Данный проект холодильной установки крытого катка в городе Кемерово содержит разработанную схему холодильной установки. Схема – фреоновая, работающая на основе одноступенчатого цикла с экономайзерами.

В технико-экономическом обосновании проекта обоснованно наличие катков и неисправность системы теплоснабжения.

В конструкторско-технологической части выбрана планировка ледового поля, компрессорного цеха и вспомогательных помещений. Произведен расчет теплопритоков для подбора основного и вспомогательного холодильного оборудования. Выбор, монтаж и компоновка оборудования производилась с учетом требований техники безопасности и СНиП.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение……………………………...……………………………………..4

1.Технико-экономическое обоснование проекта………………………...5

2.Конструкторско-технологическая часть …………………………….17

2.1.Планировка крытых катков …………………………………………17

2.2.Конструкция искусственного ледового поля…..................................18

2.3.Расчет теплопритоков………………………………………………...19

2.3.1.Теплоприток от окружающего воздуха……………………………19

2.3.2.Теплоприток от конденсирующейся влаги………………………..20

2.3.3.Теплоприток от ограждений………………………………………..21

2.3.4.Теплоприток от освещения…………………………………………21

2.3.5.Теплоприток от намораживаемого льда…………………………...23

2.3.6.Опредиление суммарной тепловой нагрузки на холодильное оборудование…………………………………………………………………….23

3.Специальная часть: Анализ системы теплоснабжения спортивного комплекса «Кемерово»…………………………………………………………..25

3.1.Расчет сопротивления конвекторов.…………………………………39

3.2.Расчет сопротивления стояков……………………………………….42

3.3…………………………………………………………………………..45

Заключение……………………………………………………………..…51

Список используемой литературы………………………………………52

Приложения……………………………………………………………….53

Изм.

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

АКЗ. 00.00.000.ПЗ

 Разраб.

Сошнянин О. С.

 Провер.

Столетов В.М.

 Реценз.

 Н. Контр.

Иваненко О. В.

 Утверд.

Усов А. В.

Проект холодильной установки крытого катка

в г. Кемерово

Лит.

Листов

58

КемТИПП,гр. Пхм-141

**ВВЕДЕНИЕ**

Искусственный холод является неотъемлемой частью технической базы спорткомплекса. От состояния холодильного хозяйства во многом зависит развитие технического прогресса спортивных арен с искусственным льдом[4].

В целях повышения эффективности холодильного хозяйства, необходимо лучше использовать его основное производство (внедрение новой технологически прогрессивного холодильного оборудования, автоматизация холодильной установки, замена и модернизация устаревшего холодильного оборудования)[5].

Холодильная техника в настоящее время представляет собой высокоразвитую отрасль промышленности, способную удовлетворить самые разнообразные требования, возникающие в связи с необходимостью отводить теплоту от различных объектов при температурах ниже температуры окружающей среды[6].

Задачей данного проекта является разработка холодильной установки крытого катка «Кемерово», а так же анализ теплоснабжения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

# 1.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТа

Ке́мерово — город в России, административный центр Кемеровской области. В настоящее время занимает [тридцатое место по численности населения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_%D1%81_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BC_%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B5_100_%D1%82%D1%8B%D1%81%D1%8F%D1%87_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9) и среди городов России.Расположен на юге [Западной Сибири](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%8C), на обоих берегах рек [Томи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D1%8C_%28%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D0%9E%D0%B1%D0%B8%29) и [Искитимки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%BA%D0%B0), в северной части [Кузнецкого угольного бассейна (Кузбасса)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B5%D0%B9%D0%BD).

Город Кемерово — важный административный, экономический, научный, культурный, транспортный и промышленный центр [Сибири](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%8C), первый по численности населения город в [Кемеровской области](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C), третий — по площади территории (после [Новокузнецка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%86%D0%BA) и [Междуреченска](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BA)), первый — по плотности населения. Население — 553 076 чел. (2016). Город является центром [Кемеровской агломерации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F). В январе 2016 г. в областном центре открылся новый спорткомплекс с ледовой ареной «Кемерово»[7].

Каток — ровная льдообразная [поверхность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) для [катания](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5&action=edit&redlink=1) на [коньках](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%8C%D0%BA%D0%B8) или различных игр.

Катки делятся по типу использования — массовые и спортивные, по типу льда — искусственные и естественные. Спортивные катки, в свою очередь, делятся на крытые и открытые (в нашем случае на крытые).

История.

Раньше, до того как хоккей и фигурное катание стали олимпийскими видами спорта, катание на коньках было возможно только зимой. В [Северной Европе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0) зимний период продолжается дольше, и у них всегда было определённое преимущество. [Хоккей](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D0%BA%D0%BA%D0%B5%D0%B9) и [фигурное катание](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B3%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) стали массовыми и профессиональными видами спорта только после появления закрытых ледовых арен, которые работали круглый год.

7января [1876 года](https://ru.wikipedia.org/wiki/1876_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) в [Лондоне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D0%BD) был открыт первый в мире искусственный каток.

Первая крытая ледовая арена появилась на родине хоккея в [Канаде](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B0) — прототип всех современных катков принадлежит канадцам, братьям Лестеру и Джо [Патрикам](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA), которые в канун Рождества [1912 года](https://ru.wikipedia.org/wiki/1912_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) открыли в городе [Виктория](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%28%D0%91%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BC%D0%B1%D0%B8%D1%8F%29) первую в Канаде закрытую ледовую арену. Стоимость арены была фантастической по тем временам — $110 000, арена вмещала 4000 человек.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Катки в России

Самый старый каток находится в Москве — каток на Петровке, д. 26/9, существующий с середины [XIX века](https://ru.wikipedia.org/wiki/XIX_%D0%B2%D0%B5%D0%BA) С 1860-х годов здесь лучший, как писали современники, в Москве каток, на котором занимались фигурным катанием члены первой спортивной организации Москвы — [Императорского речного яхт-клуба](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D1%85%D1%82-%D0%BA%D0%BB%D1%83%D0%B1).

В [1889 году](https://ru.wikipedia.org/wiki/1889_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) на катке прошел первый в России чемпионат по скоростному бегу на коньках. В течение XX века каток также оставался популярным местом отдыха москвичей и гостей столицы.

 В городе Кемерово только 2 крытых катка – на стадионе Химик и на ФПК.

В районе ФПК областного центра 19.01.2016 открылся новый спорткомплекс с ледовой ареной «Кемерово». В новом комплексе имеется ледовая арена с трибунами для зрителей на 500 мест. Здесь уложен искусственный лед, который будет держаться круглый год. Кроме того, здесь оборудованы три зеркальных зала хореографии и тренажерный зал. Имеются медицинский кабинет, душевые комнаты, 10 раздевалок для спортсменов, 2 специальных зала для просушивания снаряжения. Есть комментаторская, тренерская, судейская, помещение для проведения телетрансляций с видео- и звуковым оборудованием. В центре есть также круглогодичный пункт проката коньков. Так же удобно в новом комплексе будет и людям с ограниченными возможностями. Для них оборудованы пандусы, уборные.

