

УДК 624.014

Реконструкція Західної трибуни стадіона «Металіст» в г. Харків

¹Фурсов В.В., д.т.н., ¹Кошмай Н.Д., к.т.н., ¹Ковлев Н.Н., аспірант,
¹Васильев А.Ю., аспірант, ²Евель С.М.

¹Харківський державний технічний університет
строительства и архитектуры, Украина,
²СМУ-127 треста «Стальконструкция», Украина

Анотація. Харківський стадіон «Металіст» – один із претендентів на проведення футбольних матчів Євро 2012, експлуатується з початку 50-х років минулого сторіччя. Оскільки стадіон не тільки не відповідав сучасним спортивним аренам, але і не забезпечував по окремих конструктивних елементах міцнісних і деформаційних вимог нових норм, було ухвалено рішення про його реконструкцію. В процесі реконструкції сталеві козирки, що закривали тільки частину глядацьких місць, були замінені на нові, які закривають всі ряди трибун від атмосферних дій. Нові козирки, встановлені за допомогою жорстких вант на виносні колони, істотно розвантажили підтрибунні ферми і забезпечили їх подальшу нормальну експлуатацію. У статті наведені результати обстежень трибун стадіону, що були проведені в 2006-2008 рр., а також розглянуті деякі питання щодо його реконструкції, яка в даний час успішно завершується.

Аннотация. Харьковский стадион «Металлист» – один из претендентов на проведение футбольных матчей Евро 2012, эксплуатируется с начала 50-х годов прошлого столетия. Поскольку стадион не только не соответствовал современным спортивным аренам, но и не обеспечивал по отдельным конструктивным элементам прочностных и деформационных требований новых норм, было принято решение о его реконструкции. В процессе реконструкции стальные козырьки, закрывавшие только часть зрительских мест, были заменены на новые, закрывающие все ряды трибун от атмосферных воздействий. Новые козырьки, установленные с помощью жестких вант на выносные колонны, существенно разгрузили подтрибунные фермы и обеспечили их дальнейшую нормальную эксплуатацию. В статье приведены результаты обследования трибун стадиона, проведенные в 2006-2008 гг., а также рассмотрены некоторые вопросы по его реконструкции, которая в настоящее время успешно завершается.

Abstract. The stadium «Metallist», located in city Kharkov, is among the main pretenders for holding football matches Euro 2012. The stadium is in operation since the beginning of 50-th years of the last century. As far as the stadium was not able to meet requirements as to modern sporting facilities, as well as could not provide some structural elements with respect of strength and deformation characteristics and taking into consideration new norms a decision about its reconstruction has been taken. In the course of reconstruction the steel visors, covering only part of spectators' audience were removed and replaced for new systems, covering all stands at the stadium with protection against atmospheric effects. New visors, arranged at outstanding columns with the use of rigid cables helped to unload under-stand trusses and to assure their normal service. The paper contains results of investigation of the stadium stands, performed during 2006-2008. Some problems related with stadium rehabilitation process which is in progress at present were under consideration also.

Ключевые слова: стальные конструкции, дефекты, реконструкция, обследование, усиление, подтрибунные фермы, жесткие ванты.

Основная часть. Стадион эксплуатируется с начала 50-х годов прошлого столетия. Несущие конструкции его трибун первоначально были выполнены в железобетонном варианте и вмещали около 10000 зрителей. После переподчинения заводу им. Малышева стадион получил новое название и был реконструирован. В процессе реконструкции на усиленные существующие железобетонные колонны Западной и Северной трибун были установлены стальные подтрибунные фермы с консолями, которые несколько позднее были оборудованы стальными козырьками (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид Западной и Северной трибун стадиона на момент обследования

