

УДК 624.01; 624.014

Особенности реконструкции крытых плавательных бассейнов в условиях различных агрессивных сред

Фурсов В.В., д.т.н., Прыгунков А.В. к.т.н., Ковлев Н.Н.

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, Украина

Анотація. У статті наведені результати обстежень і реконструкції басейнів в АР Крим у районі Великої Ялти. Розраховані днища та стінки басейнів, у тому числі з врахуванням можливих сейсмічних впливів. Запропоновані заходи для їх підсилення та антикорозійного захисту. Також розроблений сталевий поперечник раніше відкритого басейну спорткомплексу «Вирта». За проектом кафедри МДК ХДТУБА змонтовані додаткові прибудови, що включають фітнес-центр, зал важкої атлетики та солярій.

Аннотация. В статье приведены результаты обследований и реконструкции бассейнов в АР Крым в районе Большой Ялты. Рассчитаны днища и стенки бассейнов, в том числе с учётом возможных сейсмических воздействий. Предложены мероприятия по их усилению и антикоррозионной защите. Также разработан стальной поперечник ранее открытого бассейна спорткомплекса «Вирта». По проекту кафедры МДК ХГТУСА смонтированы дополнительные пристройки, включающие фитнес-центр, зал тяжёлой атлетики и солярий.

Abstract. The article presents the results of surveys and reconstruction of pools in the Crimea at the area of greater Yalta. Bottom and walls of pools were calculated, including taking into account the possible seismic effects, also developed measures for their strengthening and anti-corrosion protection measures were proposed. Also designed a steel frame before the outdoor swimming pool sports complex «Virt». The project, executed by MWC department of KSTUCA, additional extensions were installed, which now include a fitness center, weightlifting room and a solarium.

Ключевые слова: реконструкция, бассейны, усилие, сейсмические воздействия.

Основные положения. Санаторий «Дружба» представляет собой уникальное сооружение, построенное совместно со специалистами Чехословакии в 1985 г. по проекту союзного объединения «Курортпроект» (рис. 1) под руководством проф. Кончели Н.В. Конструктивная схема здания решена следующим образом: на три трубчатые монолитные железобетонные опоры, жестко заземленные в свайном фундаменте, опирается многоэтажная часть здания. Опоры расставлены по окружности и ориентированы друг относительно друга на 120° и оперты на свайные фундаменты. К опорам через специально разработанные консоли подвешиваются конструкции бассейна. Они представляют собой цилиндрически-коническую ребристую висячую оболочку, воспринимающую вертикальные и горизонтальные нагрузки как от ванны бассейна, так и от конструкций примыкающих помещений.

Цилиндрическая часть оболочки состоит из кольцевой вертикальной стальной фермы, очерченной по правильному многоугольнику и обетонированной по арматурному каркасу. Фактически стальная ферма, расчлененная на три отправочных марки, играет роль жесткой арматуры. К нижнему поясу кольцевой фермы примыкает коническая часть ребристой оболочки, ограничивающая зону технического этажа. В качестве ее ребер (радиальных и окружных) использованы стальные элементы, также обетонированные после их монтажа по арматурным каркасам.



Рис. 1. Висячий бассейн санатория «Дружба»



Рис. 2. Бассейн в гостинице «Ореанда»

Здание гостиницы «Ореанда» было построено на Ялтинской набережной в начале XX-го века (1907 г.), а впоследствии несколько раз реконструировалось. Последняя серьезная реконструкция была завершена в конце 80-х годов прошлого столетия и включала в себя реконструкцию старого и строительство новых корпусов. В этот период югославскими специалистами во внутреннем дворе гостиницы был сооружен крытый плавательный бассейн. Покрытие бассейна выполнено с помощью клеено-дощатых арок двойной кривизны, своим концом опирающихся на цилиндрическое ядро жесткости из монолитного железобетона, а нижним – на стальные обетонированные стойки (рис. 3).

Чаша бассейна имеет сложную по очертанию форму размерами примерно 13x20 м по максимуму (рис. 2). Под бассейном расположен технический этаж, в котором смонтировано сантехническое оборудование, обеспечивающее подачу и замену морской воды, подогрев ее и помещений, очистные сооружения и пр. Высота технического этажа колеблется от 2,95 м до 3,05 м. В зоне витражей, в более глубокой части бассейна толщина стенок переменная от 410 мм до 250 мм в верхней их части. Толщина дна по всей площади составляет 250 мм.

