



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРИГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ ЗДАНИЙ В МЕГАПОЛИСАХ

Б. Н. Громов, канд. техн. наук, руководитель проектов, главный научный сотрудник АО «Газпром промгаз»; **М. А. Сердюкова**, директор инженерно-проектного центра «Энергоснабжение» АО «Газпром промгаз»; **А. Ю. Панфилов**, начальник сектора развития энергоисточников инженерно-проектного центра «Энергоснабжение» АО «Газпром промгаз»

Наличие продолжительных периодов высокой температуры наружного воздуха (см. справку), а также повышающиеся требования к микроклимату в жилых и общественных зданиях обусловили в последние годы динамичный спрос на холодильное оборудование. Значительно повысились и требования к системам отвода избыточного тепла от технологического оборудования, например серверов в дата-центрах. Насколько технологии комбинированного производства тепла, электроэнергии и холода позволят решить возникающие задачи?

Российский рынок потребляет около 250 тыс. кондиционеров в год. Темпы роста продаж кондиционеров в Москве увеличиваются ежегодно на 10%. Наиболее массовый сегмент рынка воздухоохлаждающих устройств малой и средней мощности (комната, квартира)

составляют двухблочные компрессионные кондиционеры (split system). Массовое использование этой техники обуславливает увеличение летнего максимума электрической нагрузки, который составляет 70–75% от зимнего максимума.

Прохождение летнего максимума в условиях экстремально высоких температур наружного воздуха вызывает значительные затруднения в работе конденсаторов паровых турбин и проведении ремонтов, снижает пропускную способность электрических сетей.

Все это, а также необходимость повышения тепловой экономичности ТЭЦ в неотапительный период и экономической эффективности централизованного теплоснабжения обуславливают повышенный интерес к проблемам тригенерации – комбинированного производства тепла, электроэнергии и холода.

Оценим энергетическую эффективность различных схем тригенерации в условиях мегаполиса, ориентируясь на наиболее массовых потребителей холода¹ с температурами 5–12 °С.

Охлаждение жилых зданий

Холодильные нагрузки в жилых зданиях составляют примерно 0,6–0,7 от их расчетной тепловой нагрузки. В отдельных помещениях при отсутствии солнцезащиты они могут превышать отопительные нагрузки.

Бытовое кондиционирование воздуха для жилых зданий в климатических условиях Москвы необязательно. Число часов использования холодильной нагрузки не превышает² 500 ч за год.

Использование абсорбционных холодильных машин

Бытует мнение о возможности использования существующих систем отопления для подачи охлажденной воды в жилые дома от абсорбционных холодильных машин (АБХМ), которые предполагается размещать на суще-

ствующих или вновь строящихся ЦТП. Эта идея практически нереализуема. Внутридомовые системы отопления не имеют тепловой изоляции, и при транспорте по ним охлаждающей воды (6–12 °С) конденсация влаги на них в летнее время неизбежна.

Перепад температур в системах холодоснабжения (6–7 °С) в 4 раза меньше, чем в системах отопления. Даже при вдвое меньшей нагрузке скорость холодной воды в трубопроводах по сравнению со скоростью отопительной воды увеличится вдвое и превысит допустимые величины (0,8–1,2 м/с) с недопустимым шумовым эффектом. Тепло- или холодоотдача нагревательных (охлаждающих) приборов зависит от средней разности температур, которая в системах отопления составляет 64,5 °С, а в системах холодоснабжения не превышает 8–9 °С. Приведенные аргументы исключают возможность организации централизованного холодоснабжения в существующих жилых зданиях без повсеместной перекладки трубопроводов и замены нагревательных приборов на нагревательно-охлаждающие вентиляторные конвекторы (fancoil) с отводом конденсата.

Подземные теплопроводы для транспорта холодоносителя

Столь же беспочвенны идеи использования подземных теплопроводов для транспорта холодоносителя. Отопительные теплопроводы от ЦТП до зданий при зависимой схеме присоединения рассчитаны на перепад температур сетевой воды 80 °С, а при независимой схеме – 25 °С. Очевидно, что они не в состоянии пропустить необходимое количество охлаждающей воды с перепадом температур 6–7 °С.

СПРАВКА



За последние 30 лет среднегодовая температура воздуха на территории России увеличилась на 1,6 °С. Это нашло соответствующее отражение в нормативных документах.

СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика» для Москвы определял среднюю температуру отопительного периода и его продолжительность соответственно равными –3,6 °С и 213 сут. СП 131.13330–2012 «Строительная климатология» подкорректировал эти величины до значений –2,2 °С и 205 сут.