Катание на коньках — самый прекрасный вид зимнего спорта и один из самых доступных. На льду одинаково красиво смотрятся как мужчины, так и женщины. Такой спорт отлично тренирует мышцы, выносливость, закаливает организм, дарит очень много положительных эмоций и радости.

Очень многие спортсмены, фигуристы были достаточно слабыми в детстве. В это трудно поверить, глядя на их силу, выдержку, энергию и умение уверенно держаться на льду. Все это благодаря тренировкам, выполнению упражнений на координацию и равновесие.

Все перечисленные качества им подарили яркие виды спорта — катание на коньках и хоккей с мячом, которые еще являются прекрасным видом активного отдыха.

Чтобы лично на себе испытать, на что способны коньки, не нужно быть профессионалом, достаточно просто хорошо стоять на льду и развивать свои навыки. В данный момент даже в небольших городах открывают катки, которые пользуются большой популярностью. Это гораздо лучше посиделок в кафе, на скамейках или другого бесполезного досуга.

Катание на коньках: польза и плюсы

Большим плюсом являются крытые катки, которые будут доступны для посещений в любое время года. На льду вы забудете об апатии, депрессивном состоянии или унынии, которые частенько приходят зимой.

Отличное настроение. Даже психологи советуют посещать катки в любых сложных жизненных ситуациях, при стрессах и нарушенном сне. И они не ошибаются. Все, кто стоял на коньках, знают о прекрасных ощущениях и новых чувствах.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Катание поможет укрепить иммунитет, оздоровить сердечно -сосудистую и дыхательную системы. Тело станет более пластично и подвижно, начнет исправляться осанка.

Повышается выносливость. Организм вынужден постоянно поддерживать темп и ритм, мышцы всегда в работе (даже те, которые не можете подключить к работе в спортзале), а свежий морозный воздух активно разносит по всему телу кислород.

Укрепляются суставы. Людям с болезнями суставов просто необходимы посещения катков.

Снижение веса. За один час вполне реально скинуть около 400 калорий. Это зависит от массы тела человека и времени проведения на льду. Беспрерывное катание на коньках в течение 60 минут даст лучшие результаты, чем 3 захода по 20 минут.

Развивается внимательность. Возможно, вы этого и не замечаете, но мозг постоянно контролирует происходящую ситуацию: как не зацепить людей, как уберечься от других. Такая вот интеллектуальная тренировка.

Катание на коньках развивает уверенность в себе и снижает появление страха от неудач перед неизвестными людьми.

Помимо всей пользы и достоинств есть еще рекомендации для тех, кому стоит воздержаться от катания на коньках.

Не стоит выходить на лед если у вас:

болезни коленных суставов и позвоночника. Несмотря на то, что на колени идет нагрузка гораздо щадящая, чем при активном беге, но риск падения и повреждения все же высок;

сильные скачки давления, головокружения, общее недомогание;

проблемы вестибулярного аппарата;

простудные не вылеченные заболевания;

плохое зрение;

большой избыточный вес. Если потерять равновесие, то вреда можно себе нанести больше, чем пользы.

Рекомендации для катающихся.

Чтобы снизить травматизм, не стесняйтесь брать налокотники и наколенники.

Почти всегда с вами будут кататься работники катка или тренеры, обращайтесь к ним за советом, вам будут только рады подсказать.

Не стоит переживать из-за своего неумения кататься — никому до вас нет никакого дела

Защищайте руки перчатками или рукавицами, голову — шапкой, а шею — шарфом.

Одевайте удобную и теплую одежду, которая не будет ограничивать вас в любых движениях[8].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Формирование ледовых поверхностей искусственных катков

Издавна люди катаются на коньках по замёрзшим озёрам и рекам, существует богатый опыт создания искусственных катков, разработано достаточно методик замораживания льда для спортивных соревнований по ледовым видам спорта.

Анализ научных работ исследования процессов намораживания и поддержания свойств ледового массива в лабораторных условиях и на аренах конькобежных и хоккейных стадионов позволили определить три основных этапа создания ледового массива.

Определение критериев, обеспечивающих получение льда с определённым комплексом физико-механических свойств для конкретного вида спорта, т.е. перевод субъективных, эмоциональных, описательных пожеланий и требований спортсменов и тренеров на язык физических терминов и моделей.

Разработка физической модели "ледового пирога" для конкретного вида спорта.

Разработка методов структурирования массива с заданными физико-механическими свойствами.

Это, прежде всего:

-определение требований к составу воды, степени её очистки;

-обоснование способов нанесения и толщины каждого разливаемого слоя;

-установление последовательность изменения температуры каждого наносимого слоя;

-определение химического состава каждого слоя;

-учёт параметров воздушной среды.

Это и составляет технологическую карту заливки ледового массива для конкретного вида спорта: предельно жёсткого для конькобежцев, более мягкого и упругого для фигуристов, прочного и устойчивого к трещинам для хоккеистов и т. д. В карту так же входят технические операции по нивелированию развития магистральных трещин и разломов, так как микротрещины неизбежно возникают в силу разности объёмных коэффициентов расширения, и с тем большей вероятностью, чем более чистый, бездефектный и близкий по свойствам монольду "варится" массив.

Разработка прецизионных методов воздействия на верхний обновляемый поверхностный слой льда.

Исследования показали, что воздействие на массив и на поверхность льда – это две самостоятельные задачи, но только сочетание того и другого позволяет создать индивидуальное, оптимальное для данного вида спорта ледовое покрытие.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Наибольшее распространение в мировой практике получило воздействие на поверхностный слой льда. Такие работы проводятся практически всеми ведущими мировыми ледовыми центрами, технологии обработки ледовой поверхности постоянно совершенствуются, и результатом этого является непрерывное обновление абсолютных скоростных достижений даже на равнинных катках. Несмотря на закрытость подобных работ, различие в составах и методах введения ускоряющих присадок, физический механизм этого явления практически идентичен: снижение температуры кристаллизации поверхностного слоя и создание кристаллической структуры, включающей "связанную" воду, служащую дополнительной смазкой при скольжении конька и соответственно уменьшающей сопротивление трения.

Таким образом, все используемые подходы к решению этой задачи базируются на трёх основных вопросах: что, в каких концентрация и где вводить ускоряющие составы.

Разработки основаны на использовании экологически чистых веществ и химических соединений, используемых, в медицине, фармакологии (т.е. совместимых с организмом человека), а также в машиностроении в качестве антифрикционных материалов.

Определение рекомендуемого диапазона исходных концентраций вводимых композитов, является одним из ключевых вопросов при отработке современных технологий воздействия на скользящие свойства льда. Речь идёт исключительно о вводимых микроконцентрациях ввиду того , что достигаемый позитивный результат в случае передозировки оказывается практически нивелирован возникающими "осложнениями". В первую очередь это искажение рельефа ледовой поверхности, размягчение и разрыхление поверхностного слоя льда. Последнее чревато более глубоким проникновением конька в лёд, что существенно увеличивает суммарное сопротивление скольжению и практически сводит на нет эффект от появления дополнительной смазки на поверхности скольжения. Таким образом, не менее значимой стадией исследований является определение оптимального диапазона концентраций выбранного состава присадок, нарушение которого чревато не столько отсутствием положительного результата, сколько существенным ухудшением исходного качества льда.

