

Иннополис: только эффективные технологии

*Диляра Габдуллина, главный специалист ЦПИ по ОВиК, ЗАО «Казанский Гипронииавиапром»
Вячеслав Гун, заместитель директора отдела тепловой автоматики, ООО «Данфосс»*

В наукограде Иннополис в Республике Татарстан построено здание, в котором энергопотребление стремится к наименьшим значениям. Эффективное тепло- и холодоснабжение в административно-деловом центре им. А.С. Попова обеспечивает уникальная климатическая система. В основе ее работы — принцип рекуперации, а созданная конфигурация представляет собой замкнутую «водяную петлю» с тепловыми насосами. Реализация совмещенной системы на отопление и охлаждение на базе доступных в здании тепловых ресурсов обеспечивает высокую энергоэффективность.

Новый город на карте, который призван стать одним из мировых центров IT-технологий, появился в 2013 году. В Иннополисе открыт федеральный вуз для подготовки отечественных специалистов и научных исследований в области информационных технологий. Особые условия и благоприятный финансовый климат в этой сфере для российских стартапов и зарубежных IT-компаний предлагает особая экономическая зона технико-внедренческого типа — ОЭЗ «Иннополис».



Административно-деловой центр им. А.С. Попова — первое и самое большое сооружение этого технопарка. Генеральный проектировщик — ЗАО «Казанский Гипронииавиапром» — разработал оригинальный проект. Здание имеет форму тора; на семи этажах расположены открытые офисные помещения с возможностью выбора необходимой планировки, зоны общего пользования и многофункциональный конференц-зал. Общая площадь составляет 43 тыс. кв. метров. Здесь планируется разместить до 2200 рабочих мест.

Объединенные единым инженерным замыслом, различные технологии и оборудование делают проект одним из самых продвинутых в России. При строительстве использовались не только типовые энергоэффективные решения. В здании была реализована инновационная разработка для системы тепло- и холодоснабжения, так называемая водяная петля.

Водяная петля представляет собой огромную систему рекуперации с использованием в качестве внутренних блоков тепловых насосов. Она обеспечивает быстрый перенос тепловой или холодильной энергии от одного устройства к другому. В системе такого типа все распределяющие устройства имеют персональный холодильный контур, что позволяет осуществлять работу различных распределительных устройств на тепло и на холод при одновременном подключении к единому гидравлическому контуру

со средней температурой. В системе водяной петли установлено 202 тепловых насоса.

Ограничение по подключению дополнительных внутренних блоков к контуру водяной петли имеется только по холодильной мощности (например, как в системе отопления, в зависимости от тепловой мощности источника тепла и диаметров трубопроводов). В нашем случае дополнительных ресурсов нет, но расчет холодопотребления выполнен на пиковую нагрузку с небольшим запасом. При пиковой нагрузке в режиме охлаждения все блоки должны быть задействованы. Минимальное количество работающих блоков не ограничено (как в режиме нагрева, так и в режиме охлаждения).

Впечатляет экономический эффект, который складывается из стоимости создания и эксплуатации системы, затрат на энергоресурсы и энергосберегающего потенциала технического решения. Его расчетная энергоэффективность по сравнению с традиционной системой на основе чиллеров и бойлера составляет на теплоснабжение 5,5:0,9, а на холодоснабжение — 4,1:3,2. Соотношение начальной стоимости инвестиций «петли» и классической системы на тепло — 0,8:1, а на холод — 1,6:1. При таких показателях срок окупаемости оценивается в 2–3 года.

Все здание разделено на зоны с разными нагрузками: переменными в соответствии с графиками рабо-



Магистральные трубопроводы контура водяной петли, опоясывающие здание по периметру

чего времени, например, в офисах и местах общего пользования и постоянными, например, в серверных. Предусмотрен отбор «лишнего» тепла от одних помещений и перенаправление его туда, где наблюдается его недостаток. Благодаря наличию холодильного контура тепловая энергия преобразуется в холод. Невостребованное тепло, которое забирается из помещений, также используется для подогрева воды в самой петле.

Система обеспечивает поддержание температуры внутреннего воздуха, используя на 100% возможность рециркуляции. Это позволяет значительно снизить энергопотребление и мощность ИТП. Наибольший эффект происходит при балансе тепло- и холодопотребления в системе водяная петля.

В техническом подвале проложены магистральные трубопроводы, которые опоясывают круглое здание по периметру. Они имеют переменные сечения от D_y 325 мм до D_y 530 мм.



Расход теплоносителя в магистральных трубопроводах контура водяной петли обеспечивают насосы, управляемые преобразователями частоты Danfoss



Подключение потребителей к магистральным трубопроводам контура водяной петли осуществляется через балансировочный клапан, фильтр и отключающий шаровый кран JIP

Температура воды для режима охлаждения необходима в диапазоне 30–35 °С, а для режима нагрева не ниже 18 °С. При нарушении баланса силовые установки включаются, и происходит корректировка температуры воды в контуре петли. Для догрева воды в холодные периоды в ИТП здания применен отдельный контур с теплообменником «Ридан». Поддержание заданных параметров осуществляется автоматически.

Расход теплоносителя в объемах около 900 м³/ч обеспечивают два вертикальных насоса Grundfos (один из которых резервный). Проектом предусмотрены насосы TP 250–660/4 A-F-A-DBUE электрической мощностью 160 кВт и управляемые частотно-регулируемыми приводами типа VLT AQUA Drive FC 202. CUE.

