

Яровой С.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

**НАДЕЖНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРИГОДНОСТЬ
БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ПОКРЫТИЯ ДВОРЦА СПОРТА В ГОРОДЕ ХАРЬКОВЕ
ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В 60-тые – 80-тые годы XX столетия в городе Харькове были построены многие большепролетные общественные здания. Это здание киноконцертного зала «Украина» с уникальным вантовым покрытием в виде гиперболического параболоида, здания цирка на набережной реки Харьков и здание крытого рынка у станции метро «Героев труда» с вантовыми покрытиями, здание основного зала дворца спорта с большепролетными фермами покрытия у станции метро «Дворец спорта». Все эти здания выразительны в архитектурном плане и являются символами города Харькова.

Здания эксплуатируются на протяжении 40-лет и более. В этих общественных зданиях может находиться большое количество людей и обеспечение надежности и эксплуатационной пригодности после длительного срока эксплуатации является очень важной задачей.

Здание основного зала «Дворца спорта» сдано в эксплуатацию в 1977г. и построено по типовому проекту № 2С-09-35. В состав построенного «Дворца спорта» входили три ледовых зала – одна ледовая хоккейная площадка с трибунами на 4000мест, тренировочная хоккейная площадка и детская ледовая площадка. В последствие, основная ледовая площадка со зрительным залом была переоборудована в зал для проведения массовых мероприятий.

Основной зал для проведения массовых мероприятий - большепролетный зал, прямоугольной в плане формы, размерами 50.0x84.0м (рис. 1).

Зал перекрыт металлическими фермами (пролет L=50м) с двояковыпуклыми нижним и верхним поясами, типа Дебиа. Система решетки ферм - треугольная со стойками и шпренгелями.



Рис. 1. Общий вид дворца спорта.

Металлические фермы установлены на оголовки сборных железобетонных колонн. Шаг колонн 6.0м, сечение – 400x600мм. Колонны жестко заземлены в монолитные железобетонные фундаменты столбчатого типа.

Верхние и нижние пояса металлических ферм изготовлены из парных уголков 200x20, раскосы – из парных уголков 90x8 и 125x10, стойки – из парных уголков 90x8 и 125x10 (рис. 2).

Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость шатра покрытия обеспечивается горизонтальными поперечными связями по верхним поясам ферм в крайних осях, четырьмя горизонтальными продольными связями по верхним поясам ферм, горизонтальными поперечными связями по нижним поясам ферм в крайних осях, двумя рядами распорок по нижним поясам ферм, вертикальными связями между фермами крайних осях.

Горизонтальные поперечные и продольные крестовые связи по нижним и по верхним поясам ферм изготовлены из одиночных уголков 90x8, распорки – из парных уголков 90x8. Нижний и верхний пояса вертикальных связей между фермами изготовлены из парных неравнополочных

уголков 125x80x10, раскосы – из одинарных уголков 125x10.



Рис. 2. Общий металлических ферм покрытия.

Между фермами устроены проходные площадки для обслуживания инженерных коммуникаций.

Покрытие зала выполнено из асбестоцементных утепленных плит длиной 2250мм, толщиной 120мм по ГОСТ7285-71, уложенных на металлические прогоны, изготовленные из двутавра №22. Снизу асбестоцементные плиты утеплены минераловатными плитами. Минераловатные плиты опираются на металлическую сетку ячейкой 200x200мм из арматуры диаметром 4мм. Металлическая сетка приварена к прогонам покрытия. Между минераловатными плитами и металлической сеткой уложена стеклоткань.

Первоначально по асбестоцементным плитам был устроен гидроизоляционный ковер. В процессе эксплуатации и ремонта кровли сверху наклеивались новые слои гидроизоляционного ковра и на момент обследования их выявлено 11 слоев. 10 лет тому назад сверху по гидроизоляционному ковра уложены металлические балки и закреплен металлический профилированный настил. В уровне ендов и водоприемных воронок сверху гидроизоляционного ковра уложена металлическая кровельная сталь.