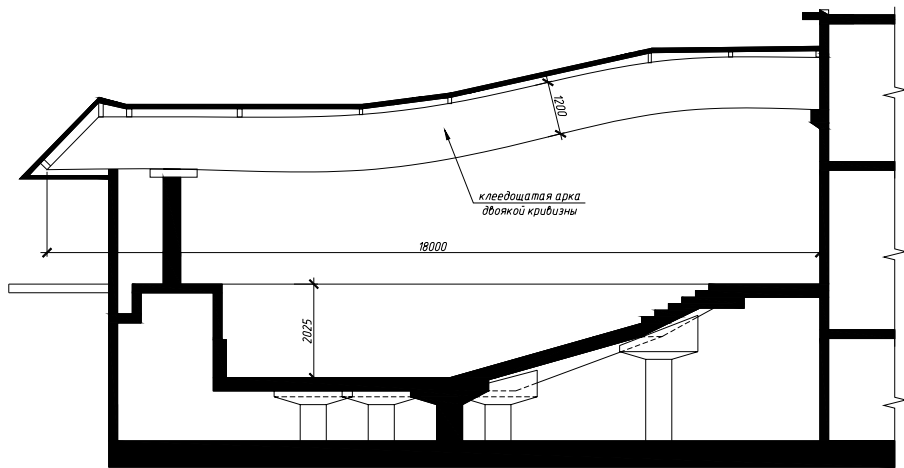


Рис. 3. Поперечный разрез помещения бассейна

Днище бассейна через колонны с капителями общим числом 9 штук опирается на железобетонную фундаментную плиту, устроенную под всей площадью помещения бассейна.

Оба бассейна имели сходные дефекты, связанные с протечками в днищах (в отдельных случаях со сталактитовыми образованиями), коррозией металлоконструкций и арматуры [6]. При этом бассейн санатория «Дружба» имел до реконструкции пленочную гидроизоляцию, а бассейн гостиницы «Ореанда» – мозаичное покрытие, течи в котором появились после монтажа дополнительного сантехнического оборудования, установленного в пробитые в днище и стенках бассейна отверстия, гидроизоляция которых оказалась недостаточной из-за невысокого качества производства работ.

Необходимость в статических и динамических расчетах возникла после повышения нормативных сейсмических воздействий в зоне Южного Берега Крыма (9 баллов), изменения норм по нагрузкам и воздействиям, а также появления современных расчетно-теоретических комплексов, позволяющих уточнить расчеты, выполненные около 20 лет тому назад.

Расчетные положения. Основными нагрузками при расчете бассейнов является собственный вес конструкций и оборудования, вес воды в бассейне, нагрузка от веса людей, температурная и сейсмическая нагрузки. Температурные нагрузки, связанные с сезонными изменениями температуры, незначительны. Расчеты производились на статическую и динамическую нагрузки для полностью и частично заполненного и пустого бассейна. Динамическая и расчетная схема была интерпретирована двумя

точечными массами, одна из которых сконцентрирована на уровне бассейна, а вторая – на уровне низа технического этажа, где учитываются вес всех элементов технической оболочки бассейна и часть веса фермы. При анализе рассматривались лишь поперечные колебания вдоль осей X и Y (Z – вертикальная ось).

Конструктивно чаша бассейна гостиницы «Ореанда» вместе со стойками и фундаментной плитой представляет собой жесткую рамную систему, раскрепленную из плоскости монолитными железобетонными плитами, расположенными по периметру площадок отдыха.