По требованиям УЕФА козырьки трибун должны перекрывать все ряды, от нижних до верхних. В соответствии с ними вылет козырька покрытия должен быть примерно на 10 м больше существующего. Расчетная проверка элементов существующего козырька на новые снеговые нагрузки показала, что 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 их исключается. При варианте замены консолей 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 рассматривались три основных варианта с выносными колоннами: оболочечный, на гибких и жестких вантах. Варьирование осуществлялось с учетом следующих критериев: расход материала, стоимость изготовления и мон-

тажа. При этом основным требованиям к монтажу новых козырьков является не прекращение функционирования стадиона на время его реконструкции. Наиболее близким аналогом при принятии окончательного решения является реконструированный в 2004 г. стадион «Боруссия-парк». В настоящее время силами СМУ-127 треста «Стальконструкция» закончена реконструкция Восточной трибуны, демонтированы старые козырьки и практически завершено устройство по всему стадиону нового покрытия на жестких вантах. Общий вид макета реконструкции стадиона показан на рис. 2.



Рис. 2. Макет стадиона после реконструкции с VIP-ложей на Западной трибуне

Западная трибуна по статической схеме представляет собой рамную систему, включающую в себя в качестве наклонных ригелей подтрибунные фермы и фермы козырька, а также стальные и железобетонные разновысокие стойки. Расстояние между колоннами составляет 10,4 м. Поперечный разрез Западной трибуны представлен на рис. 3. Неизменяемость элементов рамы обеспечивается системой скатных и вертикальных связей. Западная трибуна имеет прямоугольный план. Общая протяженность трибуны составляет около 100 м. Шаг ферм нерегулярный и колеблется от 4,31 м до 5,68 м. В процессе реконструкции 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 швеллеров № 45 с раздвижкой 400 мм, соединенных с помощью планок по верхним и нижним их полкам. Верхний пояс ферм Западной трибуны выполнен из двух уголков тавром 125x14 мм, а нижний пояс – из уголков 100x12 мм. Элементы решетки ферм состоят из раскосов – уголки тавром 80x8 и стоек – уголки тавром 50x5. В процессе реконструкции и переоборудования Западной трибуны после частичного удаления консолей в зоне VIP-ложи (рис. 4) были осуществлены испытания образцов, изъятых из элементов поясов ферм, решетки и фасонки. 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 ВМстЗ 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 фасонки, а кипящая – для элементов связей.

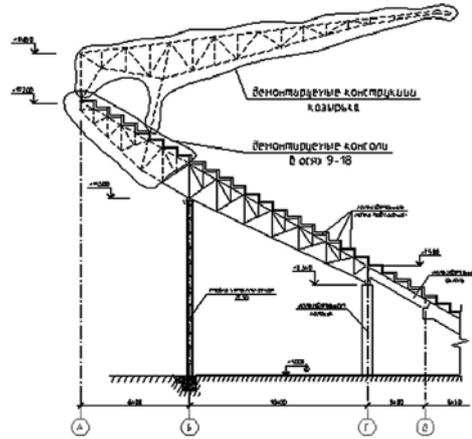


Рис. 3. Поперечный разрез Западной трибуны

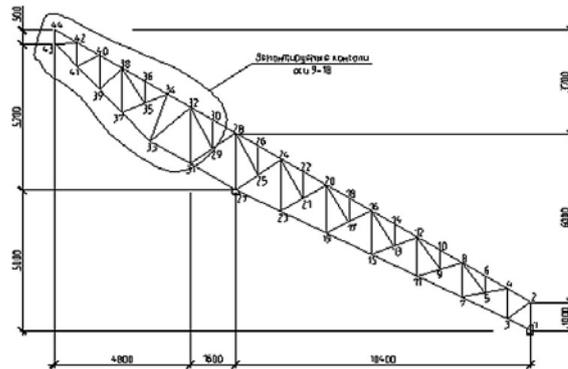


Рис. 4. Реконструкция Западной трибуны после частичного удаления консолей в зоне VIP-ложи

На подтрибунные фермы сверху установлены железобетонные лотки (толщиной 80 мм, шириной 780 мм, с длиной, равной шагу ферм), снабженные закладными деталями, соединенными на сварке со стальными столиками Z-образной формы, приваренные к верхним поясам ферм и оборудованные снаружи стальным крепежом и пластиковыми сидениями. Устройство шпренгелей призвано исключить внеузловую нагрузку от лотков на фермы, вызывающую в верхних поясах напряжения изгиба.