При визуальном и инструментальном обследовании были освидетельствованы металлические стропильные фермы покрытия, металлические горизонтальные и вертикальные связи по покрытию и рас-

порки, асбестоцементные плиты покрытия, гидроизоляционный ковер покрытия и оцинкованный профилированный настил.

При визуальном обследовании определялись следующие характеристики:

- наличие дефектов и повреждений в металлических стропильных фермах покрытия, горизонтальных и вертикальных связях по покрытию и распорках, в асбестоцементных плитах покрытия, в рулонном ковре кровли;

- сверхнормативные прогибы металлических стропильных ферм и плит покрытия.

При инструментальном обследовании определялись следующие характеристики:

- сечения элементов металлических конструкций;

- прочность асбестоцементных плит покрытия;

- качество сварных швов, прогибы, потери общей и местной устойчивости, погиби, коррозионный износ металлических конструкций покрытия.

Фактическая прочность асбестоцементных плит определялась ударно-импульсным методом прибором ОНИКС-2.53 и составила – 7.1-8.2 МПа (марка М75).

Качество сварных швов соединения элементов ферм по длине и в узлах ферм – удовлетворительное. Потеря устойчивости сжатых элементов ферм отсутствует. Сверхнормативные прогибы стропильных ферм отсутствуют.

Коррозионный износ элементов металлических конструкций ферм покрытия практически отсутствует; в местах протечек кровли (возле воронок) выявлена поверхностная коррозия элементов металлических ферм.

Видимых дефектов и повреждений в асбестоцементных плитах покрытия не выявлено.

В результате визуального и инструментального обследования выявлены следующие дефекты и повреждения в металлических стропильных фермах и связях по покрытию: местные погиби стоек и раскосов ферм длиной до 150 мм и высотой до 30мм (рис. 3.а); разрушение защитного

лакокрасочного покриття покриття на елементах металічної ферми, поверхню корозія елементів (рис. 3, б); відсутність огнезащита металічних ферм (рис. 3, а і 3, б Приложення 5).

а)



б)



Рис. 3. Дефекти і пошкодження металічних ферм: а) - місцна прогибь раскоса ферми; б) поверхню корозія елементів ферм.

При обстеженні мінераловатного утеплювача і склоткани на нижній поверхні асбестоцементних плит були виявлені численні сліди протічків на поверхні (рис. 4, а), на ділянках навколо водоприймачів воронки мінераловатні плити знищені (рис. 4, б).

При обстеженні даху були виявлені численні дефекти і пошкодження, основними з яких – наклепка поверх друга друга 11 шарів гідроізоляційного ковпа, нижні шари і мастика повністю знищені (рис. 5, а); недостатній нахлест профілюваних листів даху друг на друга (50мм), сусідні листи між собою з'єднані одним або двома саморезами (рис. 5, б).

а)



б)



Рис. 4. Дефекти і пошкодження утеплювача і склоткани: а) - місцна погибь раскоса ферми; б) поверхню корозія елементів ферм.

Як видно з результатів обстеження в нинішній час, незважаючи на численні ремонти, відбувається інтенсивне протікання даху.

Технічними службами «Дворца спорта» було запропоновано варіант пристроювання на покритті резинобітумної мембрани.

Від вітрового відриву мембрана звичайно кріпиться до конструкцій покриття за допомогою анкерів, встановлених з розрахунковим кроком в шаховому порядку. В результаті випробувань було встановлено, що існуючі асбестоцементні плити не здатні витримувати навантаження від вітру. Замовником було запропоновано варіант пристроювання поверх існуючої асбестоцементної плити монолітної залізобетонної плити товщиною 50мм і кріплення до неї мембрани анкерами.

