

УДК 621.745.012:725.8

Применение энергоэффективных технологий при строительстве и эксплуатации крупных спортивных объектов

Мансурова Ю.С., Кравченко Д.В.

Научный руководитель – к.э.н., доцент КРАВЧЕНКО В.В.

В Республике Беларусь, как и во всем мире, строительству спортивных объектов уделяется большое внимание, так как данные объекты реализуют права граждан на занятия физической культурой, на доступность занятий физической культурой и спортом населению страны и их безопасность. В связи с этим актуальным является использование современных, окупаемых спортивных сооружений, которые предоставят населению самые широкие возможности для занятий физкультурой и спортом по всем видам и направлениям, включая традиционные и новые виды спорта, а также для развлечений.

Физкультурно-спортивные сооружения характеризуются как: монопрофильные, предназначенные для проведения спортивных, спортивно-массовых и (или) физкультурно-оздоровительных мероприятий по одному виду спорту; многопрофильные, предназначенные для проведения спортивных, спортивно-массовых и (или) физкультурно-оздоровительных мероприятий по нескольким видам спорта одновременно или поочередно.

Физкультурно-оздоровительные и спортивно-развлекательные сооружения – это объекты, предназначенные для занятий людей физическими упражнениями, спортом и проведения спортивных зрелищных мероприятий. Сеть физкультурно-спортивных сооружений для выполнения своей главной задачи должна учитывать потребности в обслуживании населения с учетом специфики различных социально-профессиональных и демографических групп, физкультурно-спортивных интересов, уровней спортивной подготовки.

Энергоэффективные технологии при строительстве МКРСК «Чижовка-арена»

Следует отметить, что по энергосбережению, насыщенности передовыми технологиями и собственными разработками, устройству инженерного оборудования, осветительной аппаратуры, коммуникаций и сетей, интеллектуальным системам Чижовка-Арены являет собой яркий пример спортивного сооружения, в котором внутреннее наполнение идеально соответствует прекрасной внешней оболочке (рисунок1). Весь комплекс технических работ выполнен качественно, с гарантией надежной и долгой службы.



Рисунок 1 – МКРСК «Чижовка-арена»

Сердце огромного комплекса – трехэтажный энергоблок, пристроенный с противоположной стороны большой арены. Также он работает на образ комплекса, чтобы акцентировать его в архитектурном плане, с платформы на отм. 6.0, являющейся вторым местом загрузки ресторанный комплекса и торгового пассажа со стороны пойменной части водохранилища, инженерные блоки подняли на подиум, тем самым обеспечив крышу над выносным летним рестораном.

В нем находятся холодильная станция с 3 холодильными машинами, теплообменные и насосные модули, вспомогательное оборудование и щиты управления. Кроме того, насосная, электрощитовая, РУ-10 кВт и камеры трансформаторов, ЦТП, насосная станция пожаротушения и помещение ТВ-полустационара. На третьем, открытом этаже установлены конденсаторы.

Принципиальная схема сложной многослойной конструкции, каковой является покрытие ледового поля, разработана специалистами института еще в 1998 г. и с тех пор в зависимости от конкретных условий постоянно совершенствуется. Намораживание и поддержание необходимого качества ледового покрытия осуществляется системой хладоснабжения, которая включает в себя охлаждающую плиту ледового поля и холодильную станцию.

Учитывая разный уровень проводимых на большой и малой аренах соревнований, для ледовых полей использовались две различные системы хладоснабжения. Отличаются они диаметром и частотой укладки труб, подающих хладоноситель – раствор этиленгликоля. Ввод труб хладоснабжения осуществлен с торца ледовой площадки, и их разводка выполнена таким образом, что средняя температура в любой точке «холодной плиты» одинакова. Следует добавить, что для заливки льда кроме традиционного обессоливания воды применена система дополнительной водоочистки «обратный осмос». Благодаря всему комплексу мероприятий лед получился высококачественный: при толщине 4 см он настолько прозрачен, что визуально кажется, будто имеет толщину не более 1 см. Качество льда по достоинству оценила российская организация «Академия холода», занимавшаяся проектированием ледовых полей для проведения Олимпийских игр в Сочи.

