



СПОРТИВНЫЙ ЛЁД

– путь через технологию к рекордам

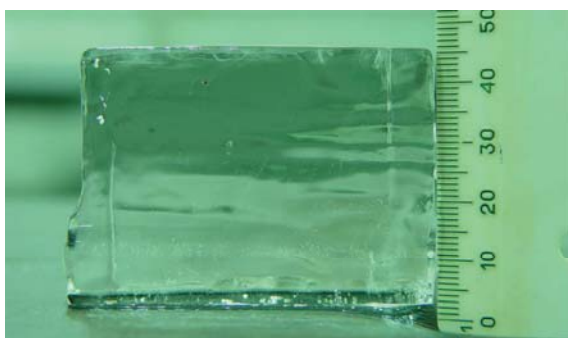
М.В.Загайнов, Г.П.Яковлев, С.А.Ершов

Окончание. Начало в №3/2010 г.

Изменение качества льда от повышенной нагрузки при проведении тренировок и соревнований по хоккею с мячом и массовых катаний можно иллюстрировать по фотографиям проб льда. На **фото 1** приведен образец льда, взятый до существенных нагрузок на массив.

Как можно видеть: лёд – монолит с отсутствием газонаполненных областей.

Фото 1. Лед до существенных нагрузок на массив



В ходе использования льда хоккеистами, фигуристами и посетителями сеансов массовых катаний лёд травмируется. Причём эти травмы не удаётся устранить только обслуживанием (строганием и дозаливкой). Лёд приобретает газонаполненную структуру, его скоростные качества ухудшаются. О качестве такого льда можно судить по фотографии травмированных образцов **фото 2** (газонаполненный) или с накоплением травм в верхней зоне массива **фото 3**.

Как видно из приведенного выше материала, очень важно вести мониторинг состояния льда и не допускать существенного падения его скоростных качеств.

Авторами статьи разработа-

на технология лечения травмированного льда для тренировок и соревнований хоккеистов, фигуристов, массовых катаний. На наш взгляд, оптимальная технология лечения заключается в термической обработке массива льда по специальной программе. О действенности такой технологии можно судить по фотографии образца льда (**фото 4**), взятого в той же зоне поля, что и образцы (**фото 2** и **фото 3**), но после проведения лечения термической обработкой.

После лечения зоны газонаполненных областей массива льда существенно уменьшились. А за счет строгания массива на толщину около 10 мм они будут убраны практически полностью.

В периоды соревнований, особенно транслируемых по телевидению, технологическая задача поддержания режимных параметров льда и воздушной среды над его поверхностью существенно усложняется. Включение в период соревнований режима освещения при прямой трансляции телевидения увеличивает приток лучистого тепла к поверхности льда до ~ 169 кВт (арены для хоккея с шайбой) и до ~ 450 кВт (арены для соревнования конькобежцев и для хоккея с мячом). В соответствии с регламентом соревнований изменяется график обслуживания льда. Часто временной интервал между обслуживанием льда сокращается. Такая дополнительная тепловая нагрузка требует своевременной корректировки режима хладоснабжения для исключения роста температуры поверхности льда. Реально за период дневного соревновательного процесса от увеличения световой нагрузки температура поверхности льда возрастает на 1-2 °С. Значительное воздействие на параметры льда и воздушной среды на арене оказывает уменьшение временного интервала обслуживания льда. График заливок (обслуживания) льда в период соревнований часто существенно отличается от оптимальной периодичности заливок. Например, сокращение временного интервала обслуживания до 35-45 минут способно повысить температуру поверхности массива льда за 4-5 часов на 2-3 °С.

Текущая холодопроизводительность системы холодо-снабжения поля равна сумме теплопритоков к массиву льда и опорной плите катка:

$$Q_{\text{схп}} = \sum Q_{1-n} \quad (1)$$

где $Q_{\text{схп}}$ – текущая холодопроизводительность системы холодо-снабжения поля;

Q_{1-n} – виды теплопритоков к массиву льда (наиболее значительные: $Q_{\text{конв}}$ – конвективный поток тепла от воздуха помещения арены к поверхности массива льда, $Q_{\text{луч}}$ – лучистый поток тепла от приборов освещения и нагретых строительных конструкций к поверхности массива льда, $Q_{\text{конд}}$ – тепло, высвобождаемое при конденсации влаги воздуха на поверхности массива льда, $Q_{\text{зап}}$ – приток тепла к массиву льда от периодической заливки поверхности массива при обслуживании).

$$Q_{\text{схп}} = V\gamma c\Delta t \quad (2)$$

где V – объём хладоносителя системы охлаждения поля, прокачиваемого циркуляционными насосами в экранные трубки опорной плиты поля;

γ – плотность хладоносителя;

Δt – разность температур хладоносителя на входе и выходе из экранных трубок опорной плиты.