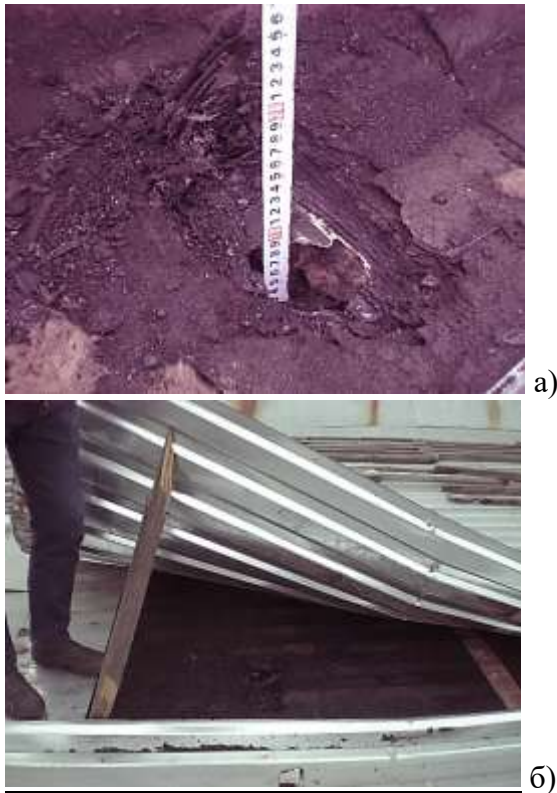


Рис. 5. Дефекты и повреждения гидроизоляционного ковра и металлических профлистов по гидроизоляционному ковру: а) – гидроизоляционный ковер насчитывает 11 слоев рубероида, нижние слои и мастика полностью разрушены; б) поверхностная коррозия элементов ферм.

С учетом фактического технического состояния и действующих нагрузок на момент обследования был проведен расчет ферм покрытия основного зала для прове-

дения массовых мероприятий Дворца спорта. При выполнении расчета использованы действующие нормативные документы Украины, программно-вычислительный комплекс StructureCAD «Интегрированная система анализа конструкций», версия 11.5.

Было выполнено два варианта расчета:

1. расчет ферм покрытия с учетом фактического технического состояния и действующих нагрузок на момент обследования;
2. расчет ферм покрытия с учетом фактического состояния и действующих нагрузок с учетом устройства монолитной железобетонной плиты и мембранного покрытия по асбестоцементным плитам.

В результате проверочных расчетов ферм покрытия основного зала для проведения массовых мероприятий на действующие нагрузки с учетом фактического технического состояния ферм покрытия (вариант 1) установлено, что несущая способность ферм покрытия обеспечена (рис. 6).

По результатам проверочных расчетов ферм покрытия по 2-му варианту было установлено, что несущей способности ферм покрытия Дворца спорта не достаточно (рис. 7). Напряжения в верхнем поясе фермы покрытия превышают расчетное сопротивление металла на 13%, а напряжения нижнем поясе фермы покрытия достигают расчетное сопротивление.

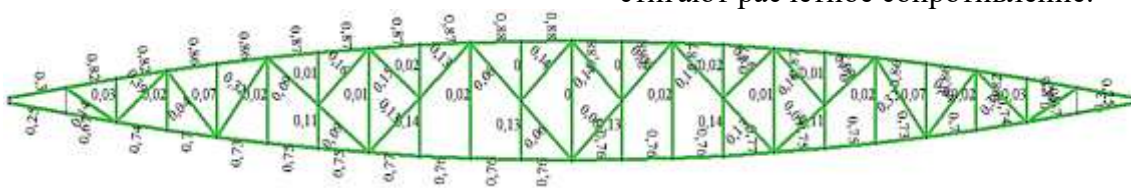


Рис. 6. Уровень напряжений в элементах фермы при 1-м варианте нагружения.

