УДК 624.014

## Проектирование и реконструкция спортивных арен различного назначения 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.** Викладені особливості проектування та реконструкції трибун і піддашків стадіону «Металіст» і критих тенісних кортів «Унікорт» у м.Харків, запроектованих кафедрою МДК ХДТУБА і споруджених БМУ-127 тресту «Стальконструкція».

**Аннотация.** Изложены особенности проектирования и реконструкции трибун и козырьков стадиона «Металлист» и крытых теннисных кортов «Уникорт» в г. Харькове, запроектированных кафедрой МДК ХГТУСА и сооружённых СМУ-127 треста «Стальконструкция».

**Abstract.** The article describes the features of the design and reconstruction of stands and canopies of the stadium «Metalist» and indoor tennis courts, «Unicourt» in Kharkov, designed with a so-workers at MWK department of KSTUCA and constructed by SMU 127 of trust «Stalkonstruktsia».

Ключевые слова: реконструкция, стадион, трибуны, покрытие, исследование.

Основная часть. Основным спортивным сооружением г. Харькова является стадион «Металлист», на котором в 2012 г. будет проходить финальный турнир чемпионата Европы по футболу. Опыт стран, организующих подобные форумы, показывает, что имеются фактически два пути подготовки спортивных футбольных арен: реконструкция существующих и строительство новых. Большинство стадионов старой постройки дополнительно оснащены легкоатлетическими дорожками и секторами, что существенно отодвигает футбольное поле от зрителей («Лужники» в г. Москве, «Динамо» им. Лобановского в г. Киеве и другие главные олимпийские арены). Новые стадионы, как правило, являются чисто футбольными (Донецк, Днепропетровск, большая часть английских, французских и немецких стадионов). Для удобства зрителей все трибуны должны быть защищены от атмосферных осадков. По требованиям УЕФА козырьки трибун должны перекрывать все ряды, от нижних до верхних.

Строительство нового стадиона — это дорогостоящий проект, требующий не только финансирования на проектирование, изготовление и возведение, но и затрат на отвод земельных участков, создание транспортной связи и инфраструктуры. Выиграв тендер на проведение EBPO-2012, руководство клуба и города приняло решение о реконструкции стадиона, полностью полагаясь на харьковские интеллектуально-технические и производствен-

ные возможности. Харьков практически единственный из городов, принимающих ЕВРО, выполнил реконструкцию стадиона без привлечения зарубежных специалистов.

Стадион «Металлист», который несколько раз переименовывался в зависимости от переподчинения его различным организациям, эксплуатируется с начала 50-х годов прошлого столетия. Несущие конструкции трибун стадиона первоначально были выполнены в железобетонном варианте и вмещали около 10000 зрителей. В процессе реконструкции на усиленные существующие железобетонные колонны западной и северной трибун были установлены нижние опорные части стальных подтрибунных ферм, а верхние с консольными частями опирались на высокие стальные колонны, выполненные из двух швеллеров. Несколько позднее трибуны были оборудованы стальными козырьками, а также осветительными мачтами (рис. 1). Таким образом, западная и северная трибуны по статической схеме представляют собой рамную систему, включающую в себя в качестве наклонных ригелей подтрибунные фермы и фермы козырька, а также стальные и железобетонные разновысокие стойки. В процессе обследования выяснилось, что оси стальных и железобетонных колонн не всегда совпадают. В связи с этим по ряду осей по стальным колоннам были устроены перекидные балки, выполненные из двух двутавров № 45 с раздвижкой 400 мм, соединенных с помощью планок по верхним и нижним их полкам. Подробное описание подтрибунных ферм и козырьков приведено в [9]. ХГТУСА за последние десять лет провел три обследования состояния трибун стадиона. Второе обследование (2006 г.) имело целью оценить эксплуатационную надежность козырьков южной трибуны, которая долгое время была законсервирована и не эксплуатировалась. Помимо целого ряда конструктивных недостатков возникла необходимость пересчета несущих конструкций с учетом новых норм по нагрузкам и возлействиям.