Появление поверхностных дефектов после завершения кристаллизации разлитой на лёд плёнки жидкости обусловлено в первую очередь стремлением системы к выходу из состояния термодинамической нестабильности, вызванной высвобождением свободной энергии при движении фронта кристаллизации. В этом процессе для системы "выгоднее" перейти в состояние, в котором площадь контакта льда и жидкости будет меньшей. Жидкость "сворачивается", и на ледовой поверхности образуются дефекты: выпуклый рельеф, ухудшающий визуальное восприятие и по характерным размерам дестабилизирующий устойчивое скольжение конька. Таким образом, химическое воздействие на ледовую поверхность - это зона прецизионных микроконцентраций. Любое превышение концентрации чревато разрушением структуры самого массива и ухудшением условий скольжения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Оптимальная концентрация веществ в поверхностном слое достигается различными способами. В частности, можно вводить присадки в микродозах в воду для заливки поверхностного обновляемого слоя или в несколько больших количествах при формировании серединных слоёв "ледового пирога". В последнем случае нужная концентрация на поверхности достигается по истечении определённого времени путём диффузии к поверхности молекул вводимых веществ к поверхности в твёрдом ледяном растворе.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Рис. 1.1 – Рельеф ледовой поверхности при концентрации присадок выше допустимой.

Выбор той или иной технологии определяется в первую очередь видом спорта и соответственно требованиями к механическим свойствам ледового массива. Например, для конькобежного спорта наиболее предпочтителен первый способ, так как диффузия примесей к поверхности "разрыхляет" ледяной массив, снижая его твёрдость, что в итоге приводит к ухудшению скоростных свойств льда. Для хоккея на первый план выходит увеличение прочности льда, способности противостоять агрессивным разрушающим механическим нагрузкам, минимизация сколов и трещин на поверхности. Для этого необходимо с определёнными промежутками модифицировать также структуру внутренних слоёв, снимая возникающие напряжения и придавая ледяному массиву большую пластичность.

Следует обратить внимание на то, что проблемы искажения поверхности актуальны не только в том случае, когда активные соединения вводятся направленно для снижения сопротивления скольжению. Это острая проблема и для хоккейных полей.

На Рис 1.1 показана искажённая характерным выпуклым рельефом ледовая поверхность, залитая водой с концентрацией присадок выше допустимой, а на Рис. 1.2 и Рис.1.3 видны "косички" и "оспинки", но это следствие химических выделений из материала рекламы, традиционно наносимой на лёд хоккейного поля. Так необходимый и финансово оправданный атрибут – реклама – в зависимости от состава материала может привести к таким плачевным последствиям.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Рис. 1.2 Результат воздействия химических выделений из материала рекламы, нанесённой на лёд хоккейного поля.

Изучение природы возникновения поверхностных дефектов позволило определить и экспериментально апробировать группу веществ и соединений, введение которых вместе с ускоряющими присадками способно предотвращать появление искажений ледовой поверхности. Эти вещества активно используются на предприятиях военно-промышленного комплекса для обеспечения наиболее высокой степени чистоты поверхности и минимизации коэффициента трения.

Второе требование к хоккейному льду – это прозрачность верхней части массива,позволяющая чётко видеть разметку поля и рекламные изображения, а также минимум снежной стружки, скрывающей разметочные линии и искажающей траекторию шайбы в центральной зоне поля.



Рис. 1.3-Результат воздействия химических выделений из материала рекламы, нанесённой на лёд хоккейного поля

Ещё одна достаточно актуальная и востребованная задача - это применение специальных методов воздействия на ледовое покрытие для проведения развлекательных программ, красочных шоу в рамках телевизионных трансляций. Здесь можно применять специальные добавки, изменяющие оптические свойства льда: поверхность становится более блестящей, сверкающей, возможно размещение голографических изображений, отражающих элементов и т.д.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Следует отметить, что для конькобежцев наиболее действенным способом улучшения результатов является увеличение твердости ледовой основы: при равных температуре льда и составе воды реальная глубина проникновения конька в лёд и суммарная площадь поверхности трения на твёрдом льду гораздо меньше.

Однако, при измерении твёрдости ледовой поверхности, то наиболее распространённые статические методы и приборы неприемлемы. Они основаны на внедрении (вдавливании) в течение определённого времени твёрдых тел (инденторов) в тело льда с приложением статической нагрузки (рис.1.6). Охладить инденторы, приборы и грузы и прецизионно поддерживать их температуру на уровне температуры поверхности льда в течение всего времени измерения - задача практически невыполнимая - это раз. Они проникают внутрь льда на определённую глубину, а нас интересует твёрдость поверхности - это два. Инденторы травмируют и подплавляют поверхность - это три. В статических методах воздействие механической

нагрузки происходит во времени, а не мгновенно, как от конька, - это четыре.

Для решения данных задач представляется метод Шора. Он основан на измерении интервала времени между отскоками шарика от поверхности льда. Расшифровка и обработка звукового файла (рис. 1.4) позволяет определять степень рассеивания энергии во время удара, которая служит мерой твёрдости поверхности. При этом поверхность льда не травмируется.



Рис. 1.4 Расшифровка звукового файла при измерении твердости поверхности льда динамическим методом

Теперь о прочности льда: это хоккейная прерогатива. Воздействие конька хоккеиста (рис. 1.5) жёсткое и агрессивное, скорости велики, нагрузки носят ударный характер и направлены под различными углами к поверхности льда. Наличие сколов, накопление снежного крошева нежелательно. Поэтому для хоккея нами разработана иная технология заливки массива льда, основанная на введении специальных промежуточных слоёв и формирующая лёд существенно менее хрупкий, выдерживающий большие разрушающие нагрузки. Испытания образца льда, намороженного по технологии, разработанной для хоккейных ледовых покрытий, проводились в соответствии с существующим характером воздействия конька хоккеиста на лёд. Первый скол на таком образце появился на глубине 12-15 мм только после многократного ударного воздействия. Аналогичный образец, намороженный из той же воды, но без введения добавок, скалывался практически от первого воздействия идентичной силовой нагрузки и разрушался на 2-3-м ударе.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Предложенная технология предусматривает комплекс мероприятий по снятию термических напряжений в течение процесса намораживания ледового массива и введение промежуточных слоёв с композитными присадками, увеличивающими возможность пластической деформации льда без его разрушения.



Рис.1.5 Характер повреждений ледовой поверхности коньками хоккеистов

Важным показателем качества ледового покрытия является изотермичность поверхности, которая может быть обеспечена только тщательным соблюдением всех технологических операций изготовления охлаждаемой бетонной плиты ледового поля. Неоднородность бетона, недостаточная фиксация элементов трубной системы и многое другое могут создать неравномерность распределения температуры на плите и ледовой поверхности.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Ещё одна актуальная ледовая задача - покрытие для кёрлинга. Разработаны специальные добавки и составы для нанесения бугорков на основную поверхность. Микродобавки этих веществ позволяют существенно увеличить срок "жизни" бугорков - не стираться до конца игрового периода.