Гидравлическая увязка циркуляционных контуров потребителей осуществляется с помощью балансировочных клапанов типа MSV-F2. Подключение потребителей любого офиса возможно благодаря наличию отводов для тепловых насосов с предустановленными балансировочными клапанами MSV-F2 Ду 50–250 мм. Перекрытие потока осуществляется отсекающей арматурой непосредственно вблизи трубопроводов или рядом с внутренним блоком. Расчет значений настроек балансировочных клапанов выполнен исходя из проектных данных по обслуживаемым помещениям.

Преимущества системы «водяная петля»

- Высокая энергоэффективность работы
- Возможность использования возобновляемых источников
- Высокая гибкость (на каждого потребителя — своя холодильная машина в необходимом исполнении и с необходимой мощностью)
- Низкий уровень шума
- Простой дизайн системы
- Минимальные начальные инвестиции
- Низкая стоимость обслуживания
- Подача тепловой и холодильной энергии туда, где это необходимо
- Надежность (при выходе одного или нескольких блоков из строя система продолжает функционировать)
- Нет необходимости строить громоздкий холодильный центр с централизованными холодильными машинами

Летом все внутренние блоки работают, как правило, в режиме охлаждения, то есть отдают тепло в контур. В это время преобладает максимальная холодильная нагрузка. Излишки тепла из контура отводятся через внешние градирни. В зимние месяцы — максимальная тепловая нагрузка, когда внутренние блоки работают в режиме нагрева, забирая тепло из контура. Для восполнения баланса тепла в контуре необходим внешний источник — котельная Иннополиса.

По большей части в России преобладает периодом, когда требуется и тепловая, и холодильная нагрузка, является межсезонье. Для соблюдения баланса в эти периоды часть блоков греет, а часть охлаждает теплоноситель в контуре. Благодаря этому нет необходимости отводить лишнее тепло или получать его дополнительно извне. Недалеко от

здания установлены три охлаждающих блока, каждый из которых в своем составе имеет две спаренные градирни. Замкнутый контур водяной петли циркулирует постоянно и охлаждается двумя способами одновременно: первый — это поток наружного воздуха, создаваемый встроенными вентиляторами; второй — орошение теплообменников градирни охлаждающей водой из отдельной системы водоснабжения. Зимой внешний контур с градирнями отсекается от внутреннего посредством затворов с электроприводом, и через байпасную линию происходит циркуляция только внутри здания.

Функционирование водяной петли координируется с работой традиционной системы отопления. На стояках системы отопления применены автоматические балансировочные



ПТО на контуре системы водяная петля



ПТО ГВС в виде двухступенчатого моноблока



ПТО для системы вентиляции



Общий вид ИТП

регуляторы типа ASV-PV с ASV-M. Благодаря этому происходит распределение тепловой энергии по всем этажам и помещениям в соответствии с расчетными нагрузками.

В офисах в качестве отопительных приборов приняты конвекторы российского производства встроенного типа с вентиляторами, которые служат для обдува оконных стеклянных фасадов большой площади. Теплоотдача от конвекторов регулируется посредством контроллеров, установленных на стенах, путем изменения скорости вращения встроенного вентилятора в зависимости от температуры внутреннего воздуха.

За микроклимат в здании также отвечают приточно-вытяжные установки на базе термодинамической рекуперации. Они предназначены для обеспечения соответствия свежего воздуха санитарным нормам. В зависимости от требуемой температуры для данного помещения, а также исходя из температуры наружного воздуха производится его предварительный нагрев или охлаждение. Подача или остановка подачи подготовленного воздуха по воздуховодам осуществляется по сигналу от газоанализаторов на воздушные клапаны с электроприводом, которые открываются или закрываются. В серверных и помещениях источников бесперебойного питания (ИБП) предусмотрены автономные системы кондиционирования на базе прецизионных кондиционеров с компрес-

сорно-конденсаторным блоком (ККБ) или сплит-системы, т. к. заводить в помещения подобного назначения воду нельзя.

В тепловом пункте здания функционирует ИТП. В его составе, помимо теплообменника (ПТО) на водяную петлю, установлен ПТО на систему отопления, а для организации системы ГВС применяется двухступенчатый ПТО в виде моноблока. Еще один пластинчатый теплообменник предназначен для системы вентиляции. Теплообменники «Ридан» изготовлены на заводе «Данфосс» в Нижнем Новгороде.

Управление оборудованием систем отопления, горячего водоснабжения и системы вентиляции осуществляется с помощью двух электронных контроллеров: ECL 310 с ключом



Щит автоматики ИТП

A368 отвечает за отопление и ГВС, ECL 310 с ключом A361 обеспечивает работу системы вентиляции. Регулирование расходов теплоносителя на ПТО осуществляют регулирующие клапаны типа VFM 2 и VB 2 с электроприводами AME 658 и AMV 20. Также в ИТП на байпасе 1-й ступени системы ГВС применен регулятор перепуска типа AFPA/VFG 2. Монтаж основных систем по теплоснабжению и пусконаладочные работы проводила компания ООО «АТВ».

Рекуперация и перебросы тепла и холода внутри здания значительно снижают как тепловую, так и электрическую нагрузку на источники энергоснабжения. При минимальных начальных инвестициях и низкой стоимости эксплуатации водяной петли достигается самый высокий коэффициент энергетической эффективности (COP), что в итоге позволяет значительно сократить срок окупаемости инвестиций.

Реализованное в технопарке инженерное решение идеально для большого здания коммерческого и технологического назначения с открытой планировкой. Высокая гибкость системы обеспечивает каждому потребителю поступление необходимого количества тепла или холода.

Innopolis is a new and modern city near Kazan. The so called water loop is a technical solution with very high level of energysaving implemented in the Administrative Center of Innopolis.



Регулятор перепуска типа AFPA/VFG 2 для ГВС