

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.А. ЕЖЕВСКОГО**

АЛТУХОВ И.В.

**Проблемы энерго и ресурсосбережения в
теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях**

Учебное пособие

ИРКУТСК 2018

УДК 621.311.004.18 (075.8)

Рецензенты:

Профессор, профессор кафедры электроснабжения и электротехники Иркутского государственного аграрного университета им.А.А.Ежевского, доктор технических наук Наумов И.В.

Профессор, кафедры электроснабжения и электротехники Иркутского национального исследовательского технического университета доктор технических наук Степанов В.С.

Автор И.В. Алтухов

Учебное пособие «Проблемы энерго и ресурсосбережения в теплоэнергетике теплотехники и теплотехнологиях» предназначено для самостоятельной работы студентов по направлению «Электроэнергетика и электротехника», а так же «Теплоэнергетика и теплотехника» может быть полезно аспирантам и студентам энергетического факультета.

Рекомендовано к изданию Методическим советом энергетического факультета (протокол № 4 от 27 февраля 2018 г.).

© Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А.Ежевского», 2018.

Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование знаний по рациональному использованию энергетических ресурсов, подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи в области энергосбережения на сельскохозяйственных, промышленных и жилищно-коммунальных объектах.

Овладение знаниями о законах энергосбережения, принципах, понятиях, терминологии, содержании, специфических особенностях организации и управлении научными исследованиями. Учебный курс «Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях» позволяет получить знания по основным способам энергосбережения, практическим методам и приемам проведения энергосберегающих мероприятий на базе современных достижений отечественных и зарубежных ученых и овладеть навыками выбора способа, метода и средств проведения энергосберегающих мероприятий, получения обоснованных эффективных решений с использованием информационных технологий.

Задачи дисциплины – привитие навыков оценки энергетической эффективности оборудования, технологических установок и производств в области энергосберегающих мероприятий и энергосберегающего оборудования. В результате изучения дисциплины обучающиеся должны знать основы Государственной политики в области энергосбережения, организацию управления энергосбережением на федеральном и региональном уровнях, нормативную базу в области энергосбережения, методы и критерии оценки эффективности использования энергии. Обучающиеся должны знать методику и иметь навыки проведения энергоаудита, знать типовые энергосберегающие мероприятия в промышленности и коммунальном хозяйстве, уметь оценивать их эффективность.

Оглавление

Введение	5
1 Анализ энергосберегающих мероприятий в различных энергетических системах	6
1.1 Типовые мероприятия по энергосбережению	6
1.2 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для системы электроснабжения	11
1.3 Энергосберегающие мероприятия для систем электрического освещения	17
1.4 Двухтарифная система учета расхода электроэнергии	23
1.5 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для системы теплоснабжения	25
1.6 Повышение эффективности регулирования систем отопления и вентиляции (ликвидация перетопов в помещениях)	37
1.7 Утилизация тепла вытяжного воздуха	41
1.8 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для систем кондиционирования воздуха	45
1.9 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для систем ГВС и холодной воды	48
Вопросы для подготовки	52
Список использованных источников	55

Введение

В России имеются большие резервы сбережения энергетических ресурсов. Рациональное использование энергетических ресурсов – один из государственных приоритетов модернизации и технологического развития экономики и социальной сферы. Одним из самых перспективных и актуальных аспектов энергосбережения в нашей стране является энергетическое обследование, направленное на выявление нерациональных затрат энергетических ресурсов и неоправданных потерь энергии.

Энергетическое обследование нацелено на снижение потерь энергоресурсов до экономически обоснованных значений и ведёт к существенному уменьшению энергетической составляющей в структуре себестоимости готовой продукции, к повышению её конкурентоспособности на мировом и российском рынках.

Таким образом, энергетическое обследование является важным инструментом реализации современной государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Однако при всей важности энергетического обследования не следует забывать, что на этом этапе лишь определяются неотложные мероприятия по энергосбережению. За обследованием обязательно должен следовать этап, целью которого – реализация этих мероприятий.

Под понятием «Энергосбережение» принято понимать комплекс мер по реализации правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), при существующем полезном эффекте от их использования и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии [1].

Таким образом, разработка стратегии и энергосберегающих мероприятий позволит ввести энергосбережение в практическую значимость экономики России.

1 Анализ энергосберегающих мероприятий в различных энергетических системах

1.2 Типовые мероприятия по энергосбережению

Системы электроснабжения и электропотребления. Часто, системы электроснабжения эксплуатируются не в номинальных режимах. Недогруженные или перегруженные электрооборудование и распределительные сети, приводят к увеличению доли потерь в трансформаторах, электродвигателях, и к снижению коэффициента мощности в системе электроснабжения. Экономия потребляемой мощности достигается через снижение потерь электрической энергии в системе трансформирования, распределения и преобразования (трансформаторы, распределительные сети, электродвигатели, системы электрического внешнего и внутреннего освещения), а также через оптимизацию режимов эксплуатации оборудования, потребляющего эту энергию.

Системы учета расхода электрической энергии. При постоянном учете расхода электроэнергии осуществляется входной коммерческий учет на линии разграничения с энергосбытом, технический учет расхода электроэнергии в крупных узловых точках системы электроснабжения, на наиболее мощных электроустановках и т.д. При хорошо отлаженной системе коммерческого учета, техническому учету обычно уделяется мало внимания. Это выражается в виде устаревших приборов учета, не способных отображать информацию в реальном режиме времени, отсутствии систематических поверок электросчетчиков.

Таким образом, отсутствие достоверной информации об объемах потребления электроэнергии, оперативный учет и контроль за потреблением электроэнергии, не позволяет своевременно принимать меры к незапланированному потреблению энергоресурсов.

Системы трансформирования. Как отмечено ранее, что при недогрузках и перегрузках оборудования, наблюдаются неоправданные потери в трансформаторах. Когда потребляемая мощность значительно ниже номинальной мощности трансформатора, работающего в режиме, близком к режиму холостого хода, потери составляют 0,2 – 0,5% от номинальной мощности трансформатора [2]. Экономия электроэнергии обеспечивается за счет отключения ненагруженных трансформаторов, увеличивая степень загрузки остальных трансформаторов.

