



## ПОДАРОК «ЛУЖНИКАМ»: ИДЕАЛЬНЫЙ ЛЕД В ЛЮБУЮ ПОГОДУ

Канд. техн. наук **Н.В. ТОВАРАС**, канд. техн. наук **В.П. ВАШАНОВ**, **Н.М. АМЕЛЬКИНА**, **И.М. АРТЕМОВ**,  
**М.А. БЫЧКОВ**, **Н.В. САВКИНА**, **И.А. СПАССКИЙ**  
ООО «НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС»

*Весенняя погода с теплом и дождями нынешней зимой в Москве способствовала существенному нарушению качества льда на многих открытых катках с искусственным льдом, а некоторые площадки вообще не смогли привести в рабочее состояние и использовать их для массового катания. Однако новое открытое ледовое поле в Лужниках не испытало этих проблем благодаря холодильным машинам УЖ600.*



Одной из сложнейших технических и организационных проблем, решенных НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС» в 2019 г., стало создание системы охлаждения открытого катка «Южный Полюс» площадью 16000 м<sup>2</sup> в «Лужниках». Перед фирмой была поставлена задача – в кратчайшие сроки (за 4 месяца – с июля по октябрь) изготовить, смонтировать, наладить и запустить 12 холодильных машин, размещенных в шести контейнерных установках и предназначенных для намораживания льда на катке массового катания. Для своевременного выполнения задания была оперативно разработана конструкторская документация на холодильные машины и контейнеры, оснащенные системами вентиляции, обогрева, освещения и противопожарной сигнализации. В процессе разработки были существенно изменены и улучшены проектные решения существующей рабочей документации.

По первоначальному проекту генпроектировщика намораживание и поддержание льда на ледовом поле реализовывалось по секторам: каждый из шести секторов обслуживался своей моноблочной холодильной машиной уличного исполнения на базе полугерметичных компрессоров. При этом коллекторы подачи хладоносителя к разным секторам не имели общих соединительных линий; отсутствовала возможность

переключения между холодильными машинами по секторам; холодильные машины не резервировали друг друга. В этой схеме при выходе из строя одной машины целый сектор (1/6 поля), остающийся без холодоснабжения и без возможности поддержания ледовой поверхности другими холодильными машинами, неизбежно разморозится, а весь каток будет необходимо закрывать на период ремонта.

Кроме этого, при таком техническом решении даже при снижении температуры окружающего воздуха требуется постоянная работа всех холодильных машин, так как снижение общей потребности в холоде не позволяет уменьшить число работающих машин, поскольку каждая из них «отвечает» только за свой сектор. При этом все холодильные машины будут работать в неоптимальном с точки зрения энергоэффективности режиме (режиме минимальной мощности).

Заложенные в первоначальном проекте уличные моноблочные машины с открытым расположением компрессоров, электросистем и шкафа управления отлично подходят для летней эксплуатации, когда отключаются и не используются в зимний период (они и были изначально разработаны для систем кондиционирования). Однако в данном случае

предполагается только зимняя работа сразу шести холодильных машин, эксплуатация которых на открытом воздухе при необходимости ежедневного обслуживания, контроля и изменения режимных параметров представляет собой большую проблему.

Также огромной проблемой был дефицит электроэнергии на объекте. В проекте были заложены полугерметичные компрессоры фирмы Bitzer. Особенность такого типа компрессоров заключается в том, что в одном корпусе находятся сам компрессор, маслоотделитель и электродвигатель. При этом электродвигатель переразмерен для возможности работы при положительных температурах кипения в системах кондиционирования (для которых он и был разработан), так что установленная мощность встроенного в корпус электродвигателя составляет 246 кВт при потребляемой мощности 111 кВт. И таких компрессоров в установке 12 шт.

В своем предложении мы постарались исключить указанные слабые стороны первоначального проекта. Для повышения энергетической эффективности холодильных машин в качестве компрессоров были предложены открытые компрессоры Bitzer, работающие с экономайзерами в двух независимых холодильных контурах. Это позволило значительно снизить установленную мощность при одновременном повышении холодопроизводительности.

