

Эффективность работы чиллера The efficiency of chiller's work

студент Хведченя Ольга Владимировна
ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
olga.khved@gmail.com
Санкт-Петербург
Российская Федерация

Student Olga Vladimirovna Khvedchenya
Saint-Petersburg State Polytechnical University
olga.khved@gmail.com
Saint-Petersburg
Russian Federation

Ключевые слова: сплит-система, система чиллер-фанкойл, системы кондиционирования и вентиляции (СКВ), энергоэффективность, первоначальные затраты, хладагент.

Чиллер - это холодильная машина, используемая в центральных системах кондиционирования, охлаждающая или подогревающая теплоноситель (тоСОЛ, вода) и подающая его по системе трубопроводов в фанкойлы или другие теплообменники.

В данной работе сравниваются энергопотребление и стоимость системы чиллер-фанкойл и сплит-систем в расчете на единицу площади охлаждаемых помещений для высотного офисного здания, при этом учитываются первоначальные затраты, затраты на ремонт и обслуживание и другие факторы. Цель работы - определение годового расхода энергии сплит-системой и системой чиллер-фанкойла и оценка существующих методов повышения эффективности работы чиллера.

Key words: split-system, the chiller-fancoil, air conditioning and ventilation system (SLE), energy efficiency, initial cost, refrigerant.

This paper compares the power consumption and system cost fancoil chiller-and split-systems per unit area of cold rooms for high-rise office building, this takes into account the initial cost, the cost of repairs and maintenance and other factors. The aim of this work - the definition of the annual energy consumption of split-system and a fancoil chiller and evaluation of existing methods for increasing the efficiency of the unit.

Под энергоэффективностью понимают рациональное (эффективное) использование (расходование) энергетических ресурсов. В современных условиях ее значение трудно недооценить, особенно при нынешнем уровне развития технологий и техники, требованиях по охране окружающей среды.

Энергоэффективность – экономически оправданная система использования топливно-энергетических ресурсов. Некоторые из ресурсов относятся к категории невозполнимых, например, нефть и газ. Энергетическая эффективность расценивается экспертами не иначе, как «пятый вид топлива», поскольку использование меньших объемов энергии помогает сохранить прежний уровень энергетического обеспечения объектов (зданий и сооружений) или технологических процессов [1].

Во всех развитых странах приняты программы, объектом которых является энергетическая эффективность, и их выполнение строго контролируются на высшем уровне.

Сегодня в России пристальное внимание уделяется вопросам ЖКХ, а ее энергоэффективность является одним из главных вопросов. Также в этом разделе рассматриваются все сферы народного хозяйства. Существует обширная правовая база документов, регламентирующих отношения в сфере обеспечения энергоэффективности, среди которых:

- Федеральный Закон № 28-ФЗ от 3.04.1996 г. «Об энергосбережении»;
- Федеральный Закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- Федеральный Закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. «О техническом регулировании»;
- Постановление Правительства РФ № 588 от 15.06.1998 г. «О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России»;

- Приказ Госстроя № 202 от 10.06.2003 г. «Об утверждении Методических рекомендаций и типовых программ энергетических обследований систем коммунального энергоснабжения»;
- Приказ № 141 «Об утверждении Рекомендаций по проведению энергоаудита (энергетических обследований).

23 ноября 2009 года Президент Российской Федерации Дмитрий Медведев подписал Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Это означает, что важность эффективного и рационального использования энергетических ресурсов признана на самом высоком государственном уровне. В связи с этим актуальными становятся энергосберегающие технологии, в том числе и в области кондиционирования воздуха.



Диаграмма 1. Структура потребления энергии офисным зданием

На седьмом Международном конгрессе «Экономические преимущества интеллектуальных зданий», прошедшем в Москве (ноябрь, 2008), был дан следующий прогноз: «Стоимость энергоресурсов в России будет расти на 25 – 30% ежегодно и к 2011 году сравняется с европейскими показателями (около 15 евроцентов за 1 кВт/ч). Все это говорит о том, что вопросы энергосбережения вскоре выйдут если не на главное, то на одно из первых мест. Владельцы зданий уже сейчас сталкиваются с вопросами оптимизации текущих затрат при эксплуатации объектов».

Энергопотребление систем кондиционирования и вентиляции (СКВ) имеет большое значение, поскольку для жилых, административных и офисных помещений доля, приходящаяся на СКВ в общем годовом энергопотреблении, составляет около 20% только на охлаждение и до 47%, если используется теплонаносная система отопления, что существенно влияет на эксплуатационные расходы по содержанию здания (диаграмма 1).

Энергопотребление определяется теплоступлениями в кондиционируемое помещение и энергоэффективностью системы кондиционирования, обеспечивающей отвод из помещения тепла. Соответственно, энергосбережение на кондиционирование здания можно обеспечить двумя путями: либо сократив теплоступления, либо повысив энергоэффективность системы кондиционирования [2].