Системы регулирования коэффициента мощности. Асинхронные электродвигатели и трансформаторы являются основными источниками реактивной мощ-

ности на предприятиях. При работе электродвигателей и трансформаторов генерируется реактивная нагрузка. В сетях и трансформаторах циркулируют тока реактивной мощности, которые приводят к дополнительным активным потерям. Для компенсации реактивной мощности, применяются батареи статических конденсаторов и синхронные электродвигатели, работающие в режиме перевозбуждения.

Для большей эффективности компенсаторы располагают как можно ближе к источникам реактивной мощности, чтобы эти токи не циркулировали в распределительных сетях и не вносили дополнительные потери электрической энергии.

Системы преобразования электрической энергии. Самыми распространенными потребителями электрической энергии являются электродвигатели. На них приходится около 70% потребления электроэнергии[3]. Большую долю установленной мощности составляют асинхронные электродвигатели.

Для разработки мероприятий по энергосбережению во время проведения энергоаудита необходимо проверять соответствие мощности электродвигателя потребляемой мощности нагрузки, т.к. завышение мощности приводного электродвигателя приводит к снижению КПД и коэффициента мощности. К снижению коэффициента мощности приводит создание магнитного поля системы, с уменьшением степени загрузки двигателя возрастает доля потребляемой реактивной мощности. При завышенной мощности электродвигателя следует произвести замену электродвигателя на меньшую мощность. Целесообразность капитальных затрат на замену одного двигателя другим двигателем с соответствующей номинальной мощностью определяется следующими положениями:

1. Целесообразно производить замену при загрузке менее 45%.
2. При загрузке 45 – 70% для замены требуется проводить экономическую оценку мероприятия.
3. При загрузке более 70% замена нецелесообразна.

В установках с регулированием числа оборотов (насосы, вентиляторы, воздуходувки) широко применяются регулируемые электроприводы, в основном с преобразователями частоты для асинхронных и синхронных электродвигателей. Такие электропривода применяются в системах с переменным расходом (жидкости, воздуха).

Системы освещения. На освещение, в электропотребление предприятия, приходится до 8% расхода электрической энергии. Энергетический эффект определяется степенью использования энергоэффективных источников света. На данном этапе развития светотехнического оборудования наиболее энергоэффективными являются:

- светодиодные (СД);
- натриевые высокого давления (ДНаТ);
- металлогалогенные (ДРИ);
- люминесцентные (ЛБ) лампы.

Выбор того или иного типа ламп определяется двумя обстоятельствами: экологическими аспектами и энергоэффективностью.

Замена ламп накаливания на энергоэффективные позволяет получить следующие величины экономии электрической энергии (средние значения), которые представлены на рисунке 1[3]. На Рисунке 2 представлены величины экономии электрической энергии (средние значения), при замене ртутных ламп типа ДРЛ на энергоэффективные.

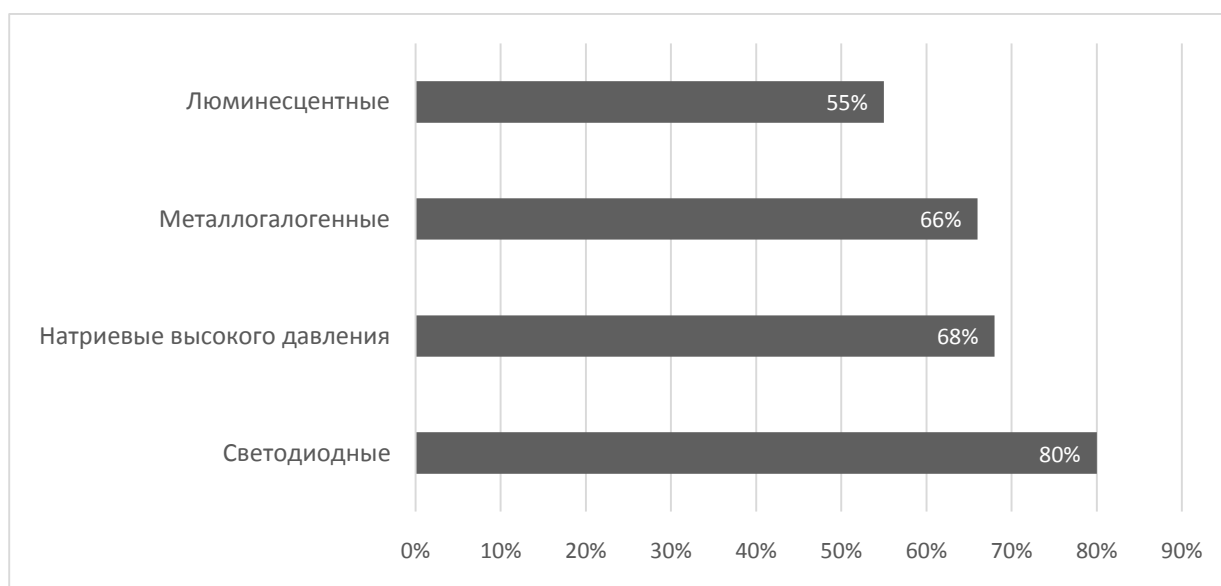


Рисунок 1- Экономия электрической энергии (средние значения) при замене ламп накаливания на энергоэффективные

