» в г. Харькове, разработка чертежей проекта производства работ, а так же сопутствующие строительные работы на выполнение этих работ». – Х.: КП Проектный и научно-исследовательский институт «Харьковский Промстройиниипроект», 1998 г.
11. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: МінбудУкраїни, 2006. – 70 с.
12. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов: учебник для вузов / Г.С. Писаренко, В.А. Агарев, А.Л. Квитка, В.Г. Попков, Э.С. Уманский; под ред. Г.С. Писаренко. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 696 с.
13. Городецкий А.С. Компьютерные модели конструкций / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К.: Факт, 2005 – 344 с.
14. Заключение о техническом состоянии несущих конструкций зала для зрителей здания киноконцертного зала «Украина», расположенного по адресу: г. Харьков, ул. Сумская, 35. Разработка технических решений и рекомендаций по обеспечению дальнейшей нормальной эксплуатации. – Х.: ХНУСА, 2015 г.