Европейские эксперты сегодня называют несколько факторов, влияющих на теплоступления в офисные помещения [3].

Повышению теплоступлений в помещения в теплый период года способствуют:

- потепление климата: рост температур наружного воздуха и влажности в теплый период года и в связи с этим возрастание потребности в холоде на охлаждение и особенно на осушение;
- проектирование зданий с новыми характеристиками, т. к. не все из существующих обеспечивают снижение теплоступлений: распространены атриумы; увеличена площадь остекления относительно площади пола; здания имеют не всегда прямоугольные очертания [4];
- высокая плотность размещения оборудования и персонала;
- рост технической оснащенности рабочих мест; увеличивается мощность компьютерного оборудования на рабочих местах;
- постепенный переход на поддержание более низких температур в рамках, предусмотренных нормативами в теплый период года, например, на 23°C вместо 25°C [5];
- увеличение кратности воздухообменов как следствие расширения знаний о здоровье и гигиене воздушной среды [6].

Снижению теплоступлений в помещения в теплый период года способствуют

- значительное улучшение качества теплоизоляции стен и остекления;

- повышение экономичности офисного оборудования, что ограничивает рост внутренних тепловыделений [7].

В итоге снижение внешних теплопоступлений компенсируется ростом внутренних тепловыделений, и потребность типового офисного здания в холоде в настоящее время не претерпевает существенных изменений. Поэтому единственным источником энергосбережения остается повышение энергоэффективности СКВ. Энергоэффективность — это отношение полезного эффекта к потребляемой энергии. Критериев оценки энергоэффективности несколько. Важно выбрать для сравнения показатель, наиболее полно отражающий реальное энергопотребление.

Для оценки энергоэффективности холодильных машин и кондиционеров используется специальный коэффициент EER (Energy Efficiency Ratio). В соответствии со стандартом Eurovent он определяется как отношение холодопроизводительности к энергопотреблению (холодильный коэффициент), вычисленное при стандартных условиях (таблица 1) [8].

Таблица 1. Стандартные условия по Eurovent

	Стандартные условия					
	Параметры воздуха внутри помещения		Параметры наружного воздуха		Параметры охлаждающей воды	
	По сухому термометру, °C	По влажному термометру, °C	По сухому термометру, °C	По влажному термометру, °C	На входе, °C	На выходе, °C
Параметры при охлаждении	27	19	35	24	30	35
Параметры при нагреве	20	15	7	6	15	

В зависимости от величины коэффициента энергоэффективности оборудование причисляется к тому или иному классу энергопотребления. Например, в Европе к самому высокому классу — «А» относят оборудование с EER > 3,2.

Сравнение чиллер-фанкойл и сплит систем

В данной статье сравниваются энергопотребление и стоимость системы чиллер-фанкойл и сплит-систем для высотного офисного здания, при этом учитываются первоначальные затраты, затраты на ремонт и обслуживание и другие факторы. Площадь здания составляет 5303 м². Центральная СКВ обслуживает первые четыре этажа; на всех остальных этажах в конторских помещениях, а также в лифтовом вестибюле на первом этаже установлены сплит-системы.

Таблица 2. Первоначальные затраты на системы чиллер-фанкойл и сплит-систему

Наименование показателей	Система чиллер-фанкойл (US\$)	Сплит-системы (US\$)
Холодильные установки	75211.5	-
Насосы	7306.3	-
Оборудование для обработки воздуха	37784.8	-
Вентиляторные доводчики	13111.9	-
Конденсаторы	-	151264.4
Комнатные блоки	-	92710.5
Трубопроводы хладагента	-	45645.6
Система вентиляции	-	41724.5
Системы регулирования	6288.8	13445.5
Испытание и сдача в эксплуатацию	3117.5	3107.7
Соответствующие строительные работы	5781.8	Включено в стоимость
Общие затраты	250831.8	373720

Обслуживаемая площадь	491,89 м ²	1875,43 м ²
Затраты на единицу обслуживаемой площади	502	198

Потребление электрической энергии составляет соответственно 126 кВт·ч/м² для центральной системы и 170 кВт·ч/м² для сплит-системы.[9] Таким образом, годовые затраты энергии для сплит-системы примерно на 35 % выше. Разница более заметна в летнее время, когда тепловая нагрузка на систему больше. Повышенная энергоемкость сплит-систем объясняется более низкой эффективностью использования электроэнергии.