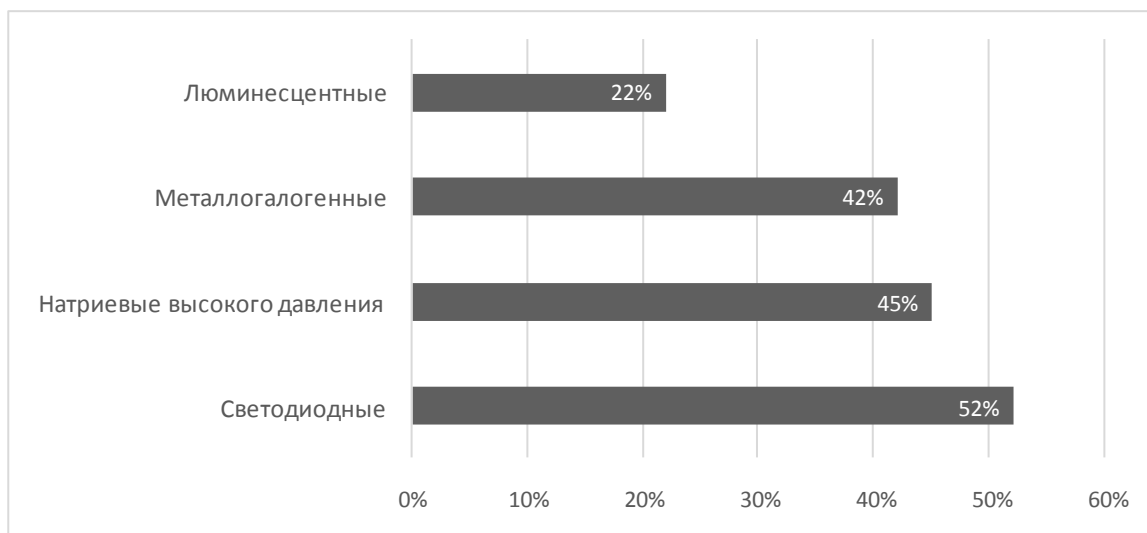


Рисунок 2 - Экономия электрической энергии (средние значения) при замене ртутных ламп типа ДРЛ на энергоэффективные

Системы теплоснабжения и теплопотребления. Система теплоснабжения состоит из теплогенерирующей установки (котельная или теплоэлектроцентраль), системы магистральных теплотрасс, разводящих тепло к центральным тепловым пунктам, разводящих теплотрасс, индивидуальных тепловых пунктов и системы отопления цехов и зданий.

Системы учета расхода тепловой энергии. На предприятиях ведется, как учет расхода тепловой энергии, так и когда система учета основана на приблизительном распределении тепловой энергии между подразделениями. Но, такой подход не позволяет получить достоверную информацию по теплопотреблению.

Таким образом, отсутствие достоверная информация об объемах потребления тепловой энергии не позволяет своевременно принимать меры к незапланированному потреблению энергоресурсов.

Котельное оборудование. Раз в 3 – 5 лет в котельных проводятся пусконаладочные работы и тепловые балансовые испытания, в которых проверяется КПД котлов, подбирается оптимальный, по результатам газового анализа, коэффициент избытка воздуха на различных режимах нагрузки котлов. Составляются режимные карты работы котлов. Эти работы проводятся специализированными наладочными организациями.

Системы водопотребления, вентиляции. Основным элементом систем водоснабжения и водоотведения являются насосы. От их правильного выбора, эффективного регулирования зависит, как экономия электрической энергии, так и перерасход воды через неплотности (утечки) системы и потребителем вследствие пре-

вышения давления перед водоразборными вентилями. Резервы экономии по электроэнергии оцениваются по величине потерь напора на насосных станциях при дросселировании избыточного давления на задвижках после насосов и у потребителя, по продолжительности работы насосов в неэкономичных режимах.

Основным мероприятием, обеспечивающим энергоэффективные режимы работы насосных установок, является применение частотно-регулируемого электропривода с автоматической системой стабилизацией давления при переменном расходе или с автоматической системой стабилизацией уровня в емкости (зумпфе) при переменном притоке жидкости в емкость, например, в канализационных системах. Экономия по электроэнергии в этих системах составляет 25 – 35% по сравнению с неэкономичным режимом работы насосной установки[2].

Проведя анализ различных энергетических систем, можно выделить следующие энергосберегающие мероприятия, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Типовые энергосберегающие мероприятия энергетических систем

Энергетические системы		Энергосберегающие мероприятия
Система электроснабжения	Для электрического освещения	Применение светильников с энергоэффективными лампами, светильников с отражателями; секционирование систем электрического освещения, комбинированного искусственного освещения (общее + местное), газоразрядных ламп ДНаТ (для наружного освещения).
	Для электрических сетей	Компенсация реактивной мощности, регулировка двигателей ступенчатыми трансформаторами. Применение электрических балластов (дросселей) в светильниках с трубчатыми и кольцевыми люминесцентными лампами, тиристорных регуляторов мощности, частотно-регулируемых приводов. А также системы бесперебойного питания и архитектура питания на основе постоянного тока.
Система теплоснабжения	Для снижения трансмиссионных тепловых потерь	Установка коммерческих узлов учета тепловой энергии; снижение трансмиссионных тепловых потерь: (утепление стен; утепление кровель; устранение мостиков холода). Применение стеклопакетов с энергоэффективными пластиковыми профилями, газонаполненных стеклопакетов, стеклопакетов с нанесением селективного отражающего покрытия, утепленных дверей и ворот, а также утепление внутренних перегородок, разделяющих помещения с разницей температур более 6 °С.

Энергетические системы		Энергосберегающие мероприятия
	Для снижения инфильтрационных тепловых потерь	Установка стеклопакетов с регулируемым микропроветриванием и воздушных завес на входных дверях. Применение автопроводчиков на входных дверях, ветрозащитных пленок в конструкциях стен и устройство тамбуров на входах.
	Для повышения эффективности регулирования систем отопления и вентиляции (ликвидация перетопов в помещениях)	Гидравлическая балансировка системы отопления, регулирование теплоотдачи отопительных приборов, пофасадное регулирование системы отопления и задание суточной и недельной программы систем вентиляции.
	Для утилизации тепла вытяжного воздуха	Применение пластинчатых рекуператоров, роторных регенераторов, тепловых насосов для утилизации тепла вытяжного воздуха.
Системы ГВС и холодной воды		Применение автоматических смесителей, экономичных сливных бачков, аэраторов и установок водоподготовки для многократной циркуляции воды в бассейне. А также отключение циркуляции ГВС в ночное время.
Система кондиционирования воздуха		Изоляция коридоров, «фрикулинг» использование холода внешней среды. Использование внутрирядных кондиционеров и энергии тригенерации.

1.2 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для системы электроснабжения

Компенсация реактивной мощности. Компенсатор реактивной мощности (КРМ) является одним из видов электроустановочного оборудования, снижающий значения полной мощности, и может быть, как индуктивного характера, так и емкостного (индуктивный реактор и конденсатор соответственно).