¹ В статье не рассматриваются проблемы холодоснабжения зданий и сооружений с температурами до –30 °С.

² Согласно СП 42.1.3330.2011 – актуализированной редакции СНиП 2.07.01–89 (2000) «Градостроительная планировка и застройка городских и сельских поселений».



Конструкции тепло- и холодопроводов неодинаковы. Расчет толщины изоляции теплопроводов осуществляется исходя из нормированных величин тепловых потерь, а холодопроводов – в том числе из условий предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.

Практически обязательным элементом холодоизоляции является пароизоляция, отсутствующая в теплопроводах, поэтому применительно к новому жилому фонду целесообразность обустройства подобных систем также сомнительна.

Централизованные системы холодо- и теплоснабжения с вентиляторными конвекторами

Скорее всего, централизованные системы холодо- и теплоснабжения с вентиляторными конвекторами могут найти ограниченное применение только для зданий бизнес-класса³. При этом затраты на холодильную станцию в микрорайоне составят не менее 250–300 долл. США/кВт. Обустройство системы с вентиляторными конвекторами (имеющими отвод конденсата) потребует не менее 300 долл. США/кВт дополнительно к стоимости обычных систем отопления.

С большой вероятностью следует предположить, что высокие требования к микроклимату у владельцев квартир в этих зданиях в совокупности с повышенной воздухоплотностью ограждающих конструкций неиз-

бежно обусловят использование автономных компрессионных кондиционеров с круглогодичной обработкой приточного воздуха (очистка, нагрев – охлаждение, осушка – увлажнение).

Автономные двухблочные компрессионные установки

Во всех зданиях других классов (эконом-класс, социальные и специализированные жилища), как и в настоящее время, будут использоваться автономные двухблочные компрессионные установки. Их применение обуславливает единовременные затраты около 300 долл. США/кВт при высоком уровне отработанной до совершенства в течение 25–30 лет техники. Их использование формально не требует дополнительных затрат на подключение к электрическим сетям 0,4 кВ.

Следует констатировать, что использование АБХМ в жилом фонде не имеет сколько-нибудь значимых перспектив. Для общественных зданий характерна другая ситуация.

Тригенерация для общественных зданий

На вновь застраиваемых территориях Москвы потребность в развитии объектов социальной и коммерческо-деловой сферы на 53–55% формируется объектами социального назначения, на 32–35% – зданиями и сооружениями коммерческо-деловой сферы и на 15–20% – прочими объектами. Среди указанных объектов теми или иными системами охлаждения внутреннего воздуха должны или могут быть оснащены до 40–50% зданий. Среди них наибольшую долю составляют предприятия розничной торговли, учреждения здравоохранения и культуры, общественного питания, здания или помещения учреждений управления, кредитно-финансовых учреждений и предприятий связи.

В зависимости от функционального назначения зданий нагрузка систем кондиционирования при использовании компрессионных установок увеличивает⁴ расчетную удельную электрическую нагрузку общественных зданий и сооружений с 14 до 30%. Наибольшие значения характерны для гостиниц (30%), а также административных зданий и кре-

³ Однако их доля в общем объеме строительства даже в отдаленной перспективе не превысит 15%, согласно СП 42.1.3330.2011.

⁴ В соответствии с РД 34.20.185–94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей».

дитно-финансовых учреждений (25%). Минимальные значения (14%) соответствуют предприятиям торговли. Средневзвешенное значение составляет ~18–20%.

В настоящее время для относительно крупных магазинов с суммарной площадью торговых залов более 400 м², а также универсамов с холодильными камерами для товарного запаса и цехами для производства полуфабрикатов используются, как правило, системы холодоснабжения с двухагрегатными компрессионными установками. В каждом агрегате параллельно работает от двух до шести компрессоров.

Распределение энергетических нагрузок многофункционального административно-торгового комплекса

В последнее десятилетие в Москве и Санкт-Петербурге отмечена тенденция к укрупнению объектов строительства площадью 30–100 тыс. м². Имеет место интеграция торговых и офисных площадей, стоянок автомобилей и т. д. Кондиционирование воздуха в подобных помещениях становится одним из основных мероприятий по привлечению потенциальных клиентов и покупателей. Единичные электрические, холодильные и тепловые нагрузки этих объектов могут достигать десятков мегаватт.

Тепловая нагрузка многофункционального комплекса административно-торгового назначения (табл. 1) сопоставима с нагрузкой населенного пункта на 12–15 тыс. жителей.

Электрическая нагрузка (табл. 1) как в зимнем, так и (особенно) в летнем режимах существенно выше (почти вдвое), чем в поселке с вышеуказанным населением. До 25% электрической нагрузки комплекса формируется пароконпресссионными холодильными машинами с холодильным коэффициентом 3,4.