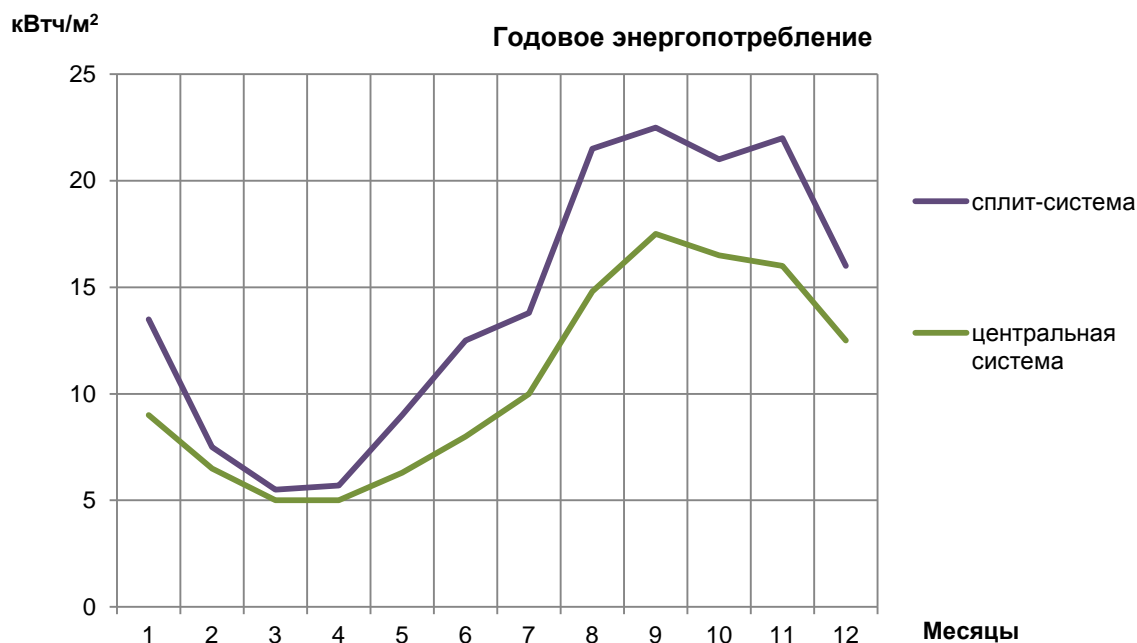


График №1. График годового энергопотребления

Были проанализированы затраты на срок службы для систем различной производительности по тому и другому типу, результаты анализа представлены на графике 2. Из графика видно, что для обоих рассматриваемых типов систем рост производительности приводит к росту затрат, однако темпы роста при этом различны. Затраты для центральных СКВ остаются более высокими, пока обслуживаемая площадь не превышает 1180 м².