Индуктивные реакторы используют, как правило, для компенсации емкостной составляющей мощности (линий электропередач большой протяженности).

Конденсаторные батареи используют для компенсации реактивной составляющей индуктивной мощности, что ведет к снижению полной мощности (печи индуктивности). На рисунке 3 показан компенсатор реактивной мощности с кон-

денсаторными батареями.

Реактивная составляющая протекающего тока при наличии индуктивной нагрузки является одним из факторов, приводящие к возникновению потерь в электрических сетях промышленных предприятий. Соответственно, из электрической сети происходит потребление как активной, так и реактивной энергии.

Реактивная энергия расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, индукционных печах, сварочных трансформаторах, дросселях и осветительных приборах.



Рисунок 3 – Компенсатор реактивной мощности с конденсаторными батареями

Реактивная энергия может производиться непосредственно в месте потребления. Уменьшение реактивной составляющей в общей мощности электроэнергии широко распространено и известно под термином «компенсация реактивной мощности» (КРМ), как одно из наиболее эффективных средств обеспечения рационального использования электроэнергии. КРМ позволяет:

- разгрузить от реактивного тока распределительные сети (распределительные устройства, кабельные и воздушные линии), трансформаторы и генераторы;
- снизить потери мощности и падение напряжения в элементах систем электроснабжения;
- сократить расходы на электроэнергию;
- ограничить влияние высших гармоник и сетевых помех;
- уменьшить асимметрию фаз.

Основными потребителями реактивной мощности являются:

- электрические двигатели вентиляторов, насосов ИТП, станков;
- системы электроосвещения с люминесцентными лампами.

Установка КРМ целесообразна в электрических сетях с низким коэффициентом мощности. Для подбора КРМ необходим расчет электрических нагрузок.

Применение электронных балластов (дросселей) в светильниках с трубчатыми и кольцевыми люминесцентными лампами. Дроссели для люминесцентных ламп совместно со стартерами обеспечивают режим зажигания и стабилизацию разряда люминесцентных ламп при включении их в сеть переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 220 В.

Традиционно электропитание ламп производится током сетевой частоты 50 Гц от электромагнитных пускорегулирующих аппаратов (ПРА). Электромагнитные ПРА из-за своих известных недостатков (мерцающего света, нестабильности освещенности при колебаниях напряжения сети, повышенного уровня шума, низкого коэффициента мощности, отсутствия возможности управления светом), не позволяют в полной мере раскрыть все возможности освещения с использованием люминесцентных ламп. Устранить эти недостатки и получить дополнительные возможности энергосбережения позволяют электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА), второе название которых – электронные балласты[4].

Современные электронные балласты (дроссели) обеспечивают:

- мгновенное (без мерцаний и шума) зажигание ламп;
- комфортное освещение (приятный немерцающий свет без стробоскопических эффектов и отсутствие шума) благодаря работе в высокочастотном диапазоне;
- стабильность освещения независимо от колебаний сетевого напряжения;
- отсутствие миганий и вспышек неисправных ламп, отключаемых электронной системой контроля неисправностей;
- высокое качество потребляемой электроэнергии – близкий к единице коэффициент мощности благодаря потреблению синусоидального тока с нулевым фазовым сдвигом.

Электронные балласты (рис. 4) являются более дорогими по сравнению с электромагнитным ПРА устройствами, однако начальные затраты компенсируются их высокой экономичностью, которая характеризуется:

- уменьшенным на 20–30 % энергопотреблением (при сохранении светового потока) за счет повышения светоотдачи лампы на повышенной частоте и более высокого КПД;

- увеличенным на 50 % сроком службы ламп благодаря щадящему режиму работы и пуска;
- снижением эксплуатационных расходов за счёт сокращения числа заменяемых ламп и отсутствия необходимости замены стартеров;
- дополнительным энергосбережением до 80 % при работе в системах управления светом;
- стабилизация мощности и светового потока ламп при колебаниях напряжения питающей сети от 110 до 254 В.



Рисунок 4 – Электронный балласт (дроссель) в светильнике с трубчатыми люминесцентными лампами

Потери мощности в дросселях составляют от 10 до 50 % от мощности лампы (чем больше мощность ламп, тем меньше доля потерь).

Применение тиристорных регуляторов мощности. Тиристорный регулятор мощности (ТРМ) — электронная схема, позволяющая изменять мощность, путём задержки включения тиристора на полупериоде переменного тока. Применяется для управления мощностью универсального коллекторного двигателя (УКД), ламп накаливания (диммер) и некоторых других видов нагрузок переменного тока.

Тиристорный регулятор мощности (рис. 5) содержит детали, нагревающиеся при работе. Этому недостатка лишены симисторные регуляторы (симистор – симметричный триодный тиристор).



Рисунок 5 – Тиристорный регулятор мощности

ТРМ позволяет плавно регулировать мощность, в отличие от ступенчатых трансформаторов, в системах механической приточной и вытяжной вентиляции, в электрических отопительных приборах и в системах электрического освещения, оборудованных лампами накаливания.

Применение частотно-регулируемых приводов. Частотное регулирование привода (ЧПР) осуществляется при помощи преобразователей частоты. Данный вид регулирования позволяет снизить потребление электрической энергии насосами, вентиляторами и компрессорами, обладающими параметрами, значительно превышающими минимально необходимую рабочую точку. Регулирование работы двигателя осуществляется посредством изменения частоты переменного тока в цепи обмотки статора. Эффект экономии достигает 20–50 %.

Частотный преобразователь – это устройство, состоящее из выпрямителя (моста постоянного тока), преобразующего переменный ток промышленной частоты в постоянный и инвертора (иногда с ШИМ), преобразующего постоянный ток в переменный требуемых частоты и амплитуды (рис. 6). Выходные тиристоры (GTO) или транзисторы IGBT обеспечивают необходимый ток для питания электродвигателя[5].

Дополнительным преимуществом преобразователя частоты является возможность повышения частоты электрического тока выше 50 Гц, что позволяет в случае необходимости повысить напор и подачу насоса или вентилятора.