Рис.1.6 Испытания на прочность льда, изготовленного по специальной рецептуре для хоккейных полей

В настоящее время разработан и запатентован ряд принципиально новых методов создания комбинированных ледовых покрытий, отдельные участки которых существенно отличаются по своим физико-механическим свойствам. Так, для конькобежцев - это твёрдый и предельно скользкий на прямолинейных участках и более вязкий и "упругий" на виражах во избежание падений. Для хоккея - различный по свойствам лёд в центральной зоне, на вратарской площадке и за воротами, где его надо практически армировать, так как там происходят основные столкновения и баталии между хоккеистами.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таким образом, направленное воздействие на кристаллическую решётку льда во время формирования ледового массива таит в себе огромные, во многом ещё не использованные технические возможности. Полученные результаты уже дали до 30-35% прироста скользящих свойств льда.

Введение микродоз специальных присадок, модифицирующих молекулярную структуру поверхностного слоя льда, позволяет дополнительно снижать сопротивление трения конька, что в сочетании с первым пунктом выводов до 50-55% улучшает скользящие свойства льда.

Разработаны практические методы формирования ледовых массивов для конькобежного спорта, хоккея, фигурного катания, кёрлинга; для них созданы индивидуальные заливочные карты.

Современные требования к качеству различных ледовых покрытий, в свою очередь, обуславливают необходимость расширения возможностей систем хладоснабжения в плане регулирования температурного уровня и интенсивности теплоотвода от поверхности кристаллизации, так как это один из наиболее существенных способов влияния на кристаллическую структуру ледового массива.

В данном проекте предлагается произвести анализ системы теплоснабжения спортивного комплекса «Кемерово». В ходе анализа мы выяснили, что тепловой узел №1 не обеспечивает нужную температуру в зимний период , в помещениях спортивного комплекса. В связи с этим было принято решение произвести расчет этого узла[9].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

# 2. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**2.1 Планировка крытых катков**

Планировка крытых катков с искусственным льдом выполняется по приложению к СНиП 2.08.02-89 «Проектирование спортивных залов, помещений для физкультурно-оздоровительных занятий и катков с искусственным льдом». Сетка колонн принимается 66, м.

Крытые катки с искусственным льдом предусматривают, как правило , универсальными – для попеременного использования по хоккею и фигурному катанию на коньках. Размеры ледовое поле для хоккея и фигурного катания составляют 3060 м.

Качество ледяного покрова во многом определяется конструкцией охлаждающей батареи. При выборе ее обращают внимание на допустимую разность температуры охлаждающей среды в трубах и соответствующую разность температуры поверхности льда. Принимаемый перепад температуры охлаждающей среды в трубах ледяного поля составляет от 0,9 до 4°С и обычно не зависит от конструкции трубной батареи поля.

При выборе конструкции трубной батареи учитывают сопротивление движению охлаждающей среды вдоль трубной плети, удобство расположения магистралей и распределительных коллекторов, простоту и надежность удаления воздуха из систем с промежуточным хладоносителем и д.р. Воздух, попавший в рассольную систему, удаляют из распределительных и сборных коллекторов охлаждающих батарей. Для этого в верхнюю зону коллекторов вваривают воздухоспускные трубки с вентилями или кранами диаметром 15-20 мм. Воздух удаляется также через расширительный сосуд, который служит для компенсации колебаний объема рассола в системе, или бак-аккумулятор.

В проекте приняты змеевиковые батареи.

Охлаждающие батареи собирают из пластиковых труб. Влияние диаметра труб на требуемую температуру охлаждающей среды и качество поверхности льда невелико. Если температура труб в поперечном сечении катка одинакова, то с увеличением диаметра труб температура льда становится более равномерной и повышается требуемая температура охлаждающей среды.

Диаметр труб в системах с промежуточным хладоносителем выбирают так, чтобы скорость рассола была в среднем 0,6-08 м/с, при которой воздух не выделяется из потока, а также создается сопротивление движению рассола в трубных батареях поля, способствующее его равномерному распределению по отдельным трубам.

Для равномерного распределения охлаждающей среды по трубам скорость ее движения в коллекторах должна быть значительно меньше, чем в охлаждающих трубах.

Неравномерности температуры возрастает с увеличением расстояния между трубами и падает с ростом толщины слоя льда. При увеличении расстояния между трубами снижаются капитальные затраты, но одновременно растут эксплуатационные расходы, связанные с необходимостью увеличивать толщину слоя льда.

Принята конструкция охлаждающих батарей: диаметр 30 мм, шаг между трубами 100 мм.

**2.2 Конструкция искусственного ледового поля**

****Рис.2.1 Конструкция искусственного ледового поля.

1-лёд; 2-бетонная охлаждающая плита; 3-трубы хладоносителя; 4-опоры под трубы; 5-стяжка; 6-слой скольжения; 7-пароизоляция; 8-теплоизоляция; 9-бетонная плита; 10-трубы теплоносителя; 11-силовая бетонная плита; 12-писчанно-гравийная смесь

Бетонная охлаждающая плита толщиной 100 мм укладывается на слой скольжения, который состоит из защитных ограждений (листов рубероида, алюминиевой фольги, поливинилхлорида) и помещенного между ними слоя (1-2 мм) материала, обладающего малым коэффициентом трения: порошкообразного графита, талька графитно-масляной эмульсии, специальных синтетических мастик, стандартных графитных смазок, загустевающих при низких температурах. Под слой скольжения укладывается слой теплоизоляции толщиной 100 мм. Под слоем изоляции

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

располагается бетонная плита, внутри которой находится система защиты грунта от промерзания. Для облегчения перемещения бетонной плиты 9 под воздействием изменения температуры между трубами теплоносителя и естественным грунтом укладывается 0,5 м промытого песка и 0,1 м битума.

**2.3 Расчет теплопритоков**

В теплотехническом расчете катка определяют производительность холодильного оборудования, достаточную для поддержания льда заданной температуры в наиболее теплое время периода эксплуатации. При установившемся режиме работы холодильное оборудование должно компенсировать теплопритоки к охлаждающей плите катка[1].

**2.3.1 Расчет теплопритоков от окружающего воздуха**

Удельный теплоприток от окружающего воздуха естественной конвекций, к поверхности одного льда, находится по формуле [1].

 ( 2.1)

где - температура воздуха над поверхность льда, ;

 - температура поверхности льда, ;

 - коэффициент теплоотдачи от окружающего воздуха к поверхности льда, в случае естественной конвекции воздуха вычисляется по формуле.

  (2.2)

;

Общий теплоприток, кВт, определяется по формуле.

 (2.3)

где F – площадь охлаждающей плиты, F=1514,

**2.3.2 Теплоприток от конденсирующей влаги**

Удельный теплоприток от конденсирующейся влаги находится по формуле [1]

 (2.4)

где – коэффициент влаговыпадения, определяется по формуле

 (2.5)

где , , – соответственно энтальпия воздуха над катком, энтальпия воздуха в состоянии насыщения при температуре поверхности льда, энтальпия льда, , ,

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

 [1];

, – соответственно влагосодержание воздуха в потоке над катком, влагосодержание воздуха при температуре поверхности льда

 ,.