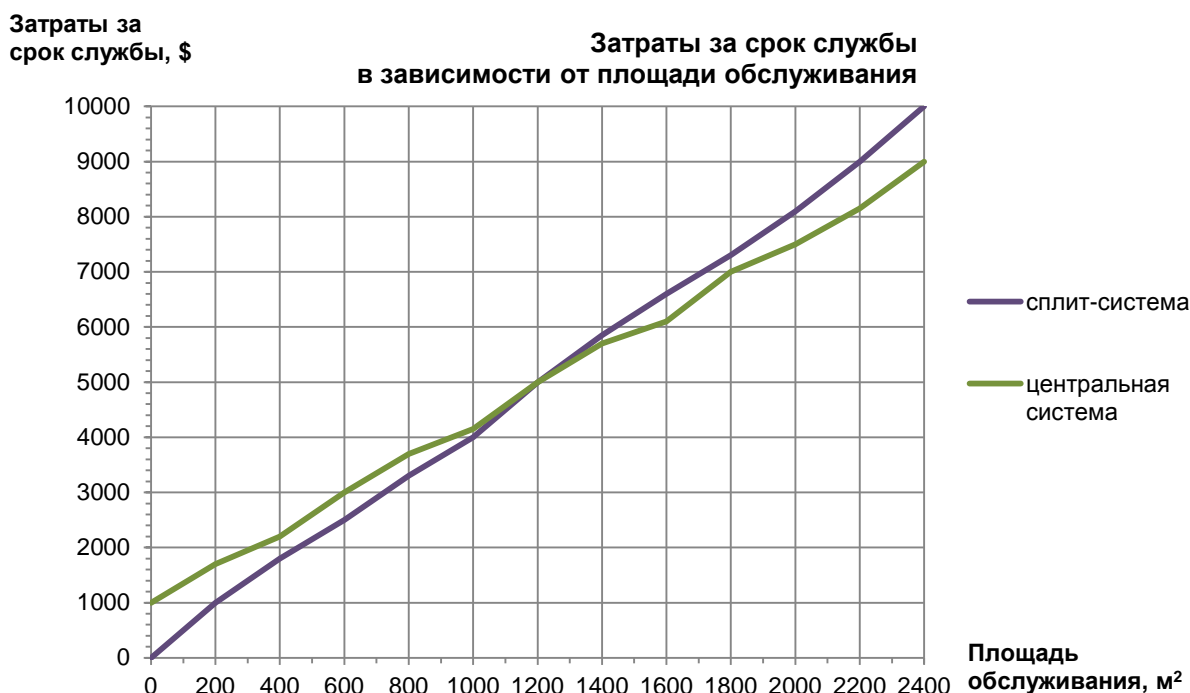


График №2. График годового энергопотребления

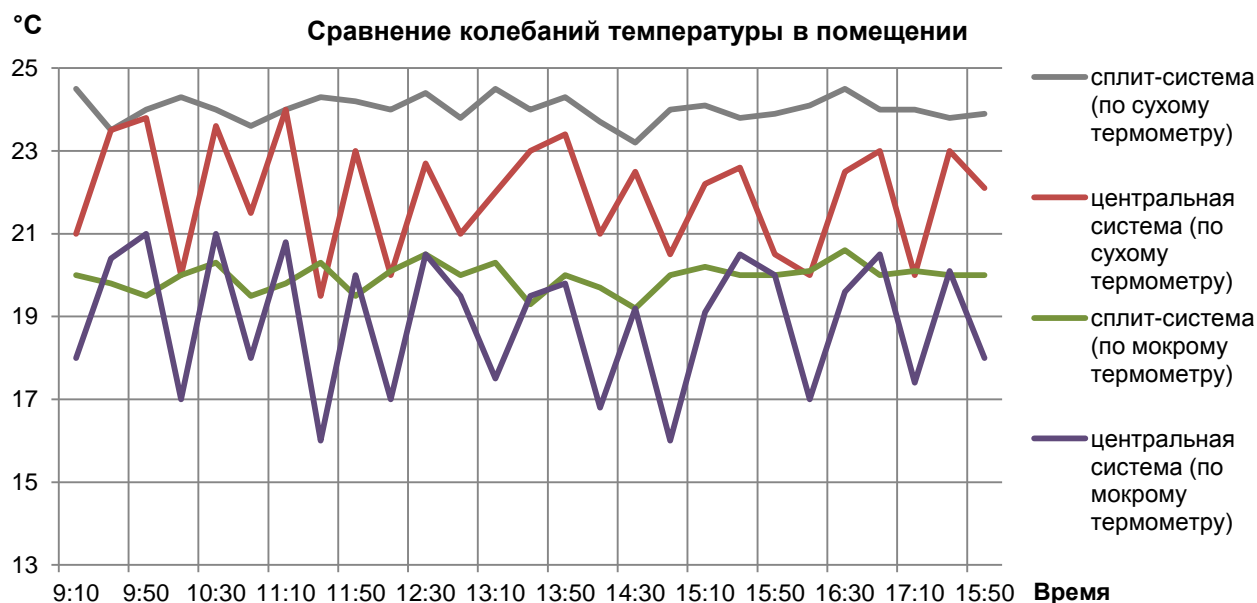
Также было проведено сравнение систем по основным показателям. Сравнение представлено в таблице 3 [10 - 12].

Таблица 3. Сравнение системы чиллер-фанкойл и сплит системы

Наименование показателя	Система чиллер-фанкойл	Сплит-системы
Регулирование температуры	Лучшее качество регулирования	Большие колебания температуры
Чистота воздуха	Удовлетворительная (может быть использован любой тип фильтра)	Неудовлетворительная (установлены низкоэффективные фильтры)
Подача наружного воздуха	Да	Нет
Уровень шума в помещении	Низкий уровень по кривой замеров (широкие возможности проектирования шумоглушения)	Низкий уровень по кривой замеров
Изменение холодопроизводительности	Изменение в широком диапазоне	Нет возможности изменения
Эффективность систем	Высокая	Низкая
Срок службы оборудования	Большой	Меньший
Обслуживание	Низкие трудозатраты	Высокие трудозатраты
Контроль задымления	Нет затруднений	Более сложно
Оператор системы	Есть необходимость	Нет необходимости
Первоначальные затраты	Более высокие	Более низкие

Стоимость энергопотребления	Более низкая	Более высокая
Помещение для оборудования	Необходимо помещение для холодильных установок и приточных/вытяжных вентиляторов	Помещение для оборудования не требуется
Управление	Более сложно	Более просто
Монтаж	Более сложно	Просто и быстро
Возможность расширения системы	Возможности ограничены	Свободное расширение
Срок службы	20 лет	10 лет

Сплит-системы обеспечивают меньшую устойчивость температуры воздуха в помещении главным образом из-за недостатков регулирования температуры в этих системах. Максимальный диапазон



колебаний температуры составил 5,2°C. Также подача свежего воздуха при сплит-системе возможна только через открытые окна, качество воздуха в помещениях также более низкое по сравнению с создаваемым центральными СКВ из-за отсутствия очистки наружного воздуха. Таким образом, с точки зрения качества работы предпочтение следует отдать центральным СКВ (график 3) [13].

График №3. Сравнение колебаний температуры в помещении

Повышение эффективности работы чиллера

Метод 1. Выбор значений температуры охлажденной и конденсаторной воды

Как правило, охладители работают в расчетном режиме менее 1% от общего времени работы. В остальное время они работают в условиях, отличающихся от расчетных, например, при средней температуре атмосферного воздуха и/или при более низком уровне его влажности. Когда охладитель работает в нерасчетных условиях, охлаждающая нагрузка может быть ниже той, что предусмотрена расчетами, и температура оборотной воды в конденсаторе также может быть ниже расчетной [14]. Благодаря этому, установку можно сделать более экономичной в плане энергопотребления.