Рис. 5. Общий вид Западной трибуны на момент реконструкции (апрель 2009). Старая VIP-ложа демонтирована

Результаты обследования и поверочные расчеты. Обследование металлических конструкций Западной и Северной трибун производилось сотрудниками кафедры металлических и деревянных конструкций ХГТУСА в августе-декабре 2008 г. До этого в 2006 г. была обследована Южная трибуна. Проводилась фотосъемка, выборочные обмеры сечений, устанавливалось фактическое расположение связей по покрытию и стойкам, а также оценивалось состояние опорных и наиболее нагруженных промежуточных узлов. В отчетах [5] приведен полный расчет по старым нормам [1] всей системы трибуны с учетом козырька, где представлен также расчет всех сварных швов и соединений. Анализ этих расчетов, а также наших, произведенных с использованием расчетно-теоретического комплекса «SCAD», показал, что при учете новых, увеличенных более чем в 1,5 раза снеговых нагрузок, принятых по [2], отдельные элементы ферм имеют напряжения, значительно превышающие расчетные сопротивления. В случае сохранения козырьков и использования снеговой нагрузки согласно новому ДБН [2] несущая способность подтрибунных ферм не обеспечивается. Положение усугубляется еще и тем, что в ряде мест стальные элементы усиления железобетонных лотков для устройства сидений располагаются между узлами верхнего пояса, что вызывает появление дополнительных изгибающих моментов. Нижние пояса ферм Западной трибуны открыты для осмотра и проветривания и представляют собой в сущности обычные чердачные помещения. В процессе обследования обнаружен ряд дефектов, которые можно сгруппировать по следующим признакам:

- нарушение работы связевых элементов (деформации и погиби, разрушение креплений отдельных растяжек, постановка связей на один болт);
- в монтажных узлах ряда ферм сварные швы имеются не по всей длине накладок;

- по трем осям отмечена местная потеря устойчивости опорных ребер в нижних опорных узлах ферм, а также в ряде шпренгельных элементов (рис. 6);
- существенное развитие коррозионных процессов в зоне над душевыми и парной.



Рис. 6. Потеря устойчивости шпренгеля и упорного двутавра

Модернизация центральной VIP-ложи Западной трибуны требует 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. Разработано несколько вариантов изменения системы связей по верхним и нижним поясам подтрибунных ферм, а также ряд усилений.

Параллельно с обследованием осуществлялась 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 ПК «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 снизу, комбинации усилий и расчётная схема [2] приведены в табл. 1 и 2 и на рис. 4. Учитывая количество болельщиков во время топ-матчей, в расчетные нагрузки дополнительно введен динамический коэффициент, равный 1,2. Несколько позднее был осуществлен динамический расчет Западной трибуны, подтвердивший обеспеченность несущей способности. Осуществлена экспертиза нескольких наиболее ответственных стержней с учетом развития коррозионных процессов.