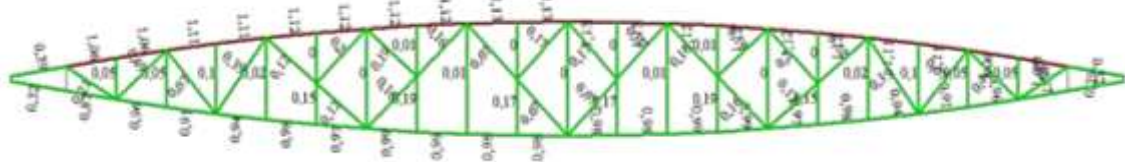


Рис. 7. Уровень напряжений в элементах фермы при 2-м варианте нагружения.

На основании визуального и инструментального обследований, проверочных расчетов была дана оценка технического состояния строительных конструкций покрытия основного зала для проведения массовых мероприятий «Дворца спорта».

Оценивая техническое состояние строительных конструкций покрытия основного зала для проведения массовых мероприятий Дворца спорта были сделаны выводы, о том что:

1. Металлические фермы покрытия, горизонтальные и вертикальные связи и распорки имеют незначительные дефекты и повреждения и находятся в удовлетворительном техническом состоянии (категория II).

2. Асбестоцементные плиты покрытия имеют незначительные дефекты и повреждения и находятся в удовлетворительном техническом состоянии (категория II).

3. Гидроизоляционный рулонный ковер покрытия имеет большое количество полуразрушенных слоев рубероида и мастики, значительного количества протечек и находится в непригодном для нормальной эксплуатации состоянии (категория III). Также, в непригодном для нормальной эксплуатации состоянии (категория III) находится металлический профилированный настил и металлические листы кровли, уложенные сверху гидроизоляционного ковра.

4. Минераловатный утеплитель и ткань на нижней поверхности асбестоцементных плит вокруг на большей части покрытия утратили свои теплотехнические свойства и находится в непригодном для нормальной эксплуатации состоянии (категория III).

Для приведения строительных конструкций покрытия основного зала для проведения массовых в нормальное техническое состояние необходимо выполнить следующие работы по ремонту:

- усилить стойки и раскосы металлических ферм в местах местных погибей при помощи приварки накладок;

- очистить поверхность металлической фермы от продуктов коррозии и выполнить защиту металлоконструкций от коррозии;

- демонтировать металлическую сетку, существующий минераловатный утеплитель и стеклоткань снизу асбестоцементных плит и устроить новый минераловатный утеплитель, стеклоткань и металлическую сетку.

- демонтировать металлический профилированный лист на покрытии, демонтировать все существующие слои гидроизоляционного ковра, очистить поверхность асбестоцементных плит, устроить цементную стяжку и гидроизоляционный ковер из современных материалов.

Результаты обследования технического состояния и проверочный расчет строительных конструкций большепролетного покрытия основного зала «Дворца спорта» в г. Харькове позволяют сделать вывод о надежности и эксплуатационной пригодности большепролетного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ДБН В.2.6-163.2010 Сталеві конструкції. Норми проектування.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження та впливи. Норми проектування.
3. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Требования проектирования.
4. СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций от коррозии
5. «Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений». Киев, 2003.
6. Металлические конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов / Г.С. Ведеников, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др.; Под ред. Г.С. Веденикова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1998. – 760 с.
7. Мельников Н.П. Металлические конструкции. Современное состояние и перспективы развития. / Н.П. Мельников М.: Стройиздат, 1983. – 544 с.
8. Яровий С.М. Вичерпання несучої здатності металевих ферм пролітних конструкцій транспортерної галереї вугледігтовочного цеху ПАТ «Алчевський металургійний завод» після тривалого терміну експлуатації в умовах сильно агресивного середовища. Зб. наукових праць «Науковий вісник будівництва». - Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. - № 1(83).– С.72-76.
9. EN 1991-1-4. Eurocode 1: Action on structures – Part 1-4 General actions – Wind action. –Brussels: CEN, 2002.
10. Steel Structures Design. USA: New Factor Publication. Williams A. 2010.