Холодильный коэффициент (отношение холодопроизводительности к потребляемой мощности) у открытых компрессоров выше, чем у полугерметичных, что снижает затраты на оплату электроэнергии на 5–10% (в открытых компрессорах применяется воздушное охлаждение двигателя в отличие от полугерметичных, где охлаждение двигателя осуществляется хладагентом, что понижает холодопроизводительность). Конструкция агрегата на базе открытого компрессора делает его более ремонтпригодным: замену электродвигателя (в случае выхода его из строя) можно провести прямо на объекте, а полугерметичный компрессор для этого придется везти в сервисный центр. Но самое главное, применение открытого компрессора позволяет подобрать электродвигатель, соответствующий режиму работы, и тем самым значительно снизить установленную мощность. Переход на открытые компрессоры с



подобранными непосредственно на рабочий режим электродвигателями (110 кВт вместо 246 кВт) позволил снизить общую установленную мощность холодильного оборудования на 1632 кВт!

Применение теплообменника-экономайзера в холодильном цикле дополнительно повысило холодильный коэффициент из-за дополнительного переохлаждения сконденсированного хладагента и практической реализации двухступенчатого сжатия в винтовом компрессоре.

Было предложено использовать холодильные установки в контейнерном исполнении для удобства зимней эксплуатации оборудования. Доступ к холодильному оборудованию и технологическим узлам осуществляется с любой стороны, выдержаны необходимые проходы и проемы для обслуживания, доступа к шкафу управления и его свободному открытию. Таким образом, для обслуживающего персонала нет необходимости выходить из теплоизолированного контейнера, внутри которого поддерживаются комфортные условия благодаря встроенной системе вентиляции и отопления, что особенно актуально в связи с сезонностью использования оборудования (в зимнее время) на открытом ледовом поле. Как показала практика наладки и эксплуатации холодильного и вспомогательного оборудования, контейнерное исполнение является единственно верным решением, позволяющим сотрудникам производить работы в необходимых комфортных условиях.

*Сравнение параметров одного компрессора и всей установки в первоначальном проекте и в предложении НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС»*

Параметры		Первоначальный проект	Предложение НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС»	Улучшение характеристик
Холодопроизводительность, кВт	1 компрессор	286	306	↑ 7%
	Вся установка	3432	3672	
Потребляемая мощность, кВт	1 компрессор	111	102	↓ 9%
	Вся установка	246	1224	
Установленная мощность, кВт	1 компрессор	246	110	↓ 55%
	Вся установка	2952	1320	
Холодильный коэффициент		2,58	3,00	↑ 16%



Несмотря на то, что заказчик принял наш вариант замены холодильных машин, начальный проект холодоснабжения поля в части распределения коллекторов хладоносителя был оставлен без изменений. Однако сжатые сроки и отсутствие строительной готовности обнажили указанную ранее проблему холодоснабжения по секторам и способствовали срочному изменению схемы холодоснабжения.

Ввиду того что новая подстанция не была введена в эксплуатацию к моменту наморозки поля, электричество подавалось от имеющихся источников с ограниченной мощностью. Стало ясно, что одновременно работать смогут лишь несколько подключенных холодильных машин, а по первоначальному проекту это позволило бы наморозить лед только на части секторов поля. Были приняты срочные меры по установке дополнительных соединительных линий между коллекторами хладоносителя с переключающими вентилями, так, чтобы одна холодильная машина смогла работать на несколько секторов поля.

Отдельной проблемой, решенной фирмой, была работа по первоначальной наморозке льда в режиме подачи электропитания по временной схеме, когда питающее напряжение электродвигателей компрессоров было в пределах 325–360 В. При этом появилась необходимость в круглосуточном контроле работы оборудования с постоянным присутствием обслуживающего персонала. С одной стороны, пониженное напряжение приводило к значительному увеличению рабочих токов при выходе оборудования на максимальную производительность и, как следствие, вело к аварийной остановке компрессоров по сигналу превышения тока; с другой – отсутствие теплоизоляции на коллекторах хладоносителя и между поверхностью земли и айс-матами вело к повышенным потерям холода и увеличению времени наморозки ледовой поверхности из-за необходимости длительной проморозки грунта под полем в сочетании с неблагоприятными погодными условиями (при температуре воздуха порядка +3...+7 °С и частых дождевых осадках). Все эти обстоятельства вынудили наши службы – производство, конструкторов, рабочих, ИТР, пусконаладчиков – выполнить работу в сжатые сроки и с полной отдачей для реализации договорных обязательств.

Необходимо отметить, что оборудование, монтажные и пусконаладочные работы были произведены на самом высоком уровне, что позволило оперативно и без срыва сроков совместными усилиями служб заказчика, генподрядчика и специалистов НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС» получить в самых сложных условиях лед отличного качества толщиной более 250 мм. А технические решения, заложенные нашей фирмой в конструкцию оборудования, продемонстрировали не только высокие технические характеристики, но и высокие эксплуатационные показатели, удобство и комфорт для сотрудников.