Принцип выбора значения температуры охлажденной воды известен уже долгое время. При более низких нагрузках воздухоохладитель может давать необходимое охлаждение, даже если температура охлажденной воды на входе несколько выше, поскольку необходимость в удалении влаги меньше. В целом, при повышении температуры охлажденной воды на выходе чиллера нагрузка компрессора понижается, в результате чего энергопотребление уменьшается [15]. Этот метод можно применять к центробежным водоохладителям с постоянной частотой вращения при рабочей нагрузке от 40% до 80%, для экономии энергии от 0,5% до 0,75% на градус повышения температуры охлажденной воды на выходе чиллера.

С другой стороны, центробежные водоохладители могут быть оборудованы приводом с электронным регулированием частоты вращения (см. Метод 3), и для них выбор значения температуры охлажденной воды имеет больше преимуществ. При нагрузках ниже 80% водоохладитель с электронным регулируемым приводом будет потреблять на 2-3% меньше энергии при повышении температуры охлажденной воды на выходе на 0,8 °С. Это соотношение остается верным при снижении нагрузки вплоть до 10%.

Выбор значения температуры охлажденной воды позволяет достичь указанной экономии энергии в системах кондиционирования с непрерывной циркуляцией охлажденной воды. Если для системы была предусмотрена переменная циркуляция охлажденной воды, прежде чем прибегнуть к выбору значения температуры охлаждающей воды, необходимо провести дополнительные исследования. Повышение температуры охлажденной воды на выходе позволяет снизить расход энергии охладителем и приводит к повышению потребления энергии насосом, поскольку для необходимого охлаждения до той же температуры требуется больше охлаждающей воды. Будет ли экономия энергии в охладителе более существенной по сравнению с дополнительными затратами энергии в насосе, зависит от особенностей системы [16].

Аналогичные преимущества в плане энергопотребления дает выбор более низкого значения температуры конденсаторной воды на входе.

Большинство производителей указывают минимальную температуру конденсаторной воды на входе. Стремясь сэкономить энергию, производители разрабатывают проекты охладителей с более низкими температурами конденсаторной воды на входе; вплоть до 13С, вместо обычного 21С, что позволяет снизить температуру конденсации и давление хладагента.

В результате понижения давления компрессора, его двигатель потребляет меньше энергии.

При полной нагрузке экономия энергии составляет 1,5% при каждом снижении температуры конденсаторной воды на входе на 1 градус. Еще большей экономии можно достичь, если установка работает в режиме неполной мощности, особенно в случае с охладителями, оснащенными приводом с электронным регулированием частоты (см. Метод 3).

Метод 2. Перераспределение нагрузки между несколькими чиллерами

Пожизненный член Американского общества отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха Гил Эйвери исследовал еще один способ, при помощи которого можно извлечь выгоду из работы установки в условиях, отличающихся от расчетных. Эйвери описал работу центробежных охладителей водяного охлаждения в диапазоне повышенной мощности, когда действительная мощность охладителя превышает номинальную. Работа с подобной мощностью вплоть до 40% больше по сравнению с номинальной возможна, если температура конденсаторной воды на входе ниже расчетной (как правило, 29°С), и расход энергии (кВт/т) также оказывается ниже [17].

На основании результатов исследования Эйвери приходит к следующим выводам: один охладитель, работающий в диапазоне повышенной мощности, более экономичен в плане энергопотребления, по сравнению с двумя, работающими в режиме неполной нагрузки. Экономия достигается благодаря тому, что вторая градирня и насос конденсаторной воды не задействованы. Многие существующие установки могут быть модифицированы для получения преимуществ эксплуатации в режиме повышенной мощности.

Встречаются различные принципиальные схемы холодильных станций с несколькими чиллерами. Эйвери полагает, что это очень нехорошо, поскольку некоторые системы не могут работать в диапазоне максимальных нагрузок, так как охладители обычно работают при постоянном потоке охлаждающей жидкости.

Чтобы исправить положение, следует преобразовать систему в одноконтурную с переменным расходом воды через чиллеры.

При этом появится возможность работы при любых условиях, поскольку поток охлаждающей жидкости и изменения температуры переменные. Для модификации системы необходимо установить обратный клапан на байпасной линии и изменить программу управления охладителем. Эйвери предполагает, что благодаря этому, эффективность работы охладителя в среднем увеличится на 15%. При этом также удастся сэкономить 25% затрат на энергообеспечение, благодаря чему расходы на модификацию системы быстро окупятся [18].

Метод 3. Оснащение центробежных охладителей регулируемыми приводами

Поскольку преобладающее большинство существующих охладительных установок работают в условиях, отличающихся от расчетных, следует всерьез задуматься об их оснащении приводом с электронным регулированием частоты вращения.