В целях экономии тепловой и электрической энергии проведены энергосберегающие мероприятия: установлены автоматические терморегуляторы на местных отопительных приборах; автоматическое регулирование температуры приточного воздуха в зависимости от температуры в помещении; использование теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного воздуха систем вентиляции и кондиционирования; предусмотрены несколько режимов кондиционирования воздуха игровых залов – «выходной», игра, тренировка, концерт и т.д. Выделяющееся при работе холодильных машин тепло используется для секций подогрева кондиционеров, расплавления ледовой крошки, для системы защиты грунта под ледовым полем от промерзания и пр.

«Чижовка-арена» сделана в виде двух «капель» с перетеканием в месте «мениска» (вставки) большей капли в меньшую, что позволило расположить здесь, в самом центре нагрузок, инженерный блок. Покрытие арены выполнено в виде двух полусфер, благодаря чему минимизирован внутренний объем арен для инженерного обеспечения и тотальной экономии нагрузок при эксплуатации комплекса в целом.

Для усиления формовыражения в завершающей части полусфер устроены так называемые «шапочки». Кстати, именно они дали возможность решить все инженерное обеспечение по дымоудалению, вентиляции, притоку и естественному освещению, которое требуется по нормативам на любой арене.

Сверкающие фасады обеих арен выполнены на основе алюминиевых профильных систем «АЛЮТЕХ» и отличаются не только зеркальным великолепием, но и высокими техническими характеристиками. Благодаря стоечно-ригельной системе ALT F50, сопротивление теплопередаче обоих фасадов соответствует повышенным требованиям к теплоизоляции и составляет $1 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$. Круглая форма арен создана с помощью системы ALT150. Она применяется для навесных вентилируемых фасадов и позволяет крепить плитки

под углом 40° относительно друг друга. Обе системы обладают антикоррозионной стойкостью, простотой сборки и вариативностью исполнения.

В преддверии Чемпионата мира по хоккею 2014 г. компанией ЗАО «Холодон» был выполнен полный цикл работ по холодоснабжению двух ледовых арен (большая и тренировочная арены) и системы кондиционирования МКРСК «Чижовка-арена» (рисунок 2).

Произведена поставка холодильного оборудования разработки СООО «Реф-Юнитс» и климатического оборудования компании CARRIER [1].

Было поставлено четыре агрегата (две холодильные машины для холодоснабжения ледовых полей и две холодильные машины для холодоснабжения системы кондиционирования большой ледовой арены) общей холодопроизводительностью 4 210 кВт холода.

Описание системы холодоснабжения: общая производительность системы холодоснабжения полей составляет $598 \times 2 = 1\,196$ МВт низкого холода.

Конструкторским бюро группы компаний ЗАО «Холодон» был разработан уникальное оборудование для холодоснабжения ледовых полей МКРСК «Чижовка-Арена». Уникальность оборудования состоит в энергоэффективности.

Конструкция агрегата поля обеспечивает следующее:

- холодопроизводительность оборудования от 10 до 100 %, регулирование производительности происходит автоматически в зависимости от потребностей арены или по команде диспетчера- вручную с пульта управления, также возможна корректировка;
- работы оборудования посредством системы диспетчеризации (система диспетчеризации Чижовка-Арена – уникальная разработка специалистов СООО «РефЮнитс»;