Общий теплоприток от конденсации влаги, кВт, определяется по формуле (2.4)

 кВт

**2.3.3 Теплоприток от ограждений**

Удельный лучистый тепловой поток от ограждений, определяется по формуле [1]

 (2.6)

где Tогр – средневзвешенная абсолютная температура поверхностей окружающая каток, для инженерных расчетов может быть принята абсолютной температуре наружного воздуха, Тогр=Тв=279,К;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Тл – абсолютная температура льда, Тл=267,К.

 Вт/м2

Общий теплоприток от ограждений, кВт, определяется по формуле(2.4)

,

 кВт

**2.3.4 Теплоприток от освещения**

Теплоприток от освещения определяется по формуле[1]

, (2.7)

где А=0,5 – коэффициент поглощения слоя льда, намороженного на охлаждающую плиту [3];

Nосв – суммарная мощность источников света, Вт;

n – лучистая составляющая полного теплового потока от светильников (для ламп накаливания лежит в приделах 0,430,52 [18]);

К=0,80,9 – коэффициент, учитывающий количество лучистой энергии, попадающей непосредственно на лед [3].

Суммарная мощность осветительных приборов Nосв, Вт, определяется по формуле

 , (2.8)

где Nсв – мощность одного светильника, Вт;

z – число светильников, шт.

По методике расчета освещения методом коэффициента использования светового потока количество светильников заданного типа определяется по формуле

 (2.9)

где – минимальная нормируемая освещенность, лк. Для катков с искусственным льдом с которых предполагается трансляция по цветному телевидению минимальная нормируемая освещенность должна составлять 1000, лк [3];

S – площадь помещения, S=1514, м2.

Fл – световой поток лампы, лм, для ламп накаливания мощностью Nсв=1500, Вт, Fл=20000, лм;

η=0,65 - коэффициент использования светового потока.

Общий теплоприток от освещения, кВт, определяется по формуле (2.3)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**2.3.5 Теплоприток от намораживаемого льда**

Теплоприток от намораживаемого льда определяется по формуле[1]

 (2.10)

где – масса намораживаемого льда, кг;

 - температура замерзания воды, ;

 - температура воды для заливки льда, принимаем ;

 - теплоемкость воды, кДж/кг[1];

 - теплоемкость льда, кДж/кг [1];

 - время замораживания льда, час [3].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Масса намораживаемого льда определяется по формуле

 (2.11)

где – плотность льда, кг/м3 [3];

 – оббьем намораживаемого льда, м3.

Обьем намораживаемого льда , определяется по формуле

 (2.12)

где h=0,03 – толщина льда, м [3].

**2.3.6 Определение суммарной тепловой нагрузки на холодильное оборудование**

Суммарная тепловая нагрузка на холодильное оборудование определяется по формуле [1]

Где k – коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах и аппаратах холодильной установки, при рассольном охлаждении k=1,12;

 – сумма всех теплопритоков к охлаждающей плите, кВт, определяется по формуле

**

44,329+36,18+41,94+41,03+63,6=227 кВт

227·1,12=254 кВт.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

**3.Специальная часть: Анализ системы теплоснабжения спортивного комплекса «Кемерово».**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Анализ системы теплоснабжения представляет собой гидравлический и расчет потерь давления.

Задача гидравлического расчета состоит в обоснованном выборе  экономичных диаметров труб с учетом принятых перепадов давлений и расходов теплоносителя. При этом должна быть гарантирована подача его во все части системы отопления для обеспечения расчетных тепловых нагрузок нагревательных приборов.

Гидравлический расчет трубопроводов выполняют по заранее сконструированной схеме, состоящей из отдельных расчетных участков. Расчетным участком называют отрезок трубопровода одного диаметра с постоянным расходом теплоносителя.

Потери давления на расчетном участке при движении жидкости в круглых трубах находят по общеизвестной формуле гидравлики

где I — длина трубопровода расчетного участка, м;

λ — безразмерный коэффициент трения;

d — внутренний диаметр трубы, м;

v — скорость потока, м/сек;

 -сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке;

Р – плотность (объемная масса) теплоносителя, кг/м3.

Потери давления на расчетном участке складываются из потерь на трение Rl и потерь в местных сопротивлений Z. Величина R — есть удельная потеря давления на трение, прямо пропорциональная коэффициенту трения λ и динамическому давлению и обратно пропорциональная диаметру трубы d. Таким образом, чем больше расход теплоносителя G и меньше диаметр трубы d, тем больше будут удельные потери R, т. е.

Потери давления в местных сопротивлениях Z обусловливаются изменением скорости и направления движения потока. Значит, на величину Z оказывают влияние изменение расхода теплоносителя G, а также форма и конструктивные особенности расчетного участка, т. е.

где-сумма коэффициентов местных сопротивлений (к. м. с.).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Общие потери давления на всех расчетных участках Рассматриваемого трубопровода системы отопления могут быть выражены формулой

Безразмерный коэффициент трения λ–величина переменная, зависящая от относительной шероховатости стенки трубы и режима движения потока, характеризуемого критерием Рейнольдса Re, т.е.

где — эквивалентная шероховатость — условная линейная величина, характеризующая не только размеры, но и форму выступов на внутренней поверхности стенки трубы (зернистую шероховатость).

Величина есть относительная гладкость стенки, или характеристика трубы.

Критерий (или число) Рейнольдса Re зависит от диаметра трубы d, скорости потока v и коэффициента кинематической вязкости среды v:

Этот критерий позволяет судить о режиме движения потока. Опытами установлено, что при значениях Re<2320 движение потока жидкости в трубах является слоистым (ламинарным). Тогда коэффициент гидравлического трения в ламинарном режиме находят по формуле Пуазейля

В системах отопления ламинарное движение потока почти не встречается. Например, для воды температурой t—80°С при диаметре трубы d=15 мм скорость ограничивается величиной v=0,04 м/сек.

 Поскольку трубопроводы систем отопления в ламинарном режиме практически не работают, все таблицы и номограммы для гидравлических расчетов составлены для турбулентного движения потока.

Критическую скорость перехода ламинарного движения потока в турбулентное определяют из выражения

Из гидравлики известно, что турбулентный режим имеет три области движения потока: гидравлически гладких труб, переходную область от гладких к шероховатым трубам и гидравлически шероховатых труб.

В области гидравлически шероховатых труб значение λ зависит только от относительной шероховатости стенок трубы Здесь толщина пограничного ламинарного слоя жидкости б меньше выступов k. Коэффициент трения при б<& подчиняется квадратичному закону и определяется по формуле Никурадзе

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Общие принципы и последовательность подготовительных операций и этапов гидравлического расчета трубопроводов систем центрального отопления заключаются в следующем: на основании технико-экономических соображений и требований норм в зависимости от назначения здания, архитектурно-планировочного решения (размеров, этажности и пр.) выбирают принципиальную схему системы отопления, конструкцию и тип нагревательных приборов, параметры теплоносителя, способы циркуляции воды в системе, размещают разводящие магистрали и стояки и т. д. После размещения на планах здания нагревательных приборов, стояков и разводящих магистралей конструируют пространственную схему всей системы отопления в целом. Для многоэтажных зданий такую схему выполняют лишь для разводящих магистралей с отростками стояков. Узел управления ТЭЦ или коммуникации встроенной котельной вычерчивают отдельно. Стояки с нагревательными приборами изображают в виде развертки. Конструкция этажестояков должна быть по возможности единообразной и отвечать требованиям индустриализации монтажных работ. Применять для стояков трубы разных диаметров можно лишь при необходимости увязать расходуемые давления в сети.