Третье обследования (2008 г.) должно было определить направление реконструкции западной и северной трибун. В соответствии с требованиями УЕФА вылет козырька покрытия должен быть примерно на 10 м больше существующего. Расчетная проверка элементов существующего козырька показала, что на новые снеговые и ветровые нагрузки отдельные его элементы не обеспечивают несущую способность по обоим предельным состояниям. Это, в первую очередь касается прогонов, а также некоторых панелей поясов и опорных стоек козырьков. Таким образом, наращивание стальных ферм козырьков исключалось. При варианте замены козырьков на новые необходимого вылета подтрибунные фермы не отвечают современным прочностным проверкам. В связи с этим было принято решение об устройстве козырьков на автономных выносных стойках, не

связанных с подтрибунными фермами. В процессе проектирования выполненного харьковским подразделением «УкрПСК», рассматривались четыре основных варианта с выносными колоннами: балочный, оболочечный, на гибких и жестких вантах. Варьирование осуществлялась с учетом следующих критериев: расход материала, стоимость изготовления и монтажа. При этом основным требованием к монтажу новых козырьков является непрекращение функционирования стадиона на время его реконструкции, а также сохранение существующего газона футбольного поля. Аналогичное решение было принято при реконструкции в 2004 г. стадиона «Боруссия-парк».



Рис. 1. Общий вид западной и южной трибун стадиона до реконструкции

В процессе реконструкции и переоборудования западной трибуны после частичного удаления консолей ферм в зоне VIP-ложи были осуществлены испытания образцов, изъятых из элементов поясов ферм, решетки и фасонок. В архиве стадиона сохранился сертификат стали завода-изготовителя конструкций (Донецкий ЗМК), в котором приведен ее общий расход, а также указаны без распределения по элементам использованные марки ВМст3 с, пс, кп., а также сталь 10Г2С1. Как выяснилось после лабораторных испытаний образцов, низколегированная сталь предназначалась для поясов ферм, полуспокойная сталь — для элементов решетки, спокойная — для фасонок, а кипящая — для элементов связей.

**Результаты обследования и поверочные расчеты.** Обследование металлических конструкций западной и северной трибун производилось сотрудниками кафедры металлических и деревянных конструкций XГТУСА в августе-декабре 2008 года.

Модернизация центральной VIP-ложи западной трибуны (оси 9-18) потребовала не только локальных изменений конструктивных схем, таких как

удаление консольных частей у ряда ферм, локальное усиление поясов, но и изменения в связи с этим системы связей. Разработаны несколько вариантов изменения системы связей по верхним и нижним поясам подтрибунных ферм, а также ряд усилений. Один из предложенных вариантов был принят монтажниками как наиболее удобный с точки зрения проведения реконструкционных работ. Кроме того, на обеих трибунах были произведены необходимые усиления отдельных элементов, разработанные ХГТУСА.

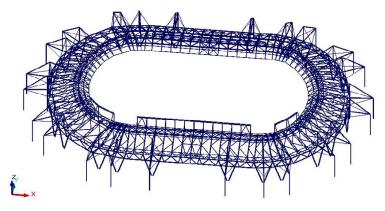


Рис. 2. Пространственная расчётная схема выносного козырька

Параллельно с обследованием была произведена проверка несущей способности всех стальных элементов трибун как на принятые проектировщиками расчетные нагрузки [1], так и на новые нагрузки и воздействия [2], введенные в нашей стране с 01.01.2007 г. Конструктивные элементы ферм западной трибуны рассчитаны в основной программе РК СКАД на следующие расчетные комбинации: а) собственный вес + полезная нагрузка по всей ферме; б) собственный вес + полезная нагрузка на консоли; в) собственный вес + полезная нагрузка между опорами фермы [1]. Данные по результатам расчета на собственный вес, снег, ветер сверху и ветер снизу, а также комбинации усилий и расчётная схема приведены в [9]. Учитывая скопление болельщиков во время топ матчей, в расчетные нагрузки дополнительно введен динамический коэффициент, равный 1,2. Несколько позднее был осуществлен динамический расчет западной трибуны, подтвердивший надежность несущей способности. Осуществлена экспертиза нескольких наиболее ответственных стержней с учетом развития коррозионных процессов. Проектирование элементов выносного козырька, как уже указывалось, было осуществлено харьковским комплексным отделением УкрПСК (директор Ю.И. Терещенко). Расчетная схема представлена на рис. 2, а общий вид стадиона «Металлист» после уже завершённой реконструкции – на рис. 3.