Рисунок 6 – Частотный преобразователь

Основанием для внедрения ЧРП служит гидравлический расчет систем отопления, водоснабжения, вентиляции и оценка необходимых величин подачи и напора. Расчеты и оценки должны быть выполнены квалифицированным специалистом по вентиляции.

Системы бесперебойного электропитания. Сократить затраты на бесперебойное питание и снизить мощность оборудования для кондиционирования позволяет применение ИБП с повышенным КПД. Учитывая, что КПД в большой степени зависит от нагрузки на данный ИБП, оптимально, когда нагрузка составляет 70–90 %. Но часто этот показатель оказывается ниже, ИБП работают при нагрузке 15-25%, что и, следовательно, с низким КПД.

В этом случае необходимо обеспечить контроль программ на частичное отключение некоторых ИБП с целью поддержания более высокого уровня загрузки и увеличения КПД работающих устройств.

Особый контроль, также нужен за функционированием аккумуляторных батарей (АКБ). Срок службы АКБ, входящих в состав системы бесперебойного электроснабжения, зависит от температуры окружающего их воздуха.

Наиболее оптимальным является диапазон 20–22 °С, а повышение температуры на каждые 10 °С снижает срок службы в два раза. Такие негативные процессы, как сульфация и коррозия решеток, снижающие емкость батарей, катализируются при повышенных температурах и при перегреве на 10°С протекают в два раза быстрее. Учитывая достаточно высокую стоимость АКБ (в зависимости от времени резервирования она составляет от 25 до 50% стоимости системы бесперебойного питания), обеспечение их максимального срока службы важно для снижения эксплуатационных расходов.

Кроме того, техническое состояние аккумуляторных батарей со временем может изменяться неравномерно.

1.3 Энергосберегающие мероприятия для систем электрического освещения

Применение светильников с энергоэффективными лампами. Энергоэффективными лампами можно считать, лампы с меньшим потреблением электрической энергии (по сравнению с лампами накаливания). К ним относятся люминесцентные, галогеновые и светодиодные лампы.

Люминесцентная лампа (рис. 7) — газоразрядный источник света, в котором видимый свет излучается в основном люминофором, который в свою очередь светится под воздействием ультрафиолетового излучения разряда; сам разряд тоже излучает видимый свет, но в значительно меньшей степени [4]. Световая отдача люминесцентной лампы в несколько раз больше, чем у ламп накаливания аналогичной мощности. При обеспечении достаточного качества электропитания и соблюдения числа включений и выключений, срок службы люминесцентных ламп может в 20 раз превышать срок службы ламп накаливания. Имеют световую отдачу 60–100 лм/Вт.

Галогеновые лампы (рис. 8) производят большее количество света по причине высокой температуры нити накаливания. Ультрафиолетовое излучение при этом уменьшено, что сводит риск выцветания объектов освещения к нулю. В случае необходимости возможно изменение светового потока лампы (диммирование).



Рисунок 7 – Компактные люминесцентные лампы с цоколем E27

Новым направлением развития ламп являются IRC-галогенные лампы (сокращение IRC обозначает «инфракрасное покрытие»). На колбах таких ламп находится специальное покрытие, которое пропускает видимый свет, но задерживает инфракрасное (тепловое) излучение и отражает его назад, к спирали. За счет этого уменьшаются потери тепла и, как следствие, увеличивается эффективность лампы.



Рисунок 8 – Галогеновая лампа с цоколем E27

Светодиодная лампа (рис. 9) – источник света с использованием сверхъярких светодиодов. Световая отдача светодиодных систем освещения достигает 120 лм/Вт. Средний срок службы светодиодных систем освещения может быть доведен до 100 тысяч часов, при оптимальной схемотехнике источников питания и применении качественных компонентов [6].



Рисунок 9 – Светодиодная лампа с цоколем E27

Подбор ламп для внутреннего освещения осуществляется в процессе расчета освещенности рабочих мест в зависимости от класса работы.

Применение светильников с отражателями. Многие виды ламп, испускают всенаправленное излучение, где часть светового излучения поглощается корпусом. Для снижения доли поглощенного светового излучения светильники могут комплектоваться отражателями различных типов (параболическим, плоским листовым, М-образным, асимметричным и т. д.).

По форме отражатели светильников условно делят на:

1) осесимметричные параболические (сферические, конусные), создающие в зависимости от глубины параболы концентрированные, глубокие, широкие и равномерные формы кривой силы света (рис. 10);

2) симметричные в двух плоскостях (рис. 11) – рефлекторы параболоцилиндрической формы, ограничивающие телесный угол распределения светового потока в поперечной плоскости при широком светораспределении в продольной плоскости.

В зависимости от глубины параболы (сферы, конуса) такие светильники могут быть узколучевыми, заливающими и рассеивающими (при перфорированном отражателе), однако распределение светового потока симметрично относительно поперечной и продольной плоскостей, проходящих через оптическую ось светового прибора; – симметричные в одной плоскости, но ассиметричные в другой, или ассиметричные параболоцилиндрические отражатели-кососветы, изменяющие направление светового потока в одной из плоскостей, проходящих через оптическую ось светового прибора.



Рисунок 10 – Светильник с трубчатыми люминесцентными лампами и осе симметричными отражателями сложной формы

Светильники с ассиметричными отражателями (кососветы) широко используются в интерьерном освещении, как для акцентированной подсветки, так и формирования общего отраженного освещения, а также в случае необходимости локальной освещенности рабочих мест.



Рисунок 11 – Светильник с галогеновыми лампами и симметричными в двух плоскостях параболическими отражателями

На основании результатов компьютерного моделирования системы электрического освещения, можно произвести подбор светильников с отражателями. В результате чего, после их внедрения, удастся сократить количество светильников и уставленную мощность системы электрического освещения на 20–30%. Для наиболее равномерной освещенности рабочих мест и поверхностей можно рекомендовать к применению в качестве общего освещения светильники с симметричными отражателями.

Для освещения локальных поверхностей и оборудования, предназначенного для демонстрации предпочтительно использование светильников с асимметричными отражателями. Данная рекомендация связана с высокими требованиями к освещенности поверхности оборудования и, в то же время, для исключения эффекта ослепления.