Для выполнения прочностных расчетов несущая конструкция бассейна была представлена конечноэлементной моделью в программном комплексе SCAD [2]. Общий вид модели приведен на рис. 4

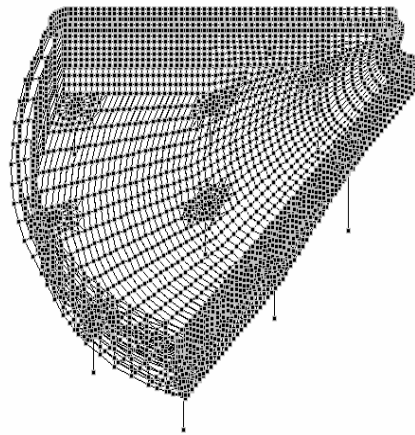


Рис. 4. Общий вид модели

При этом стержневые элементы – стойки бассейна представлены стержневыми конечными элементами общего вида с шестью степенями свободы в каждом узле. Плитные части стенок и днища бассейна представлены 4-угольными и 3-угольными оболочечными элементами с шестью степенями свободы в каждом узле. Все конечные элементы являются полностью совместимыми.

Соединение всех конечных элементов в узлах предусмотрено жесткое. Разбивка на конечные элементы осуществлялась согласно геометрической фигуре периметра бассейна.

Масса конструктивных элементов (собственный вес железобетонных конструкций бассейна) составляла 216,7 т и масса воды в бассейне – 244,5 т.

Первая частота свободных колебаний составляет 15,373 Гц. Колебания при этом происходят, в основном, вдоль продольной оси бассейна. Вторая частота составляет 17,95 Гц и связана с колебаниями в поперечном направлении бассейна. С учетом массы воды в бассейне первая частота снижается до 10,52 Гц, вторая – снижается до 12,29 Гц.

На рис. 5 показаны поля нормальных напряжений M_x в боковой стенке бассейна.

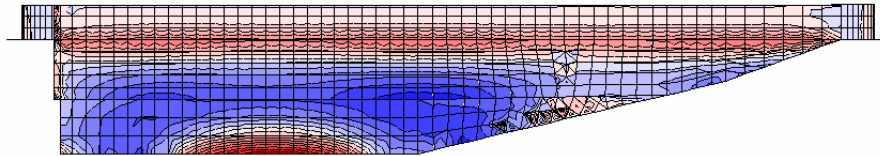


Рис. 5. Поля изгибающих моментов M_x в боковой стенке бассейна от сейсмического толчка вдоль оси Y

Более подробно данные статических и динамических расчётов приведены в [6].

Одна из последних работ кафедры МДК ХГТУСА была посвящена реконструкции спортивного комплекса «Вирта», который был на балансе Военно-инженерной академии. Комплекс включал в себя: универсальный игровой зал, открытый бассейн длиной 25 м, а также открытое футбольное поле, легкоатлетические секторы и беговую дорожку. После расформирования Военно-инженерной академии комплекс был выкуплен. Первоначально новое руководство планировало перекрытие только бассейна, примыкавшего к торцу универсального игрового зала. С этой целью рассматривалось несколько вариантов решения: устройство стальной структурной плиты на четырех опорах, разработка стандартного поперечника со стойками в виде стальных колонн и ферменного ригеля, разработка висячего вантового покрытия. По мере проектирования задача расширялась, кроме перекрытия бассейна возникла необходимость устройства залов для борьбы и бокса, а также оборудования фитнес-центра, а несколько позднее – солярия. Все эти помещения должны были быть расположены в боковых пристройках. Продольные двухпролетные боковые пристройки планировались двухэтажными, что потребовало устройства перекрытия. В связи с этим первый и третий варианты отпали, а в качестве основного был принят второй вариант.



Рис. 6. Общий вид спорткомплекса «Вирта» и помещения бассейна в процессе реконструкции

Одной из основных причин следует назвать наличие достаточно слабых грунтов, что потребовало даже при использовании стандартного поперечника с шагом 6 м устройства в двух местах свайных фундаментов. Наружный пролет вспомогательных помещений оборудован сквозным проходом.

Выводы

Проектом гидроизоляции бассейна пансионата «Дружба», выполненным проектным институтом в Праге в 1984 г. (авторы Ш. Богумил, Я. Стейский), для гидроизоляции бассейна были предложены изоляционные пленки из ПВХ «Трокал», которые производятся фирмой «Динамит-Нобель» – ФРГ. В качестве подкладочной основы на дне бассейна использовался технический текстиль Изохран 40/35 толщиной 3,5 мм чешского производства.