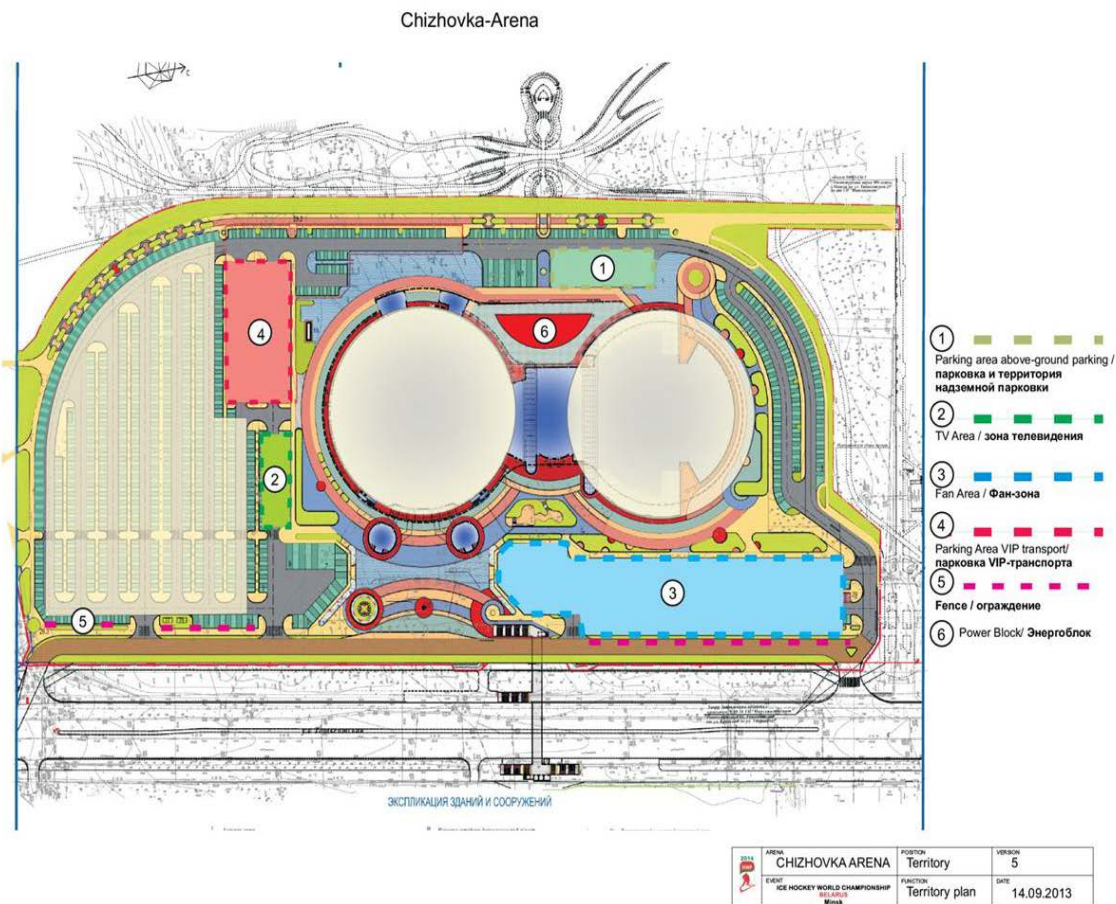


Рисунок 2 – План-схема МКРСК «Чижовка-арена»

▪ система утилизации тепла – энергию тепла конденсации фреона не выбрасывают в воздух, а используют для подогрева грунта под полями и для 2-го подогрева системы микроклимата;

Описание системы микроклимата: общая производительность системы СКВ составляет $1507 \times 2 = 3\,014$ МВт холода. Компанией ЗАО «Холодон» был поставлен уникальный комплекс холодоснабжения и кондиционирования арены. Климатическое оборудование обеспечивает микроклимат большой арены и состоит из нескольких ступеней:

▪ СКВ Ледового поля – обеспечивает подготовку и подачу «сухого» воздуха (с влажностью не более 3,0 г/кг) на ледовую площадку. Подача подготовленного воздуха выполняется с помощью 32 вентиляционных диффузоров. Каждый диффузор регулируется по дальности и ширине воздушной струи.

▪ СКВ Зрительной части арены – обеспечивает комфортные параметры воздуха в зоне зрительных трибун. Подача воздуха, заданных параметров, выполняется через вентрешетки, расположенные под сидениями зрителей (установлено более 8500 раздаточных решеток).