Холодильная нагрузка равна почти половине (0,55) тепловой нагрузки и формируется в основном (89%) за счет необходимости ассимиляции внешних и внутренних теплоступлений. Охлаждение и осушка приточного воздуха определяют не более 11% нагрузки охлаждения.

В тепловой нагрузке доминирует доля вентиляции – 75%, а доли систем отопления и ГВС не превышают соответственно 15 и 8%. Холодильная нагрузка в отопительный период практически отсутствует, так как в составе оборудования нет низкотемпературных потребителей (склады и т. д.).

Значительные абсолютные величины тепловых и электрических нагрузок обуславливают возможность

13–18.3.2016

Франкфурт-на-Майне, Германия

light+building

Ведущая выставка светотехнических и строительных технологий

Откройте для себя новые технологии. Формируйте будущее.

Интеллектуальные технологии, широкое использование цифровых систем, четко продуманные сетевые структуры: все это Вы сможете увидеть на выставке Light+Building. Откройте для себя разнообразные возможности в сфере светотехнических и строительных технологий на ведущей площадке индустрии. **Здесь современные идеи воплощаются в жизнь.**

www.light-building.com
info@russia.messefrankfurt.com
Тел. +7 (495) 649-87-75

Реклама



messe frankfurt

Таблица 1 Величина и структура энергетических нагрузок проектируемого многофункционального комплекса административно-торгового назначения в зимнем и летнем режимах

Климатические параметры	Тепловые нагрузки Q_t									
	Отопление		Вентиляция		ГВС		Воздушные завесы		Всего	
	МВт	%	МВт	%	МВт	%	МВт	%	МВт	%
В расчетном режиме при $T_n = -25 \text{ }^\circ\text{C}$	5,70	15	28,70	75	3,30	8	0,76	2	38,50	100
В неотапительный период	-	-	-	-	2,1	-	-	-	2,1	-

Климатические параметры	Холодильные нагрузки Q_x					
	Внутренние и внешние (инсоляция) теплопоступления		Охлаждение приточного воздуха		Всего	
	МВт	%	МВт	%	МВт	%
В расчетном режиме при $T_n = 28 \text{ }^\circ\text{C}$	18,8	89	2,4	11	21,2	100

Период года	Электрические нагрузки N				
	Вентиляционные установки*, МВт	Холодильные машины*, МВт	Прочие установки, МВт	Расчетная активная нагрузка, МВт	Расчетная полная мощность, МВА
Лето	1,32	6,20	17,70	25,22	29,70
Зима	1,32	-	17,70	19,02	-

*Активная нагрузка

обустройства автономного теплофикационного энергисточника средней мощности, работающего на собственные нужды и, возможно, на розничном рынке электроэнергии.

Использование явно избыточной тепловой мощности в неотапительный период позволяет:

- сократить затраты на присоединение к электрическим сетям не менее чем на 25 %;
- увеличить рентабельность энергоисточника за счет увеличения числа часов установленной мощности.

Использование абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машин

В качестве основного оборудования для охлаждения воды до температуры от 5 до 12 °С, как правило, используются абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ). Хладагентом является вода, абсорбентом – нелетучий и нетоксичный водный раствор бромистого лития. Все процессы в АБХМ осуществляются в вакууме. Простота обслуживания, длительный срок эксплуатации (более 25 лет), неподведомственность Ростехнадзору сочетаются с низким потреблением электроэнергии: 2,5–4,5 кВт на 1 000 кВт холода.

Источник энергии в АБХМ:

- с одноступенчатой регенерацией раствора – водяной пар 0,10–0,15 МПа или горячая вода 90–115 °С. Холодильный коэффициент (ХК) таких агрегатов на уровне 0,7;
- с двухступенчатой регенерацией раствора – пар среднего давления 0,5–0,8 МПа или газообразное либо жидкое топливо. Их ХК равен 1,1. Могут работать и в режиме нагрева с КПД около 87 %.

АБХМ обоих типов выпускаются в России холодильной мощностью от 0,6 до 4,0 МВт заводом «Теплосибмаш» (Новосибирск).

Во всех агрегатах температура охлаждаемой воды 12/7 °С, температура охлаждающей воды 27/35 °С.

Естественной альтернативой АБХМ являются пароконпрессорные холодильные машины (ПКХМ), которые при данных температурах охлаждения и отвода тепла в окружающую среду имеют ХК около 3,2–3,4. ■

О возможных схемах отдельного и комбинированного производства тепловой, холодильной и электрической мощности для многофункциональных административно-торговых комплексов читайте в следующем номере журнала.