Это поможет сократить энергопотребление охладителей в год в среднем на 30%. Регулируемый привод приводит скорость двигателя компрессора в соответствие с действительной потребностью в охлаждении и контролирует лопасти для предварительной закрутки потока, изменяя объем потока хладагента через компрессор. Таким образом, охладитель, оснащенный регулируемым приводом, является исключительно эффективным при работе в нерасчетных условиях: расход энергии снижается при нерасчетной нагрузке и температуре воды.

Рассмотрим пример. Охладитель, оснащенный регулируемым приводом, установлен в здании Sony Disc Manufacturing. В этих помещениях необходимо круглосуточное охлаждение. Сначала охладитель мощностью 2400 кВт, оснащенный регулируемым приводом, являлся вспомогательным оборудованием, но вскоре стал основным, поскольку он менее дорогостоящий в обслуживании по сравнению с охладителем с мощностью 1400 кВт и постоянной частотой вращения, даже в периоды низкой нагрузки зимой. За счет наличия регулируемого привода и регулировки температуры, потребление энергии охладителем достигло рекордно низкой отметки в 0,054 кВт/т при нагрузке 50%. В результате ежегодная экономия электроэнергии на охладительной установке составила 460 тысяч кВт в год, что позволило компании Sony ежегодно экономить более 20 тысяч долларов США.[19]

Современное поколение регулируемых приводов, разработанных специально для оснащения центробежных охладителей, имеет функцию контроля адаптивной мощности (АСС), которая определяет оптимальную частоту вращения компрессора при любых условиях работы охладителя. В течение первого года работы эта система контроля создает собственную карту работы компрессора, а затем постоянно регулирует частоту вращения компрессора в зависимости от условий работы охладителя. Функция контроля адаптивной мощности задает частоту вращения компрессора и настройки работы лопастей предварительной закрутки потока для того, чтобы определить до какой отметки можно снизить скорость регулируемого привода. За счет этого, соответственно, снизится потребление энергии, поддерживая работу охладителя в безопасном диапазоне (без перенапряжений в сети).

Когда появляется необходимость в охлаждении помещения, регулируемый привод плавно запускает охладитель, не превышая 100% амплитуды полной нагрузки. Частота вращения охладителя линейно нарастает до полной, при этом лопасти предварительной закрутки потока настраиваются таким образом, чтобы соответствовать требуемой нагрузке.

Охладитель контролирует движение потока в петле охлажденной воды. При помощи АСС система оценивает рабочие параметры и определяет соответствующее снижение скорости. Затем АСС снижает частоту вращения охладителя и задает необходимые настройки лопастям предварительной закрутки потока, при которых поддерживается заданная величина температуры охлажденной воды на выходе. Частота вращения снижается до минимального необходимого для поддержания установленного режима значения АСС и заносит в память оптимальные значения скорости для различных комбинаций. Когда эти условия повторяются, АСС передает сигнал на регулируемый привод о задании нужной частоты вращения и настройках лопастей закрутки [20].

Метод 4. Модернизация средств управления охладителями

Рабочие характеристики бывших в использовании охладителей, находящихся в хорошем техническом состоянии могут быть улучшены посредством модернизации средств управления. Современные пульта управления с дисплеем позволяют операторам получать данные в режиме реального времени через графический интерфейс и открывают им быстрый доступ ко всем рабочим параметрам и переменным цикла.

Становится легче производить настройку охладителей. Операторы быстрее получают информацию о необходимости обслуживания и ремонта оборудования, прежде чем неполадки приведут

к внеплановому простоя или возрастанию ремонтных расходов. Ведение журнала дает возможность анализировать, распечатывать и хранить данные о рабочих режимах и настройках [21].

При необходимости многие системы управления позволяют автоматизировать ряд функций.

Например, алгоритмы управления включают определение перенапряжения в сети, функцию плавного запуска и ограничения энергопотребления, что позволяет снизить расходы на обслуживание и сократить время простоя охладителя, не пренебрегая безопасностью [22].

Локальные системы управления охладителя могут быть полностью интегрированы в единую систему автоматического управления здания, что позволяет осуществлять мониторинг работы охладителя на расстоянии. Усовершенствованные средства управления могут входить в комплект системы автоматического управления охладителя, как описано в Методе 5.

Метод 5. Оснащение центробежных охладителей автоматикой.