Секционирование систем электрического освещения. Нормативная освещенность рабочих поверхностей составляет от 300 до 500 Лк. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения, управление рабочим освещением должно обеспечивать включение и отключение светильников группами или рядами по мере изменения естественной освещенности помещений.

Для достижения наибольшей энергетической эффективности возможно использование автоматического управления освещением при помощи фотоэлектрических датчиков, включающего группы светильников в зависимости от изменения естественной освещенности [2].

При включении светильников рекомендуется осуществлять питание каждого ряда светильников от различных фаз и предусмотреть отдельный выключатель для местного освещения каждой классной доски.

Применение комбинированного искусственного освещения. Комбинированным называется освещение, при котором общее освещение (напр. потолочные светильники) дополняется местным (напр. настольные лампы).

Экономия электрической энергии посредством применения комбинированного освещения возможна благодаря различным требованиям к освещенности рабочих поверхностей и поверхности пола. В случае применения только общего освещения освещенность поверхности пола будет значительно превышать нормативную.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при разрядных лампах, не менее 75 лк при лампах накаливания.

Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

Применение газоразрядных ламп ДНаТ для наружного освещения. В уличных светильниках широко применяются ртутные лампы высокого давления ДРЛ, как наиболее простые и доступные, но они обладают низкой светоотдачей, а вследствие этого, низкой экономичностью.

При отсутствии требований к качеству уличного освещения, целесообразна замена ламп ДРЛ натриевыми лампами высокого давления – ДНаТ. Светоотдача ламп ДНаТ достигает 150 Лм/Вт.

Лучшая светоотдача ламп ДНаТ среди газоразрядных ламп (рис. 12) является их единственным преимуществом перед лампами ДРЛ. Недостатки ламп ДНаТ – монохроматичность излучения, видимая пульсация и ограничения по температуре окружающей среды.



Рисунок 12 – Газоразрядные лампы ДНаТ

Лампы ДНаТ светят желтым или оранжевым светом, что нарушает цветопередачу освещаемых объектов, а в конце срока службы лампы спектр излучения изменяется и варьируется от темно-оранжевого до красного.

Электрические параметры ламп ДНаТ и ДРЛ существенно отличаются друг от друга. Следовательно, что при замене ламп ДНаТ требуется и замена пускорегулирующего аппарата (рис. 13) или, как минимум, оборудование существующего пускорегулирующего аппарата импульсным зажигающим устройством (рис. 14), так как, их работа с одним и тем же пускорегулирующим устройством невозможна.



Рисунок 13 – Пускорегулирующие аппараты ламп ДНаТ



Рисунок 14 – Импульсное зажигающее устройство

1.4 Двухтарифная система учета расхода электроэнергии

Технологии энергосбережения вполне доступны для любого человека и одним из способов экономии электрической энергии стало применение в быту двухтарифной системы учёта электроэнергии.

Электрические счётчики (двухтарифные) дают возможность значительно снизить расходы по оплате финансовых счетов за электроэнергию. Применяя двухтарифную (дифференцированную) систему учёта, по времени суток, электроэнергии, люди имеют возможность оплачивать потребляемую электроэнергию в ночное время по меньшему тарифу. С 23-00 часов вечера и до 7-00 часов утра (включительно) цена потраченных киловатт электроэнергии до 4 раз меньше тарифа дневного.

Двухтарифная система учета электроэнергии связана, в первую очередь, с некоторыми особенностями работы электростанций. Как правило, электрические станции функционируют в 2 основных режимах, это пониженный режим работы и пиковый. Самое большое потребление электроэнергии приходится на период утренних часов (с 7-00 и до 10-00 часов - это время начала работы большинства промышленных предприятий) и вечернее время с 19-00 до 23-00 часов (время максимального потребления электроэнергии в быту). После 23-00 часов потребление электрической энергии в жилых домах резко снижается[7].

Учет расхода электрической энергии делается с помощью специальных двухтарифных электросчетчиков.

Двухтарифные счетчики с внешним тарификатором устанавливаются в домах, оборудованных автоматизированной системой учета электроэнергии (система АСКУЭ – Автоматизированная Система Коммерческого Учета Электроэнергии). АСКУЭ предоставляет возможность производить учет потребленной электроэнергии дифференцированно по времени суток, программировать приборы учета и снимать их показания дистанционно.

Если же дом не оборудован автоматизированной системой учета, то воспользоваться преимуществами двухтарифной системы можно, установив двухтарифный счетчик со встроенным тарификатором (но данная услуга платная).

Средняя цена двухтарифного электросчетчика не на много отличается от обычного однотарифного (или трёхфазного). Имеющаяся разница в цене может довольно быстро окупиться сэкономленными деньгами за расходуемую электрическую энергию (даже, при среднем потреблении электроэнергии).

Достоинства и недостатки. Если в квартире не установлены счетчики на

электричество, то месячную плату за свет считают так: норматив потребления (кВт.ч в среднем за этот период) умножается на тариф (стоимость 1 кВт.ч). Норматив зависит от ряда критериев: от числа комнат, типа плиты (электрическая, газовая), этажности дома, есть ли в нем лифт, количества прописанных жильцов в квартире.

Одним из недостатков старых однотарифных индукционных счетчиков является - неправильный подсчёт расхода электроэнергии при нагрузке выше номинальной, а номинальная нагрузка на старые счётчики превышает повсеместно.

Другой недостаток - это повышенная опасность. При эксплуатации старого счётчика, особенно при нагрузке сверх номинальной, велика опасность выхода его из строя и возгорание электропроводки.

Двухтарифный счетчик выглядит так же, как и обычный счетчик, только в установленные часы меняется табло с показаниями. Электронные двухтарифные счётчики не только соответствуют современным требованиям и стандартам, но и обладают исключительной точностью, погрешность отдельных моделей электронных счётчиков достигает 0,5%.

Новые двухтарифные счётчики компактны, имеют ряд дополнительных функций, такие как отображение текущей потребляемой мощности, "запоминание" результатов прошлого расчётного периода, дистанционный съём показателей с использованием цифровых интерфейсов.

Наряду с достоинствами новых счетчиков у них есть и недостатки:

1. Обычный счетчик стоит примерно от 600 руб., то многотарифный около 1500 руб. и выше.