▪ СКВ Системы освещения арены и информационного табло - подает воздух в зону установленных светильников и информационного табло. Данная система требуется для стабильной работы оборудования: в холодное период года работа системы исключает выпадение конденсата на потолке арены, а в теплое время года данная система охлаждает воздух и оборудование.

Справочно: общая стоимость Чижовка-Арена составила 45 млн. бел. руб.

Энергоэффективные технологии при строительстве и эксплуатации спортивно-оздоровительного комплекса «Фристайл»

Как уже отмечалось выше, в современном мире крупные спортивные комплексы являются лидерами по оказанию множества услуг – учебно-тренировочных, оздоровительных, развлекательных – в пределах одного объекта. При этом заполняемость спортивных объектов становится важной задачей, так как строительство и эксплуатация данных объектов являются финансово ёмкими процессами и формирование себестоимости предоставляемых услуг на спортивном объекте напрямую зависит от того, насколько эффективно будет решаться проблема сокращения расходов на электроэнергию, одну из самых дорогостоящих составляющих эксплуатационных затрат. Разработка технологий энергосберегающего строительства в наши дни происходит наиболее активно. Связано это не только с растущими ценами на нефть и газ, климатическими изменениями, экологическими требованиями, но и возрастающей конкуренцией в сфере спортивно-оздоровительных услуг.

Примененное инженерное оборудование как отечественных, так и зарубежных производителей, и технические решения, реализованные на спортивно-оздоровительном комплексе (СОК) «Фристайл», позволяют изучить возможности современных технологических подходов к эффективному расходу энергии (рисунок 3).

Стекланный купол, накрывающий объект, образован наклонными конструкциями, расположенными по периметру здания. К качеству выполнения данных конструкций предъявляются высокие термо-, звуко-, воздухо- и гидроизоляционные требования, соблюдение которых – главная сложность при их возведении. Задача была решена благодаря стоечно-ригельной системе фасадного остекления ALUTECH ALT F50. Стойки и ригели с видимой шириной 50 мм обеспечивают максимальную светопрозрачность и визуальную легкость фасада здания (рисунки 4 и 5).

Для обеспечения теплофизических свойств ограждающей конструкции специалистами разработаны термовставки из твердого ударопрочного поливинилхлорида с высокими теплоизолирующими параметрами, уплотнительные прокладки на основе этиленпропиленовых каучуков и уплотнители фальца стеклопакета из вспененных материалов.



Рисунок 3 – Спортивно-оздоровительный комплекс «Фристайл»

