

гер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.

5. Брух, С. В. Особенности применения воздушных тепловых насосов для северных территорий [Электронный ресурс] / С. В. Брух // С.О.К. – 2017. – № 4. – Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/articles/osobennosti-primeneniya-vozdushnyh-teplovyyh-nasosov-dlya-severnyh-territoriy>. – Дата доступа: 22.01.2022.

УДК 725.86:624.01-025.14(083.13)

**Новое в рекомендациях по проектированию конструкций основания ледовых площадок (Р 3.02.178-2019)**

Ливанский Д. Г.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

*Разработанные рекомендации дополняют и усовершенствуют метод проектирования конструкции основания ледовых полей крытых катков.*

Рекомендации по проектированию конструкций основания ледовых площадок многофункциональных сооружений (далее рекомендации) [1–3] разработаны в Белорусском национальном техническом университете и утверждены Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь и Министерством спорта и туризма Республики Беларусь. Рекомендации предназначены для применения при проектировании конструкций основания ледовых площадок для крытых ледовых катков, а также многофункциональных зданий, использующих искусственный лед.

Крытые ледовые катки – дорогостоящие сооружения, в связи с чем, для снижения их стоимости и расширения функциональных возможностей строятся учебно-тренировочные (без мест для коммерческого зрителя) и демонстрационные, предназначенные для проведения соревнований и зрелищных платных мероприятий. Микроклимат ледовых катков очень специфичен и по многим параметрам отличается от обычных зданий. В помещении с ледовым полем формируется особый микроклимат, характеризующийся в первую очередь широким температурным диапазоном, так, например, температура воздуха на уровне груди спортсмена на ледовом поле обычно составляет в среднем  $+(6-10)^\circ\text{C}$ , температура воздуха в зоне расположения мест для зрителей должна быть на уровне  $+(10-18)^\circ\text{C}$ , а температура льда в зависимости от вида проводимых соревнований может быть от  $-3$  до  $-8^\circ\text{C}$  [2–3].

В рекомендациях уделяется внимание такому понятию, как «качественный спортивный лед». Качество льда подразумевает под собой набор физико-механических параметров, оптимально соответствующих тому или иному виду спорта. Наиболее важные свойства спортивного льда – это деформативная прочность, прозрачность, отсутствие грязевых включений и неоднородностей, температурный режим и т. п. Факторы, определяющие перечисленные показатели, условно могут быть разделены на следующие группы: химические, режимные и конструктивные. Под химическими факторами подразумевается использование разного рода добавок и присадок, целенаправленно изменяющих условия скольжения по ледовой поверхности. Режимные параметры определяют скорость намораживания льда, дисперсность факела распыла и толщину наносимого слоя воды. Под конструктивными факторами подразумевается конструкция плиты охлаждения, обеспечивающая поддержание требуемого температурного режима ледового поля в зависимости от конкретного вида спорта.

Физические и механические характеристики льда имеют выраженную зависимость от температуры, поэтому изменение температуры льда более чем на  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводит к ощутимым изменениям его свойств, что недопустимо для проведения соревнований международного уровня. Характерный минимальный размер возможного «температурного пятна» определяется шагом раскладки в бетонной плите труб системы охлаждения, которое составляет  $\approx 10$  см. Тем не менее, даже такая незначительная по размеру локальная неоднородность может реально спровоцировать сбой при прохождении дистанции спортсменом. Максимальный размер температурного пятна определяется влиянием системы климатизации ледового катка и может достигать до 5 м и более.

В рекомендациях приводится разработанная методика расчета основных элементов конструкции основания ледовых площадок, систем холодообеспечения и защиты грунта от промерзания, обеспечивающая требуемый температурный режим в соответствии с требованиями, предъявляемыми к спортивному льду.

Главной особенностью данных рекомендаций являются приведенные данные о рекомендуемых сочетаниях материала и условного диаметра труб, а также возможного диапазона разности температур холодоносителя, которые соответствуют минимальным капитальным и эксплуатационным затратам и обеспечивают требуемую температурную неравномерность на поверхности льда менее  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В рекомендациях проведен анализ и определены численные значения составляющих теплового баланса поверхности ледовой пластины в процессе эксплуатации (в режимах намораживание и восстановление льда,

соревнования, тренировка, массовое катание), который включает в себя следующие составляющие:

- радиационную (излучение осветительных приборов и лучистый теплообмен с внутренними поверхностями элементов строительных конструкций и инженерных коммуникаций);
- конвективный тепловой поток от воздушных масс;
- теплоту фазового перехода (за счет конденсации и кристаллизации водяных паров из воздушного пространства);
- теплоту, поступающую в режиме восстановления льда.

В рекомендациях впервые приведены численные значения величины теплового потока к поверхности льда в процессах намораживания и восстановления льда.

Приведенные в рекомендациях параметры плиты охлаждения, которые соответствуют минимальным капитальным и эксплуатационным затратам, были использованы при проектировании систем холодоснабжения объекта «Культурно-развлекательный спортивный комплекс в жилом районе Чижовка в г. Минске. Малая арена». Экономический эффект от внедрения рекомендаций составил 48 600 \$.

### **Литература**

1. Рекомендации по проектированию конструкций основания ледовых площадок многофункциональных сооружений. – Минск: БНТУ, 2019. – 89 с.

2. Температурно-влажностный режим ледовых площадок многофункциональных сооружений: автореферат диссертации ... канд. техн. наук: специальность 05.23.03 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение / Ливанский Дмитрий Геннадьевич; Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2020. – 27 с.

3. Ливанский, Д. Г. Температурно-влажностный режим ледовых площадок многофункциональных сооружений [Электронный ресурс]: диссертация ... канд. техн. наук: 05.23.03 / Д. Г. Ливанский; Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2020.