2. Кроме того, сам по себе такой счетчик – весьма сложный прибор с автономным энергопитанием от литиевой батарейки. Срок между государственными поверками таких счетчиков 16 лет, также, как и у однотарифных, но вероятнее всего, раньше этого срока потребуются замена литиевой батарейки.

Поскольку это электронный прибор, есть вероятность выхода его из строя, в случае полного отключения электроэнергии в вашем доме, в этом случае если вы приобретали прибор самостоятельно, то замена, и покупка нового ложится на ваши плечи, если же вы приобретали и устанавливали прибор через управляющую компанию, то у вас есть 5-летняя гарантия.

1.5 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для системы теплоснабжения

Снижение трансмиссионных тепловых потерь и утепление стен. Данное мероприятие может быть использовано для снижения тепловых потерь через наружные ограждения и для устранения выпадения конденсата на внутренней поверхности наружных ограждений. Может привести к изменению класса энергетической эффективности здания.

Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания является одним из нормируемых показателей тепловой защиты здания. Нормативные значения устанавливаются в зависимости от градусо-суток отопительного периода

Для соблюдения нормативных значений сопротивления теплопередаче применяются многослойные ограждающие конструкции с утеплителем. В качестве утеплителя могут применяться минераловатные плиты, пенополистирол, эковата и другие материалы, обладающие низкой теплопроводностью.

Для утепления наружных стен существующих зданий применяется конструкция навесного вентилируемого фасада со слоем утеплителя, с применением только негорючего утеплителя (плит из стекловолокна или базальтового волокна), разрез, которого показан на рисунке 15.



Рисунок 15 – Местный разрез многослойного ограждения с навесным вентилируемым фасадом

Утепление кровель. _Существуют два основных типа кровель: плоские (рис. 16) и скатные (рис. 17). Структура кровли обоих типов включает в себя несущие конструкции и кровельный пирог. В ходе утепления кровли, как правило, весь кровельный пирог подлежит замене.

Если кровля будет эксплуатироваться, то стяжка выполняется поверх слоя утеплителя на плоских кровлях. А в остальных случаях возможно применение теплоизоляционных материалов, способных упруго деформироваться под весом человека с минимальными остаточными деформациями.

Допускается укладка утеплителя в два слоя: нижний – мягкий, верхний – жесткий. При наличии внутренних водостоков необходимо создавать уклон с помощью сыпучих материалов (как правило, керамзитовый гравий).

В скатной кровле утеплитель должен быть закреплен на несущих конструкциях во избежание его перемещений под собственным весом. Для крепления применяются тарельчатые дюбели или клей.

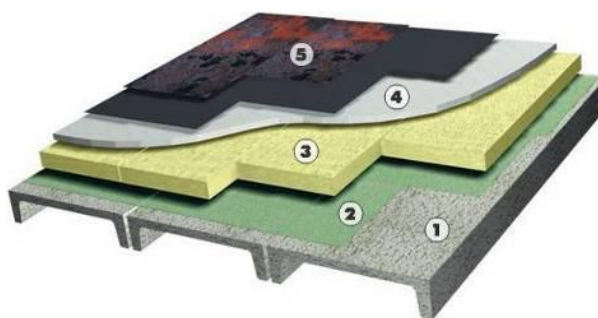


Рисунок 16 – Структура плоской кровли: 1 – плиты покрытия; 2 – слой пароизоляции; 3 – слой утеплителя; 4 – железобетонная стяжка; 5 – слой гидроизоляции (рулонной или наплавляемой)

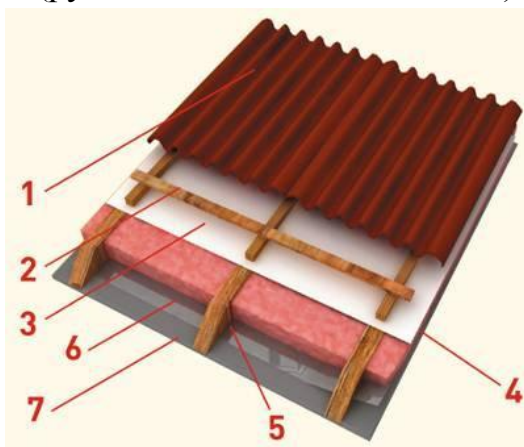


Рисунок 17 – Структура скатной кровли: 1 – черепица или другой кровельный материал; 2 – шаговая (поперечная) обрешетка; 3 – ветро- и влагозащитная мембрана; 4 – слой утеплителя; 5 – стропила; 6 – слой пароизоляции; 7 – слой внутренней отделки

Устранение мостиков холода. Мостики холода представляют собой огра-

ниченные по объему части строительных элементов, через которые осуществляется повышенная теплоотдача [8]. По результатам тепловизионного обследования, в наружных многослойных ограждениях, можно выявить мостики холода (рис. 18). Визуально они не определяются.

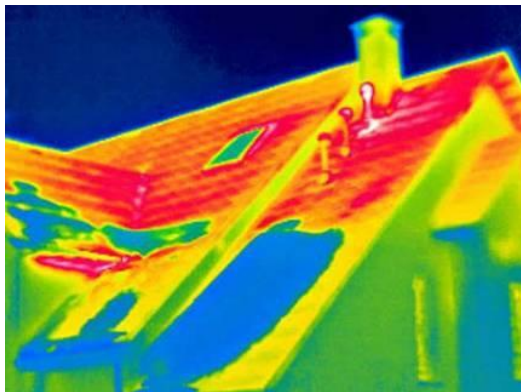


Рисунок 18 – Изображение объекта, полученное на тепловизоре

Наиболее характерные мостики холода, обусловленные особенностями конструкции:

- неутепленные оконные откосы;
- связи в многослойных ограждениях, пронизывающие слой теплоизоляции;
- неутепленные вентиляционные шахты на кровле;
- кронштейны в конструкции навесного вентилируемого фасада;
- неутепленные парапеты на кровле;
- стенки приемков для размещения подвальных дверей и окон;
- выступающие архитектурные элементы (балконы, карнизы и т. д.).