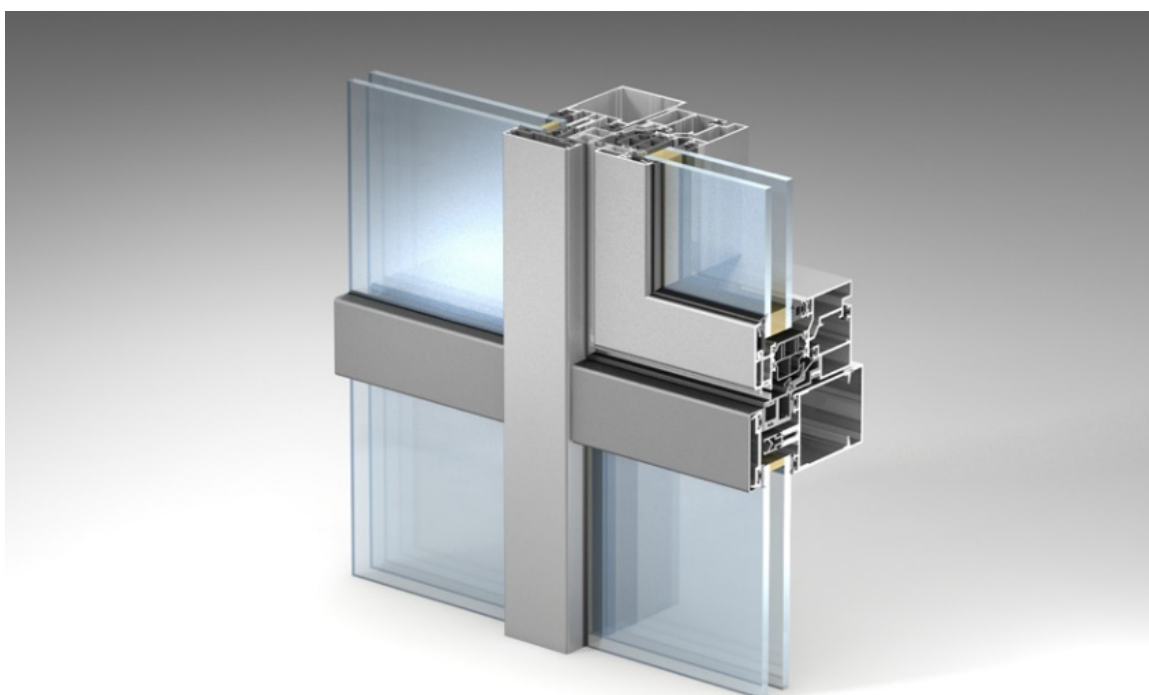


Рисунок 4 – Стоечно-ригельный фасад ALT F50

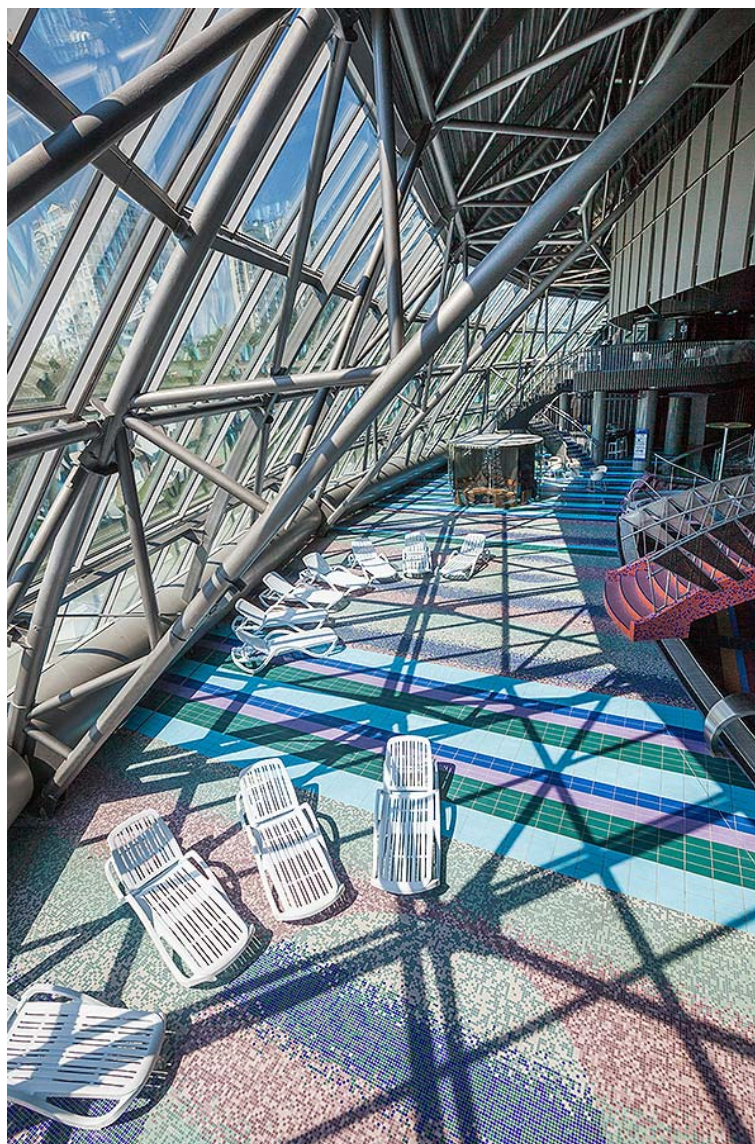


Рисунок 5 – Фасадное остекление СОК «Фристайл»