Таблиця 1

Усилия и напряжения в наиболее нагруженных элементах подтрибунной фермы (Западная трибуна оси 1-8;19-26) с консолью

Элем. фермы	Стержень по докум. 7911КМ УКРНИИ-ПСК	Расчетное усилие		Сечение (профиль)	Площадь сечения, см ²	Гибкость		W _{y,c} м ³	φ	σ, т/см ²
		N, т	M, т-м			λ _x	λ _y			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВП	28-26	79,52	-	2 L125x14	66,8	-	-	-	-	1,32
	8-10	-41,98	0,95	2L125x14	66,8	24	16	108	0,94	1,783
НП	27-31	-77,69	-	2L125x14	66,8	49	61	-	0,80	1,615
Раскосы	28-29	-42,69	0,21	2 L100x12	45,6	33	44	59	0,87	1,65
	32-33	29,56	-	2 L100x12	45,6	-	-	-	-	0,72
	25-27	-34,77	-	2 L80x8	24,6	39	52	-	0,84	1,87
Стойки	27-28	-52,92	-	2 L100x12	45,6	42	53	-	0,83	1,553
	31-32	-39,82	-	2 L100x12	45,6	57	47	-	0,81	1,20
	1-2	-25,72	-	2 L80x8	24,6	33	27	-	0,91	1,277
	37-38	-14,72	-	2 L80x8	24,6	56	46	-	0,82	0,811
Шпренгель	7-9	-4,79	-	2 L50x5	9,6	56	45	-	0,82	0,676

Таблиця 2

Усилия и напряжения в наиболее нагруженных элементах подтрибунной фермы (Западная трибуна оси 9-18) без консоли

Элем. фермы	Стержень по докум. 7911КМ УКРНИИ-ПСК	Расчетное усилие		Сечение (профиль)	Площадь сечения, см ²	Гибкость		W _y , см ³	φ	σ, т/см ²
		N,т	M, т-м			λ _x	λ _y			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВП	10-12	-75,95	-	2 L125x14	66,8	24	16	-	0,94	1,344
	8-10	-77,28	1,07	2L125x14	66,8	24	16	108	0,94	2,537
НП	11-15	69,8	-	2 L100x12	45,6	-	-	-	-	1,70
Раскосы	25-27	-30,98	-	2 L80x8	24,6	39	52	-	0,84	1,667
	4-5	32,62	-	2 L80x8	24,6	-	-	-	-	1,47
Стойки	1-2	-38,07	-	2 L80x8	24,6	33	27	-	0,92	1,87
	27-28	-5,13	-	2 L100x12	45,6	42	53	-	0,83	0,15
	7-8	-19,04	-	2 L80x8	24,6	40	33	-	0,89	0,966
	23-24	21,79	-	2 L80x8	24,6	-	-	-	-	0,984
Шпренгель	7-9	-5,4	-	2 L50x5	9,6	48	37	-	0,86	0,726

Выводы

Фермы трибун, эксплуатируемые более 40 лет, неоднократно переоборудовались и ремонтировались. Использование стадиона в рамках ЕВРО-2012 и превращение его в «евроарену» возможно только после реконструкции. В результате проведенных работ (обследования, анализа дефектов) установлено, что подтрибунные фермы Западной трибуны в целом находятся в удовлетворительном состоянии. Ремонтно-восстановительные работы связаны с некоторыми конструктивными недостатками, с проводимыми в прошлые годы не совсем удачными ремонтными работами, с нарушением отдельных эксплуатационных требований. Принятое решение по удалению существующего козырька покрытия представляется наиболее разумным. Замена его новым покрытием, вынесенным за пределы трибун, существенно (40 – 50 %) снижает нагрузки на фермы Западной трибуны. Устройство новой четырехэтажной ложи, пристроенной к Западной трибуне, позволяет разместить в ней административные помещения клуба, раздевалки, судейскую комнату и прочие помещения, отвечающие высоким требованиям ФИДЕ. 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 усиления опасных зон. Кроме того, даже при условии отведения части Западной трибуны под VIP-ложи (рис. 3) для работы журналистов с оборудованием специальных столиков, вместимость трибун стадиона составит около 42 тысяч зрителей.

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, – 46 с.
- [7] Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Т1-3. М.: – 1999-2000.
- [8] Металлические конструкции. // Под ред. проф. Горева В.В. Т1-3. М.: – 1999-2000.

Надійшла до редколегії 30.06.2009 р.