Система управления охлаждающей установкой представляет собой систему управления энергопотреблением, предназначенную для оптимизации работы компонентов системы охлаждения, охладителей, насосов и градирен, которая зачастую включена в более крупную систему управления целым сооружением или зданием. Базовая система управления охладительной установкой может осуществлять контроль над одной или несколькими из следующих функций: [23]

- ограничение энергопотребления: система отслеживает объем энергопотребления в здании в целом, и используя предварительно заданные стратегии, автоматически ограничивает энергопотребление охладительной установки;
- регулировка температуры охлажденной воды: производится автоматическая регулировка температуры охлажденной воды на выходе, и при соответствующих условиях, снижение энергопотребления (см. Метод 1);
- включение и выключение в зависимости от времени суток: система осуществляет контроль над включением и выключением оборудования на основании данных о температуре атмосферного воздуха и других факторах, предвосхищая потребности в охлаждении, что позволяет управлять установкой наиболее экономичным образом;
- оптимизация последовательности: в зависимости от режима нагрузки, система определяет последовательность и порядок работы охладителей, насосов и градирен;
- необходимость в обслуживании: система определяет и передает сигнал о необходимости обслуживания на основании данных о предшествующих рабочих показателях, таким образом, охладительная установка работает с максимальной производительностью.

Член Американского общества отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха Томас Хартман предлагает разработать и использовать простую и экономичную сеть управления охладительными установками, объединяющую охладители, насосы, и градирни с вентиляторами. Система Хартмана автоматически управляет и задает последовательность работы всего оборудования при конкретной нагрузке, что позволяет повысить производительность.

Хартман называет свой подход стратегией управления установкой, ориентированной на повышение эффективности и считает, что эта стратегия может быть реализована вручную на небольших установках.

Хартман полагает, что в обоих случаях экономия расходов на энергоснабжение в год составит 5,69 - 28,43 долларов США на кВт, в зависимости от климата, способа применения стратегии и тарифов на электроэнергию. Такой подход является стоимостно-эффективным и экологически приемлемым [24].

Метод 6. Модернизация чиллера и оснащение его новым приводом компрессора

Оснащение бывшего в использовании чиллера новым приводом компрессора без замены теплообменных аппаратов практикуется не часто, однако заслуживает рассмотрения по следующим причинам:

Мощность охладителя больше, чем существующая максимальная тепловая нагрузка здания за счет принятия мер по энергосбережению. В этом случае, благодаря уменьшению мощности нового привода, производительность охладителя соответствует реальной тепловой нагрузке, в результате чего эффективность его работы повышается. При оснащении охладителя новым компрессором меньшей мощности, без замены имеющихся теплообменников, эффективность работы установки также повышается. Размеры теплообменных аппаратов значительно больше размеров компрессора,

создается большая поверхность теплообмена, в результате чего нагрузка на компрессор уменьшается. Новый двигатель также отличается большей производительностью по сравнению со своим предшественником.[25]

Поскольку охладитель уже был в употреблении, затраты на обслуживание, ремонт и запасные части возрастают. Так как большая часть деталей привода компрессора часто требуют ремонта, оснащение новым приводом позволит усовершенствовать охладитель, что значительно дешевле установки совершенно новой системы охлаждения. Например, в некоторых новых компрессорах функция контроля над уровнем масла исключена из работы охладителя, за счет чего его модернизация становится еще более выгодной с экономической точки зрения. Как правило, в ходе модернизации также производится перевод оборудования на новую, модернизированную систему управления (см. Метод 4).

Доступ к машинному залу обычно затруднен. Чтобы демонтировать многие ранее установленные охладители из подвальных помещений или других труднодоступных участков здания, зачастую необходимо выполнить ряд сложных работ, включающих иногда частичное разрушение и реконструкцию здания. Возможное решение проблемы не менять кожухи теплообменников, поскольку они являются самым крупным компонентом системы охлаждения. Части нового привода, как правило, имеют относительно небольшие габариты и могут быть внесены в помещение через дверные проемы.

Охладитель необходимо перевести на озонобезопасные (HFC) хладагенты. Перевести на новый хладагент центробежный охладитель старого образца, оснащенный новым приводом, дешевле, нежели заменить полностью сам охладитель. Этот подход особенно заслуживает рассмотрения, когда необходимо учесть одновременно все три перечисленные выше соображения.

Метод 7. Замена охладителей.

Если значительно повысить эффективность работы устаревшей системы охлаждения невозможно, следует рассмотреть возможность замены охладителя. Эффективность охладителей была значительно улучшена в последние годы за счет высокоэффективных теплообменников, компрессоров, двигателей и вышеописанных систем управления. Охладители современного типа приспособлены к работе на хладагентах, не разрушающих озоновый слой, таких как R-134a.

Кроме того, существует широкий выбор охладителей без электропривода, которые могут работать от альтернативных источников энергии и использоваться в проектах гибридных охладительных установок. Охладители без электропривода включают абсорбционные установки, работающие на пару или с газовыми горелками, а также центробежные чиллеры с паровыми турбинами и газовыми двигателями.

Замена охладителя связана со значительными материальными затратами, которые нужно тщательно оценить. Необходимо проанализировать существующие затраты на тонну охлаждаемой жидкости и сравнить с прогнозируемыми затратами при переходе на новый охладитель. Затем нужно сравнить начальные капитальные затраты с суммой средств, сэкономленных за счет замены охладителя [26].