Для точного учета местных сопротивлений на всех расчетных схемах и развертках стояков должны быть указаны все изгибы труб, запорно-регулирующая арматура, вспомогательные устройства и оборудование.

На основании расчета теплопотерь на схемы наносят тепловые нагрузки нагревательных приборов, стояков и всех расчетных участков

по отдельным циркуляционным кольцам и ветвям системы отопления.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Каждое циркуляционное кольцо водяного отопления или ветку паропровода разбивают на расчетные участки по ходу движения теплоносителя. Для каждого расчетного участка надо указать порядковый номер, длину l, м, и расход G, кг/ч.

Приняв параметры теплоносителя и располагаемый перепад давлений в системе отопления и пользуясь вспомогательными расчетными таблицами или номограммами, по принятой методике гидравлического расчета находят потери давления на трение RI и в местных сопротивлениях Z для всех расчетных участков. Затем найденные потери давления суммируют по циркуляционным кольцам и ветвям расчетной схемы трубопроводов в пределах рассматриваемых расчетных участков 1до n.

Полученные результаты должны соответствовать требованиям норм: невязки в расходуемых давлениях по отдельным кольцам и ветвям системы не должны превышать допустимых значений. Величину запаса или невязки используемых давлений определяют по формуле[2].

Расчетная схема отопления помещений представлена на *рис.3.1*



Рис.3.1-расчетная схема отопления

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Характеристики участков системы отопления представлены в таблице (3.1)

Таблица 3.1-Характеристики участков системы отопления

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Lтр. мм | Dтр. мм | № местн.сопр. |
| 1 | 2800 | 57 | 2 |
| 2 | 2600 | 57 | 2 |
| 3 | 2800 | 57 | 11 |
| 4 | 2100 | 32 | 11 |
| 5 | 3900 | 20 | 2 |
| 6 | 500 | 20 | 19 |
| 7 | 800 | 32 | 11 |
| 8 | 4500 | 20 | 2 |
| 9 | 125 | 20 | 2 |
| 10 | 125 | 20 | 2 |
| 11 | 125 | 20 | 2 |
| 12 | 125 | 20 | 19 |
| 13 | 500 | 20 | 23 |
| 14 | 200 | 32 | 2 |
| 15 | 200 | 32 | 2 |
| 16 | 5000 | 32 | 11 |
| 17 | 250 | 20 | 2 |
| 18 | 250 | 20 | 2 |
| 19 | 4000 | 20 | 2 |
| 20 | 500 | 20 | 19 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

30

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 21 | 100 | 32 | 2 |
| 22 | 1200 | 32 | 2 |
| 23 | 2400 | 32 | 2 |
| 24 | 800 | 32 | 2 |
| 25 | 1400 | 32 | 2 |
| 26 | 200 | 32 | 11 |
| 27 | 4500 | 20 | 2 |
| 28 | 500 | 20 | 19 |
| 29 | 500 | 20 | 16 |
| 30 | 4200 | 32 | 11 |
| 31 | 4500 | 20 | 2 |
| 32 | 500 | 20 | 19 |
| 33 | 500 | 20 | 18 |
| 34 | 500 | 32 | 12 |
| 35 | 5200 | 25 | 11 |
| 36 | 4500 | 20 | 2 |
| 37 | 100 | 20 | 2 |
| 38 | 100 | 20 | 2 |
| 39 | 100 | 20 | 2 |
| 40 | 100 | 20 | 2 |
| 41 | 100 | 20 | 19 |
| 42 | 500 | 20 | 16 |
| 43 | 200 | 25 | 2 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

31

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Продолжение таблицы 3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

32

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 44 | 2800 | 25 | 11 |
| 45 | 4150 | 20 | 2 |
| 46 | 225 | 20 | 2 |
| 47 | 225 | 20 | 2 |
| 48 | 225 | 20 | 17 |
| 49 | 700 | 20 | 17 |
| 50 | 2600 | 25 | 2 |
| 51 | 6100 | 25 | 2 |
| 52 | 2800 | 25 | 2 |
| 53 | 6300 | 25 | 2 |
| 54 | 200 | 25 | 2 |
| 55 | 3900 | 20 | 19 |
| 56 | 700 | 20 | 19 |
| 57 | 700 | 20 | 19 |
| 58 | 3400 | 40 | 11 |
| 59 | 3900 | 20 | 2 |
| 60 | 500 | 20 | 19 |
| 61 | 600 | 40 | 11 |
| 62 | 3900 | 20 | 2 |
| 63 | 500 | 20 | 19 |
| 64 | 500 | 20 | 18 |
| 65 | 4500 | 40 | 11 |
| 66 | 3900 | 20 | 2 |

Продолжение таблицы 3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

33

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 67 | 500 | 20 | 18 |
| 68 | 1600 | 40 | 11 |
| 69 | 3900 | 20 | 2 |
| 70 | 500 | 20 | 18 |
| 71 | 500 | 20 | 20 |
| 72 | 5500 | 40 | 2 |
| 73 | 400 | 40 | 11 |
| 74 | 3900 | 20 | 2 |
| 75 | 500 | 20 | 18 |
| 76 | 500 | 20 | 20 |
| 77 | 3300 | 40 | 11 |
| 78 | 3900 | 20 | 2 |
| 79 | 500 | 20 | 17 |
| 80 | 500 | 20 | 21 |
| 81 | 2400 | 40 | 2 |
| 82 | 2000 | 40 | 11 |
| 83 | 3850 | 20 | 2 |
| 84 | 400 | 20 | 17 |
| 85 | 400 | 20 | 21 |
| 86 | 600 | 40 | 11 |
| 87 | 7750 | 20 | 2 |
| 88 | 400 | 20 | 16 |
| 89 | 400 | 20 | 16 |

Продолжение таблицы 3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

34

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 90 | 400 | 20 | 16 |
| 91 | 3400 | 40 | 2 |
| 92 | 300 | 40 | 11 |
| 93 | 8350 | 20 | 2 |
| 94 | 400 | 20 | 16 |
| 95 | 400 | 20 | 16 |
| 96 | 400 | 20 | 16 |
| 97 | 300 | 40 | 12 |
| 98 | 5600 | 32 | 2 |
| 99 | 500 | 32 | 2 |
| 100 | 2100 | 32 | 2 |
| 101 | 600 | 32 | 11 |
| 102 | 6800 | 20 | 2 |
| 103 | 1000 | 20 | 2 |
| 104 | 250 | 20 | 2 |
| 105 | 250 | 20 | 19 |
| 106 | 500 | 20 | 19 |
| 107 | 500 | 20 | 22 |
| 108 | 5600 | 32 | 11 |
| 109 | 6800 | 20 | 2 |
| 110 | 1000 | 20 | 2 |
| 111 | 250 | 20 | 2 |
| 112 | 250 | 20 | 19 |