Данные разработки позволили снизить стоимость 1 м^2 конструкции и достичь следующих показателей по термической изоляции:

1) при толщине заполнения 26 мм и термовставки PVC-U-НІ коэффициент теплопередачи составил $U_f=2,4\text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ а приведенное сопротивление теплопередаче $R_{пр}=0,42\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$;

2) при толщине 56 мм с применением уплотнительного фальца АУРС.F50.0913 из вспененного материала коэффициент теплопередачи составляет $U_f=0,65\text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ а приведенное сопротивление теплопередаче $R_{пр}=1,53\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Кроме того специально для центра фристайла конструкторами Группы компаний «АЛЮТЕХ» в рамках системы ALT F50 были разработаны открывающиеся створки (лючки дымоудаления), которые могут применяться в наклонных фасадах с улучшенными теплотехническими характеристиками.

Особого внимания заслуживает оборудование компании Mountair AG (Швейцария). На объекте осуществлена обвязка климатических установок трубопроводами теплоснабжения, фреоновыми, воздухопроводами и подключены системы КИПиА. 14-рядные гликолевые теплоутилизаторы (рекуператоры) позволяют в зимнее время нагревать наружный воздух от -24°C до $+18\text{°C}$ и демонстрируют высокую энергоэффективность оборудования (рисунок б). Технологическая разработка может работать в режиме теплового насоса и использовать вторичное тепло от конденсации влаги для подогрева воды бассейна. Следует отметить, что

суммарная экономия тепловой энергии от рекуперации вторичного тепла восьмью агрегатами данной компании составляет 800 кВт/ч [2].



Рисунок 6 – 14-рядные гликолевые теплоутилизаторы Mountair AG

При строительстве комплекса использованы также теплоизоляционные материалы международного концерна «Изовер». Подсчитано, что материалы обеспечивают максимальный уровень теплозащиты и позволяют снизить затраты на отопление в сравнении с применением базового продукта до 25% и более. Материалы имеют один из самых низких коэффициентов теплопроводности $\lambda_{10}=0,032 - 0,037$ Вт/м·К.

Выводы

Энергосбережение является важным аспектом государственной политики Республики Беларусь. Выпуск энергоэффективной продукции, повышение коэффициента энергоэффективности зданий и сооружений – актуальные задачи, которые необходимо решить специалистам на научно-техническом и промышленном уровнях. Согласно Директиве № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» одной из мер по обеспечению энергетической безопасности является уменьшение затрат на производство энергоресурсов за счет применения энергосберегающих технологий и оборудования.

Энергетическая эффективность при строительстве спортивных объектов обеспечивается не только за счёт применения инновационных технологий, таких как профильные системы «АЛЮТЕХ», стоечно-ригельная система ALT F50, климатическое оборудование компании CARRIER, теплоутилизаторы Mountair AG, но и элементарным изменением геометрии конструкций (например, покрытие арены, выполненное в виде двух полусфер, минимизировало внутренний объем и разрешило все инженерное обеспечение по дымоудалению, вентиляции, притоку и естественному освещению, что имеет ряд неоспоримых преимуществ при строительстве и в процессе эксплуатации спортивных объектов).

В условиях мирового финансового кризиса и ограниченности ресурсного потенциала повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов приобретает для республики особую значимость. Экономия становится не просто обязательным принципом хозяйствования, но важнейшим требованием поддержания национальной безопасности страны.

Литература

1. Чаховский, С. Немного истории. Участие группы компаний «Холодон» в реализации проекта «Чижовка-арена» / С. Чаховский // Микроклимат и холод. – 2014. – № 1.
2. Центр фристайла в Минске // Компания ТехноАир [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.technoair.by>. – Дата доступа: 23.10.2017.