В результате разрыва в нескольких местах изоляционной плёнки морская вода попала в толщу днища бассейна, что вызвало коррозию бетона и арматуры.

Основанием для ремонтных мероприятий, предложенных ХГТУСА, являются результаты натурных обследований и физико-химических исследований образцов, отобранных из строительных конструкций бассейна. Особенную обеспокоенность вызвал факт высокого насыщения бетона стен и особенно днища бассейна хлор-ионами в результате низкого качества гидроизоляции, наблюдавшегося в течение длительного периода эксплуатации строительных конструкций в условиях действия морской воды. Последнее требует исключительного внимания к качеству гидроизоляционных работ при отсутствии практической возможности удаления хлор-ионов из бетона, что создает неконтролируемые условия для коррозии стальных элементов чаши бассейна. При этом следует отме-

туть, что натечные образования, как установлено при лабораторных исследованиях, представляют собой карбонат кальция практически без примесей хлор-ионов (менее 3 %). После высушивания днища бассейна, удаления старой стяжки, обработки поверхности бетона механическим способом, очистки и промывки пресной водой была устроена новая стяжка по металлической сетке. При реконструкции чаши бассейна использованы гидроизолирующие смеси и мозаичная плитка фирмы «Литокол», продукция которой неоднократно использовалась в строительной практике, в частности в олимпийских бассейнах Атланты и Сеула.



Рис. 7. Висячий бассейн после санации

В результате анализа расчета чаши бассейна и сопряженной с ней конической оболочки технического этажа удалось установить наиболее опасные зоны днища бассейна – зоны усиления. Из-за уклона бассейна верхние его части в пределах радиусов 7,2 м – 9,9 м находятся в удовлетворительном состоянии. Зона усиления охватывает сектор примерно 160°, кроме того, усилена средняя часть бассейна ($d = 3,0$ м). По потолку технического этажа устроена балочная клетка. Радиально установлены двутавры № 20, меридионально с шагом 2 м – швеллера № 20.

По бассейну гостиницы «Ореанда» окончательное решение по проведению ремонтных работ еще не принято. Администрация стремится ограничиться мелкими ремонтами путем инъекций в зонах протечек, без обеспечения гидроизоляции новых труб сантехнического оборудования, проходящих через днище бассейна. В этом случае произойдет насыщение чаши морской водой (как это было в бассейне санатория «Дружба»), сопровождаемая стремительной коррозией арматуры. Через некоторое время чашу бассейна придется усиливать снизу наружными стальными элементами. Наиболее приемлемый путь восстановления работоспособности бассейна: снятие вспучившейся плитки, демонтаж старой гидроизоляции и бетонной подливки, замена и гидроизоляционная заделка сантехнических труб, а также нового мозаичного покрытия.

В бассейне спорткомплекса «ВИРТА» в связи с использованием обычной воды было принято решение об устройстве обычной мозаичной плитки по новой гидроизоляции взамен обычных метлахских плиток, которые несколько лет не использовались и находились в неудовлетворительном состоянии.

Литература

- [1] Динамический расчет специальных инженерных сооружений и конструкций. Справочник проектировщика. Под редакцией Б.Г. Коренева, А.Ф. Смирнова, М., Стройиздат, 1986. – 461 с.
- [2] Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А., Трофимчук А.Н. SCAD для пользователя, Киев, ВВП «Компас», 2000. – 328 с.
- [3] Динамический расчет сооружений на специальные воздействия. Справочник проектировщика / Под редакцией Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича, М., Стройиздат, 1981. – 215 с.
- [4] А.И. Голубев, Волкова Г.С. Коррозия внутренних поверхностей элементов замкнутого сечения // Защита металлов, Т. 25, № 6 – 1989 г.
- [5] Фурсов В.В. и др. Реконструкция подвешенного бассейна санатория «Дружба». – сб. ДонАГАСА № 3, 2003 – С. 142 – 147.
- [6] Фурсов В.В., Воблых В.А., Чернявский В.Л., Ковлев Н.Н. Восстановление несущей способности стальных конструкций общественных зданий. // Сб. УкрПСК, том 2. С. 366 – 374.

Надійшла до редколегії 05.07.2010 р.