Рис. 3. Общий вид стадиона после реконструкции

Вторым объектом, запроектированным сотрудниками кафедры МДК ХГТУСА, было здание одного из лучших в настоящее время теннисных клубов страны «УНИКОРТ», сооруженного на территории Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина (рис. 4). Первоначально здание планировалось выполнить одноэтажным, с двумя крытыми кортами, а в качестве собственно клуба использовать одноэтажную пристройку для администрации кортов. После долгих дебатов было принято решение использовать в качестве несущей конструкции стальную двухэтажную двухпролетную раму со сварными стойками сплошного сечения, на которые установлены традиционно решенные стальные фермы пролетом 24 м (рис. 4).





Рис. 4. Торцевой фасад и внутренний интерьер крытых кортов клуба «УНИКОРТ»

Некоторые сложности возникли из-за первоначального решения постройки одноэтажных кортов, в связи с чем площадка на нулевом цикле была оборудована ленточными фундаментами. После локального увеличения высоты цоколя в местах установки колонн монтаж был осуществлен быстро и качественно. При этом на первом этаже разместились четыре тренировочных корта, а на втором этаже два соревновательных корта с высотой до низа стропильных ферм, равной 9 м, что позволяет проводить на них соревнования самого высокого уровня вплоть до розыгрыша международных кубков (рис. 4). Открытые корты оборудованы трибунами, вместимостью около тысячи зрителей, построенными также при участии ХГТУСА. В северной торцевой части здания на первом этаже размещаются душевые, туалеты и раздевалки, а на втором этаже непосредственно теннисный клуб с кафе и музеем истории развития украинского и мирового тенниса.

## Выводы

Фермы трибун стадиона «Металлист» эксплуатируются более сорока лет. За истекший период они неоднократно осматривались, переоборудовались и ремонтировались. Использование стадиона в рамках ЕВРО-2012 и превращение его в «евроарену» возможно только после реконструкции. В результате проведенных работ (обследования, поверочных расчетов, аннализа конструктивных решений, системы связей и анализа дефектов) установлено, что подтрибунные фермы западной трибуны в целом находятся в удовлетворительном состоянии. Отдельные ремонтно-восстановительные работы связаны, в первую очередь, с некоторыми конструктивными недостатками, во вторую, с проводимыми в прошлые годы не совсем удачными ремонтными работами, а в третью очередь - с нарушением отдельных эксплуатационных требований. Принятое решение по замене существующего козырька покрытия новым представляется наиболее разумным. Покрытие, вынесенное за пределы трибун, существенно (на 40 % – 50 %) снижает нагрузки на фермы западной трибуны. Устройство новой четырехэтажной VIP-ложи позволяет разместить в ней административные помещения клуба, раздевалки, судейскую комнату и прочие вспомогательные помещения. Срезка консольных частей подтрибунных ферм в этой зоне вызывает перераспределение усилий в элементах фермы в большую сторону и некоторое снижение запаса общей несущей способности, но при этом не требует дополнительного усиления ферм и их элементов, за исключением минимального количества мест усилений опасных зон. Кроме того, даже при условии отведения части западной трибуны под VIP-ложи (рис. 3) для работы журналистов с оборудованием специальными столиками вместимость трибун стадиона составляет около 42 тысяч зрителей.

Здание клуба «УНИКОРТ» постоянно обследуется сотрудниками кафедры МДК, то есть осуществляется сопровождение объекта. За последние годы по рекомендации ХГТУСА были заменены витражи второго этажа, оборудованы дополнительные трибуны, произведена реконструкция ряда клубных помещений.

## Литература

- [1] СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия.
- [2] ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування.
- [3] СНиП 11-23-81 Стальные конструкции. Нормы проектирования.
- [4] ДБН А. 2.2-3-97 Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации для строительства. К., 1997.
- [5] «УкрНИИпроектстальконструкция» Материалы обследования западной и северной трибун стадиона «Металлист», альбомы обследований. 1989, 1999, 2000 гг.
- [6] ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій будівель та споруд. К., 1995 р., 46 с.
- [7] Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Т1-3. М. 1999 2000 гг.
- [8] Металлические конструкции / Под ред. проф. Горева В.В. Т1-3. М. 1999 2000 гг.
- [9] Фурсов В.В., Кошмай Н.Д., Васильев А.Ю. Реконструкция стадиона «Металлист» в г. Харькове. // Сб. Современные металлические и деревянные конструкции. Брест., 2009 С. 342 348.

Надійшла до редколегії 05.07.2010 р.