Численный анализ приведенного теплового баланса массива льда показал, что на конвективный поток тепла от воздуха помещения арены

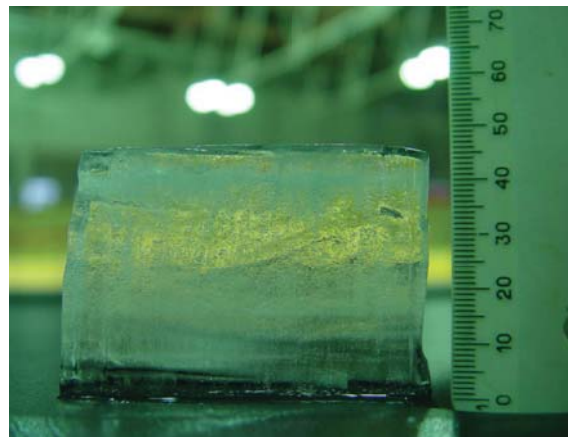


Фото 2. Газонаполненный лед

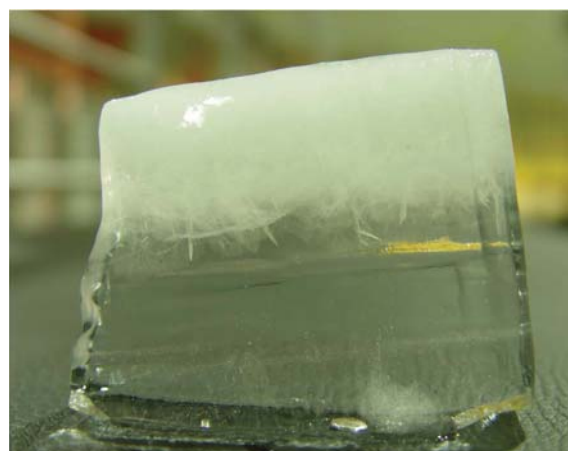


Фото 3. Лед с накоплением травм в верхней зоне массива

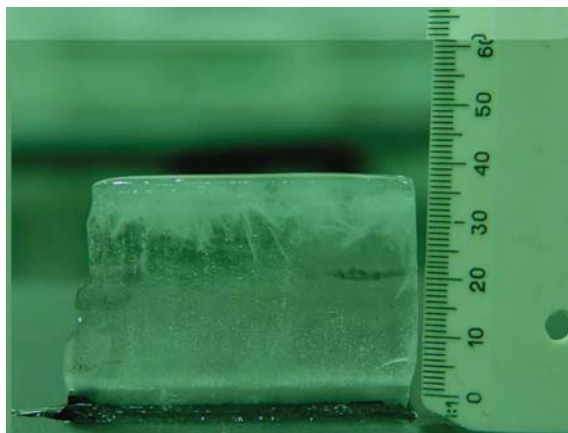
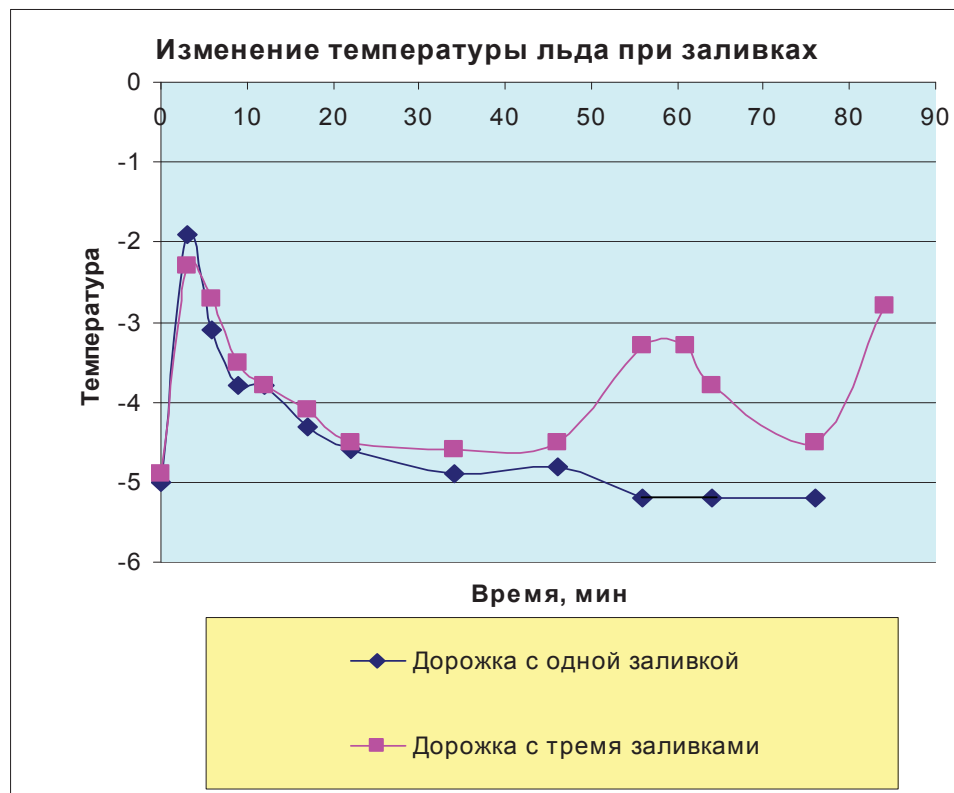