Продолжение таблицы 3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

35

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 113 | 500 | 20 | 22 |
| 114 | 500 | 20 | 22 |
| 115 | 500 | 32 | 11 |
| 116 | 6800 | 20 | 2 |
| 117 | 1000 | 20 | 2 |
| 118 | 250 | 20 | 2 |
| 119 | 250 | 20 | 19 |
| 120 | 500 | 20 | 22 |
| 121 | 500 | 20 | 22 |
| 122 | 200 | 32 | 2 |
| 123 | 300 | 32 | 2 |
| 124 | 5400 | 32 | 11 |
| 125 | 2900 | 20 | 2 |
| 126 | 1000 | 20 | 2 |
| 127 | 2900 | 20 | 2 |
| 128 | 1000 | 20 | 2 |
| 129 | 250 | 20 | 2 |
| 130 | 250 | 20 | 19 |
| 131 | 500 | 20 | 19 |
| 132 | 500 | 20 | 22 |
| 133 | 500 | 32 | 11 |
| 134 | 2900 | 20 | 2 |
| 135 | 1000 | 20 | 2 |

Продолжение таблицы 3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

36

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 136 | 2900 | 20 | 2 |
| 137 | 1000 | 20 | 2 |
| 138 | 250 | 20 | 2 |
| 139 | 250 | 20 | 16 |
| 140 | 500 | 20 | 19 |
| 141 | 500 | 20 | 22 |
| 142 | 5600 | 32 | 11 |
| 143 | 2900 | 20 | 2 |
| 144 | 1000 | 20 | 2 |
| 145 | 2900 | 20 | 2 |
| 146 | 1000 | 20 | 2 |
| 147 | 250 | 20 | 2 |
| 148 | 250 | 20 | 16 |
| 149 | 500 | 20 | 19 |
| 150 | 500 | 20 | 22 |
| 151 | 500 | 32 | 11 |
| 152 | 2900 | 20 | 2 |
| 153 | 1000 | 20 | 2 |
| 154 | 2900 | 20 | 2 |
| 155 | 1000 | 20 | 2 |
| 156 | 250 | 20 | 2 |
| 157 | 250 | 20 | 16 |
| 158 | 500 | 20 | 19 |

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 159 | 500 | 20 | 22 |
| 160 | 500 | 32 | 12 |
| 161 | 2000 | 25 | 11 |
| 162 | 2900 | 20 | 2 |
| 163 | 1000 | 20 | 2 |
| 164 | 2900 | 20 | 2 |
| 165 | 1000 | 20 | 2 |
| 166 | 250 | 20 | 2 |
| 167 | 250 | 20 | 16 |
| 168 | 500 | 20 | 19 |
| 169 | 500 | 20 | 22 |
| 170 | 500 | 25 | 11 |
| 171 | 2900 | 20 | 2 |
| 172 | 1000 | 20 | 2 |
| 173 | 2900 | 20 | 2 |
| 174 | 1000 | 20 | 2 |
| 175 | 250 | 20 | 2 |
| 176 | 250 | 20 | 16 |
| 177 | 500 | 20 | 19 |
| 179 | 5600 | 25 | 2 |
| 180 | 2700 | 25 | 2 |
| 181 | 200 | 25 | 11 |
| 182 | 250 | 20 | 2 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

37

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Продолжение таблицы 3.1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

38

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 183 | 250 | 20 | 16 |
| 184 | 700 | 25 | 11 |
| 185 | 250 | 20 | 2 |
| 186 | 250 | 20 | 16 |
| 187 | 2700 | 25 | 11 |
| 188 | 2900 | 20 | 2 |
| 189 | 1000 | 20 | 2 |
| 190 | 2900 | 20 | 2 |
| 191 | 1000 | 20 | 2 |
| 192 | 250 | 20 | 2 |
| 193 | 250 | 20 | 16 |
| 194 | 500 | 20 | 19 |
| 195 | 500 | 25 | 2 |
| 196 | 2900 | 20 | 2 |
| 197 | 1000 | 20 | 2 |
| 198 | 2900 | 20 | 2 |
| 199 | 1000 | 20 | 2 |
| 200 | 250 | 20 | 2 |
| 201 | 250 | 20 | 16 |
| 202 | 500 | 20 | 19 |
| 203 | 500 | 20 | 16 |

Расшифровка местных сопротивлений

2-плавный поворот,;

11-тройник,;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

39

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

12-

16-РКО-207, ;

17-РКО-209, ;

18-РКО-210 ,;

19-РКО-212,;

20-РКО-213 ,;

21-РКО-216 ,;

22-РКО-219 ,;

**3.1 Расчет сопротивления конвекторов**

Схема конвектора представлена на рисунке 3.2



Рисунок 3.2-схема калорифера

Сопротивление калориферов рассчитывают по формуле[2].

 (3.1)

Где -безразмерный коэффициент трения,;

-длина труб,м

 D-диаметр труб,D=0,014,м

 n-прямой отрезок трубы;

 m-количество калачей;

 -сопротивление калача,;

-сопротивление симметричного тройника,.

РКО-207

Рко-209

РКО-210

РКО-212

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

40

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

РКО-213

РКО-216

РКО-219

РКО-222

РКО-225

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

41

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Характеристики конвекторов приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Q,кВт | H,мм | L,мм | V, |  | Кол.калачей,мм | Кол.труб,мм |  | № на схеме |
| РКО-207 | 0,795 | 250 | 700 | 0,78 | 650 | 6 | 8 | 1,86 | 16 |
| РКО-209 | 1,091 | 250 | 900 | 1,04 | 850 | 6 | 8 | 2,11 | 17 |
| РКО-210 | 1,179 | 250 | 1000 | 1,15 | 950 | 6 | 8 | 2,24 | 18 |
| РКО-212 | 1,459 | 250 | 1200 | 1,44 | 1150 | 6 | 8 | 2,50 | 19 |
| РКО-213 | 1,609 | 250 | 1300 | 1,57 | 1250 | 6 | 8 | 2,63 | 20 |
| РКО-216 | 2,049 | 250 | 1600 | 1,96 | 1550 | 6 | 8 | 3,01 | 21 |
| РКО-219 | 2,472 | 250 | 1900 | 2,36 | 1850 | 6 | 8 | 3,40 | 22 |
| РКО-222 | 2,905 | 250 | 2200 | 2,76 | 2150 | 6 | 8 | 3,78 | 23 |
| РКО-225 | 3,336 | 250 | 2500 | 3,15 | 2450 | 6 | 8 | 4,17 | 24 |

**3.2 Расчет сопротивления стояков**

Сопротивление стояков рассчитывают по формуле[2]

 (3.2)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

42

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

43

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Характеристики стояков и результаты расчета сведены в таблицу 3.3