Выводы

1. В рассматриваемом здании первоначальные затраты для центральных СКВ в расчете на единицу площади охлаждаемых помещений существенно выше.
2. Качество кондиционирования воздуха сплит-системами более низкое из-за больших колебаний температуры воздуха в помещениях.
3. Затраты за срок службы той и другой системы возрастают с увеличением обслуживаемой площади, но темп роста затрат при этом различен. Критическая величина обслуживаемой площади составляет 1180 м².
4. Годовой расход энергии сплит-системами примерно на 35 % больше, чем центральными СКВ; это различие особенно очевидно в летнее время.
5. Эффективность большинства водоохлаждающих холодильных установок (чиллеров), срок служб которых уже превысил 5 лет, может быть повышена при помощи одного из семи зарекомендовавших себя методов. Кроме того, инженеры-механики смогут сделать чиллеры более экономичными и надежными, продлить срок службы оборудования, осуществлять более четкий контроль над элементами чиллера.

В итоге для крупных зданий с большой зоной обслуживания рекомендуется использовать центральные системы кондиционирования, так как они в этом случае имеют преимущества по

первоначальным затратам, энергосбережению, качеству воздуха в помещениях, регулированию, обслуживанию и др. Если в таких зданиях существующие сплит-системы заменить центральными, срок окупаемости затрат составит 3,9 года.

Литература

1. Аверьянова О. В., Энергоэффективные системы кондиционирования // Еврострой. 2009. №3. С. 10.
2. Нимич Г. В., Михайлов В. А., Бондарь Е. С. Современные системы кондиционирования и вентиляции воздуха. Изд-во ТОВ "Видавничий будинок "Аванпост-Прим", 2003. С. 478-481.
3. Yu F.W., Chan K.T. Optimum load sharing strategy for multiple-chiller systems serving air-conditioned buildings // Building and Environment. 2007. Vol. 42. Issue 4. Pp. 1581–1593.
4. Гошка Л. Л. Климатические системы: моделирование процессов влияния воздуха на организм человека // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 5. С. 18-29.
5. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // Инженерно-строительный журнал. 2010. №1. С. 9.
6. СНиП 41-01-2003* Отопление, вентиляция и кондиционирование.
7. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
8. Аверьянова О. В. Энергосберегающие технические решения для местно-центральных систем обеспечения микроклимата при использовании тепловых насосов в качестве местных агрегатов, объединенных в единый водяной контур // Инженерно-строительный журнал. 2011. №1. С. 37-40.
9. Eicker U. Low energy cooling for Sustainable building. Wiley. 2009. 278 p.
10. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами. М.: Изд-во Микроклимат. 2003. 400 с.
11. Аверьянова О. В. Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий // Инженерно-строительный журнал. 2011. №5(23). С. 53-59
12. Yu F.W., Chan K.T. Strategy for designing more energy efficient chiller plants serving air-conditioned buildings // Building and Environment. 2007. Vol. 42. Issue 10. Pp. 3737–3746.
13. Титова Е. М., Аверьянова О. В. Анализ эффективности систем кондиционирования с секцией осушения воздуха // Инженерно-строительный журнал. 2011. №1(19). С. 46-52.
14. Кокорин О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Изд-во физико-математической литературы. 2003. С. 145-149.
15. Богословский В. Н., Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. М.: Изд-во Стройиздат. 1985. С. 269-273.
16. Yu F. W., Chan K. T. Environmental performance and economic analysis of all-variable speed chiller systems with load-based speed control // Applied Thermal Engineering. 2009. Vol. 29. Issues 8–9. Pp. 1721-1729.
17. An analysis on the energy efficiency of air-cooled chillers with water mist system / Yang J., Chana K. T., Wub X., Yuc F. W., Yangb X. // Energy and Buildings. 2012. Vol. 55. Pp. 273-284
18. Ковалев Н. А. Котлы на дровах для теплоснабжения сельских поселений // Энергосовет. 2011. №3(16). С. 77.
19. Аверьянова О. В. О комплексном подходе к проектированию систем жизнеобеспечения с целью повышения ресурсо- и энергосбережения // Инженерные системы. 2011. №2. С. 50-52.
20. Васильев Г. П., Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 // АБОК. 2002. №4. С. 10.
21. Таурогинский В. И., Опыт строительства энергосберегающих зданий в Белоруссии // Энергосбережение. 2008. №1. С. 74-77.
22. Herriman L. G., Judge J., Dehumidification equipment advices // ASHRAE Journal. 2002. 22 p.
23. Herriman L. G., Plager D., Dehumidification and cooling loads from ventilation air // ASHRAE Journal. 1997. 37 p.
24. Малахов М. А., Савенков А. Е., Усовершенствование вентиляции жилых зданий // АБОК. №4. 2009. С. 7.
25. Сормунен П., Энергоэффективность зданий. Ситуация в Финляндии // Инженерно-строительный журнал. 2010. №1. С. 7-9.