Фото 4. Лед после лечения термической обработкой

Рис. 1. Изменение температуры льда при заливках



к поверхности массива льда, приходится 41,4% суммарных теплопритоков. Лучистый поток тепла от приборов освещения и нагретых строительных конструкций к поверхности массива льда составляет 35%, тепло, высвобождаемое при конденсации влаги воздуха на поверхности льда, укладывается в 2 % от суммарных теплопритоков. Приток тепла от периодической заливки через 45 минут составляет 21,6% суммарных теплопритоков. Суммарный теплоприток к массиву льда в режиме соревнования практически приближается к предельным возможностям системы хладоснабжения поля, если учесть, что теплопритоки к трубопроводам хладоносителя (например, длина трубопроводов для ДС «Мегаспорт»

более 300 м) составляет около 25%. Приведенные данные объясняют имеющий место реальный рост температуры поверхности массива льда в ходе соревнований.

Влияние дозаливки льда на величину температуры его поверхности можно видеть из данных рис. 1. Эксперимент состоял в измерении температуры поверхности массива льда на двух выделенных дорожках, равных по ширине полосе обработки ледового комбайна. Дорожки располагались в одной зоне массива поля. Условия хладоснабжения, освещения и параметры воздушной среды были практически одинаковы. Первая дорожка обрабатывалась комбайном в ходе эксперимента один раз, в начале опыта. Вторая дорож-

ка обрабатывалась комбайном в ходе эксперимента один раз, в начале опыта и далее через 45 минут и через 30 минут.