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

44

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

Таблица3.3-характеристики стояков и результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ,мм |  |  |  |  | QкВт |
| 1 | 8,8 | 7,48 | 0,24 | 2,50 | 10,22 | 1,459 |
| 2 | 11 | 9,35 | 1,2 | 6,28 | 16,83 | 4,364 |
| 3 | 10 | 8,5 | 0,72 | 2,50 | 11,72 | 1,459 |
| 4 | 10 | 8,5 | 0,48 | 4,36 | 13,34 | 2,254 |
| 5 | 10 | 8,5 | 0,48 | 4,74 | 13,72 | 2,638 |
| 6 | 11 | 9,35 | 1,44 | 4,36 | 15,15 | 2,254 |
| 7 | 10,3 | 8,75 | 0,96 | 4,22 | 13,93 | 2,182 |
| 8 | 10,8 | 9,18 | 0,48 | 7,50 | 17,16 | 4,377 |
| 9 | 8,8 | 7,48 | 0,24 | 2,50 | 10,22 | 1,459 |
| 10 | 9,8 | 8,33 | 0,48 | 4,74 | 13,55 | 2,638 |
| 11 | 8,8 | 7,48 | 0,24 | 2,24 | 9,96 | 1,179 |
| 12 | 9,8 | 8,33 | 0,48 | 4,87 | 13,68 | 2,788 |
| 13 | 9,8 | 8,33 | 0,48 | 4,87 | 13,68 | 2,788 |

Продолжение таблицы 3.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 | 9,8 | 8,33 | 0,48 | 5,12 | 13,93 | 3,14 |
| 15 | 9,7 | 8,24 | 0,48 | 5,12 | 13,84 | 3,14 |
| 16 | 18,5 | 15,72 | 0,72 | 5,58 | 22,02 | 2,385 |
| 17 | 19,7 | 16,74 | 0,72 | 5,58 | 23,04 | 2,385 |
| 18 | 18,6 | 15,81 | 1,2 | 8,4 | 25,41 | 5,39 |
| 19 | 18,6 | 15,81 | 1,2 | 9,3 | 26,31 | 6,403 |
| 20Изм.Лист№ докум.ПодписьДатаЛист45АКЗ. 00.00.000. ПЗ | 18,6 | 15,81 | 1,2 | 9,3 | 26,31 | 6,403 |
| 21 | 18,6 | 15,81 | 1,56 | 8,4 | 25,77 | 5,39 |
| 22 | 18,6 | 15,81 | 1,56 | 7,76 | 23,13 | 4,726 |
| 23 | 18,6 | 15,81 | 1,56 | 7,76 | 23,13 | 4,726 |
| 24 | 18,6 | 15,81 | 1,56 | 7,76 | 23,13 | 4,726 |
| 25 | 18,6 | 15,81 | 1,56 | 7,76 | 23,13 | 4,726 |
| 26 | 17,6 | 14,96 | 1,32 | 4,36 | 20,64 | 2,254 |
| 27 | 1 | 0,85 | 0,24 | 1,86 | 2,95 | 0,795 |
| 28 | 1 | 0,85 | 0,24 | 1,86 | 2,95 | 0,795 |
| 29 | 17,6 | 14,96 | 1,32 | 4,36 | 20,64 | 2,254 |
| 30 | 18,6 | 15,81 | 1,56 | 6,22 | 23,59 | 3,049 |

**3.3 Порядок гидравлического расчета**

1. Основное циркуляционное кольцо выбираем через самый удаленный стояк 30 ( лист 5 графической части).
2. Разделяем кольцо на участки.
3. Определяем тепловые нагрузки и заносим результаты в таблицу 3.4.
4. Определяем расход теплоносителя на участках G, кг/час и заносим в таблицу 3.4.

 (3.3)

где Q-тепловая нагрузка, Вт;

 b1=1,03, b2=1,02 - поправочные коэффициенты, учитывающие дополнительную теплоотдачу в помещение;

 C=4,187 – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·град);

 tг=105, tо=70 – температура воды в подающей и обратной магистралях, 0C.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

46

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

1. Заносим в таблицу длины участков и диаметры трубопроводов.
2. Определяем скорость движения теплоносителя на участках V, м/с и удельное сопротивление на трение.

 (3.4)

1. Определяем значения коэффициентов местных сопротивлений на участках главного циркуляционного кольца.
2. Определяем потери давления на трение.
3. Определяем потери давления на местные сопротивления.
4. Складывая потери давления на трение и потери давления на местные сопротивления, получаем полные потери давления на каждом участке.
5. Определяем потери давления в стояке № 30.
6. Учитывая, что обратная трасса от стояка к тепловому узлу аналогична прямой, принимаем потери давления в обратной трасе равными потерям давления в прямой трассе.
7. Полные потери в основном циркуляционном кольце составили

10684 Па.

1. Аналогично выполняем расчет второстепенного циркуляционного кольца через самый ближний стояк 9 (лист 5 графической части). Результаты заносим в таблицу 3.5.
2. Полные потери во второстепенном циркуляционном кольце составили

 1771 Па.

1. Потери давления в основном циркуляционном кольце после стояка 9 составляют 8816,5 Па.
2. Потери давления в стояке 9 составляют 23,16 Па.
3. Выполняем проверку гидравлической увязки между главным и второстепенным циркуляционным кольцом:

99,7% (3.5)

1. Рассчитываем диаметр дроссельной шайбы

ΔPш=8816,5-23,16=8793,34 Па=0,88м.

, (3.6)

где Gуч- массовый расход теплоносителя через стояк 9, т/час.

=4,55 мм

Принимаем dш=5 мм.

1. Аналогично проведем расчет дроссельных шайб для стояков 10-29. Результаты расчетов сведены в таблицу 3.6.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

47

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

# Заключение

 В результате проделанной работы произведено проектирование ледовой арены крытого катка, выполнен расчет теплопритоков к ледовому полю, произведен подбор холодильного оборудования.

 В схеме используется современное оборудование, что позволяет автоматизировать холодильную установку и создавать благоприятные условия работы обслуживающего персонала.

Для отвода теплоты конденсации выбраны конденсаторы воздушного охлаждения.

В специальной части произведен анализ системы отопления спортивного комплекса «Кемерово». Гидравлический расчет системы отопления показал, что для равномерной подачи теплоносителя в конвекторы системы отопления необходимо установить дроссельные щайбы в стояках системы отопления. Произведен расчет диаметра дроссельных шайб.

Проект холодильной установки крытого катка в г. Кемерово выполнен в соответствии с современными требованиями по проектированию ледовых арен в закрытых помещениях.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**Список используемой литературы**

1.Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др.: Под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. – М.: Энергоиздат, 1988. – 376 с.

2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975. – 559с.

3. Н.А.Комарова. Холодильные установки: Учебное пособие для специальности «Холодильные, криогенные установки и кондиционирование», часть 1,книга 1, книга 2.-Кемерово,2004.-241с.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

52

АКЗ. 00.00.000. ПЗ

4.Е.В.Щекиин, В.А.Березовский, В.А.Потапов. Расчет систем центрального отопления: Расчет трубопроводов.-1970.-80с.

5.Холодильные машины/под ред. Л. С. Тимофеевского-СПб.: Политехника,1997,-992с.

6.Хромова Е.М. Системы водяного отопления: учеб. пособие / Е.М. Хромова. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 116с.

7.http://www.megaholod-nn.com/#!remont-chillers-lodovogo-polya/c1fap

8.http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65635a3bd78a4c43b89521216c36\_0.html

9.http://bibliofond.ru/view.aspx?id=38713

10.[https://ru.wikipedia.org/wiki/Кемерово](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE)

11 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Каток](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BA)

12.http://knowledge.allbest.ru/sport/3c0a65625a2bc79b4c43a88521216c27\_0.html