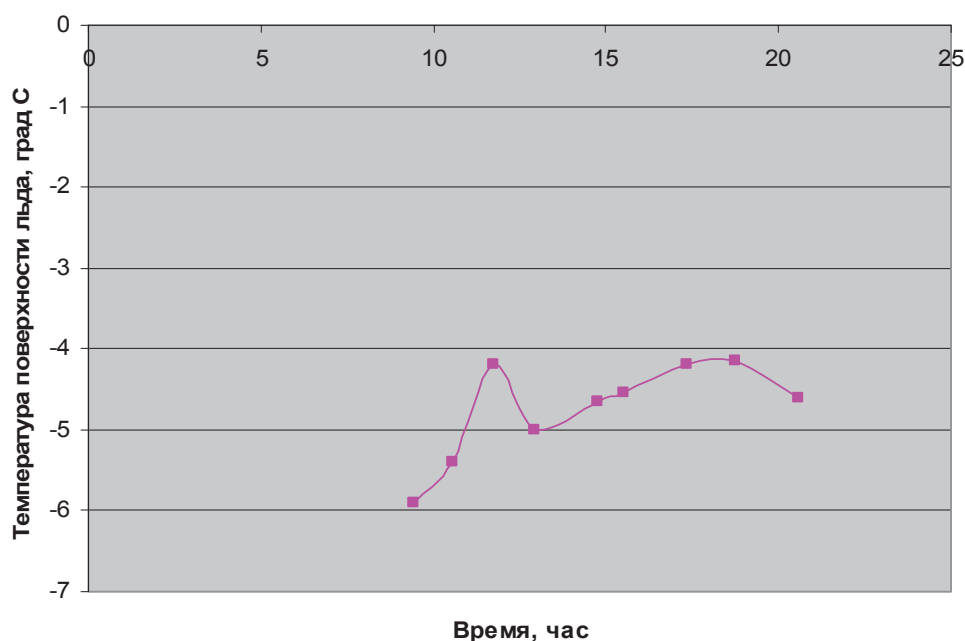
Анализ экспериментальных данных рис. 1 показал, что даже во временном интервале обслуживания льда 50 минут динамика повышения температуры поверхности льда имеет место. При сокращении временного интервала обслуживания льда до 45 минут имеет место рост температуры поверхности массива льда до 0,5°C уже в пределах длительности одного цикла обслуживания льда. Реально во время соревнований временной интервал обслуживания поля меньше 50 минут, что осложняет процесс удержания в ходе соревнования, оптимальных величин температур поверхности массива льда. Это подтверждает результаты проведенного выше анализа теплового баланса массива льда. Этот тезис подтверждают и замеры температуры поверхности массива льда, выполненные в ходе проведения международных соревнований по фигурному катанию на коньках в условиях ДС «Мегаспорт». На рис.2 приведены данные замеров температуры поверхности массива льда в течение одного дня соревнований с момента включения режима освещения «Проведение соревнований по хоккею с шайбой, фигурного катания и гимнастики с трансляцией телевидения».

В соответствии с данными рис. 2, у подготовленного к фигурному катанию льда, имею-

щего температуру около -6°C , с включением режима освещения арены в 9:00 часов отмечается отепление поверхности. Одновременное воздействие лучистого теплопритока от светильников и теплопритока от обслуживания льда в 11:00 приводит к росту температуры его поверхности до -4°C . После чего были приняты меры, которые позволили остановить рост температуры и снизить ее до -5°C . Но, несмотря на это, рост температуры поверхности массива льда продолжался до 18:00 часов. После увеличения временного интервала между обслуживанием льда отмечено снижение температуры его поверхности.

Учитывая, что в условиях рассматриваемых крытых катков изменить при переходе на режим проведения соревнований объём подаваемого хладоносителя сложно, как и изменить регламент соревнований, в соответствии с формулой (2) увеличить холодопроизводительность системы хладоснабжения поля и устранить процесс повышения в ходе соревнований температуры поверхности массива льда можно понизив температуру поступающего в опорную плиту массива льда хладоносителя, например, до -17°C ... -18°C . Холодильные машины системы хладоснабжения поля имеют такие возможности. Сдерживающим фактором такого понижения является конструкция и исполнение трубопроводных магистралей системы хладоснабжения поля.

Рис.2. Изменение температуры поверхности льда в течение одного дня соревнований



Приведенный в данной работе материал технологии спортивного льда проверен практической работой двух ведущих отечественных спортивных комплексов. Основным критерием технологических наработок было обеспечение максимально равных условий для спортсменов в ходе всего соревновательного процесса и обеспечение условий для получения максимально высоких результатов. В качестве примера обеспечения условий для получения высоких результатов можно привести соревнования, проведенные на спортивном комплексе «Крылатское» 22 - 23 ноября 2008 года – этап Кубка мира по скоростному бегу на коньках, на которых Боб де Йонг пробежал дистанцию 10000 м за 12.59.21 (мировой рекорд, полученный в условиях крытого высокогорного катка - 12.41.69), а Клаудиа Песштейн пробежала дистанцию 5000 м

за 6.49.92 (мировой рекорд, полученный в условиях крытого высокогорного катка - 6.45.61), а дистанцию 1500 м за 1.55.96 (мировой рекорд, полученный в условиях крытого высокогорного катка - 1.51.79).

Придавая большое значение повышению качества отечественной тренировочной базы ледовых видов спорта, авторы данной работы готовы оказать посильную техническую помощь в повышении параметров спортивного льда крытых искусственных катков. Одновременно предлагаем сотрудничество научным и творческим коллективам, работающим параллельно с нами над совершенствованием технологии заливки и обслуживания массива спортивного льда.