Применение газонаполненных стеклопакетов. Для заполнения камер стеклопакетов могут быть использованы инертные газы (аргон, криптон, реже – ксенон), обладающие большей вязкостью и плотностью, и меньшей теплопроводностью, чем воздух. Разрез двухкамерного стеклопакета показан на рисунке 19. В камерах стеклопакетов, заполненных инертными газами, снижаются конвекционные токи. За счет снижения теплопроводности и конвекции улучшаются теплозащитные свойства стеклопакета.



Рисунок 19 – Разрез двухкамерного стеклопакета

Применение стеклопакетов с энергоэффективными пластиковыми профилями. Данное мероприятие может быть использовано для снижения тепловых потерь через наружные ограждения и для устранения выпадения конденсата на внутренней поверхности наружных ограждений.

Непрозрачная часть окна (рама) занимает в среднем около 15 % площади оконного проема. Теплотери через непрозрачную часть в значительной мере зависят от ее материала и профиля. Материалом для изготовления рамы могут служить алюминий и поливинилхлорид (ПВХ). ПВХ профили со стальными вкладышами (рис. 20) более устойчивы к ветровой нагрузке и механическим повреждениям, но менее эффективны. При выборе стеклопакета, следует учитывать количеством воздушных полостей широких профилей из пластика. Чем больше этих воздушных полостей, тем стеклопакет наиболее эффективен.

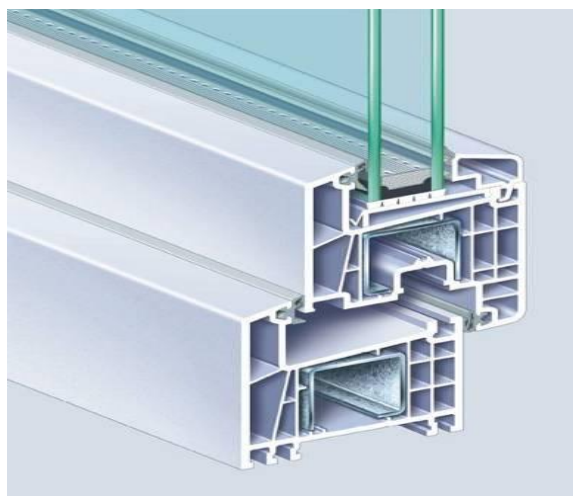


Рисунок 20 – ПВХ профиль однокамерного стеклопакета со стальными вкладышами

Применение стеклопакетов с нанесением селективного отражающего покрытия. Под излучательной способностью стекла (эмиссией) понимают способность стеклянной поверхности отражать длинноволновое, не видимое человеческим глазом тепловое излучение, длина волны которого меньше 16000 нм (рис. 21)[9].

Стекло, с низкоэмиссионным оптическим покрытием на поверхность имеет энергосберегающие свойства, и оно получило название низкоэмиссионное. В настоящее время для этих целей используется два типа покрытий: так называемое *К-стекло* «твердое» покрытие и *И-стекло* «мягкое» покрытие.

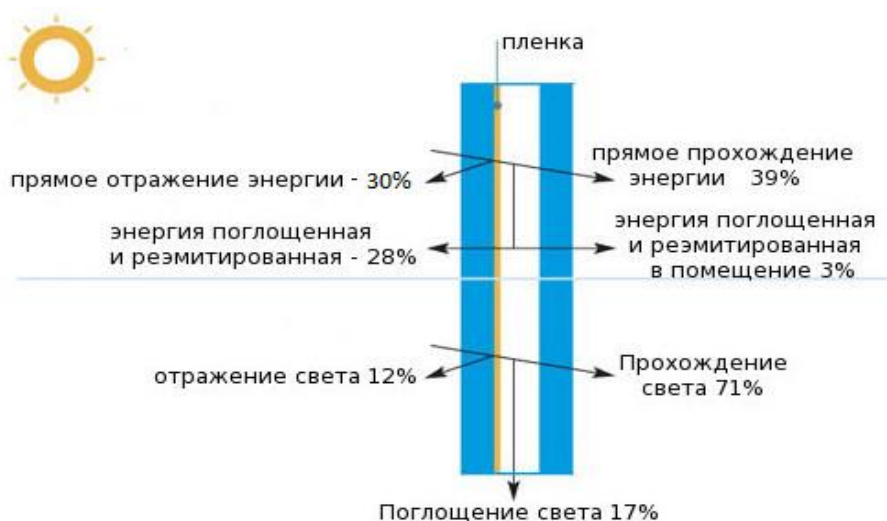


Рисунок 21 – Иллюстрация селективного отражения и пропускания излучения в видимом и инфракрасном диапазоне

Первым шагом в выпуске энергосберегающего стекла явилось производство *К-стекла*. Для придания флоат-стеклу теплосберегающих свойств непосредственно при изготовлении, на его поверхности методом химической реакции при высокой температуре (метод пиролиза) создается тонкий слой из окислов металлов $InSnO_2$, который является прозрачным, и в то же время обладает электропроводностью.

Следующим значительным шагом в производстве теплосберегающих стекол стал выпуск *И-стекла*, которое в 1,5 раза превосходит К-стекло (по своим теплосберегающим свойствам).

И-стекло. Различие между К-стеклом и И-стеклом заключается в коэффициенте излучательной способности, а также технологии его получения. И-стекло производится вакуумным напылением и представляет собой трехслойную (или более) структуру из чередующихся слоев серебра диэлектрика (BiO , AlN , TiO_2 , и т. п.). Технология нанесения требует использования высоковакуумного оборудования с системой магнетронного распыления.

Основным недостатком И-стекол является их сравнительно пониженная абразивная стойкость, что представляет некоторое неудобство при их транспортировке (по сравнению с К-стеклом). Но, это не сказывается на его эксплуатационных свойствах, учитывая, что такое покрытие находится внутри стеклопакета.

Применение утепленных дверей и ворот. Устаревшие конструкции дверей и ворот выполнены преимущественно без утеплителей, что приводит к повышенным тепловым потерям через них.

Современные модели могут включать себя помимо механической защиты тепловую и звуковую изоляцию (рис. 22). Каждой двери присваивается класс сопротивления теплопередаче. Наиболее утепленным дверям присваивается I класс, менее утепленным – II и III классы.

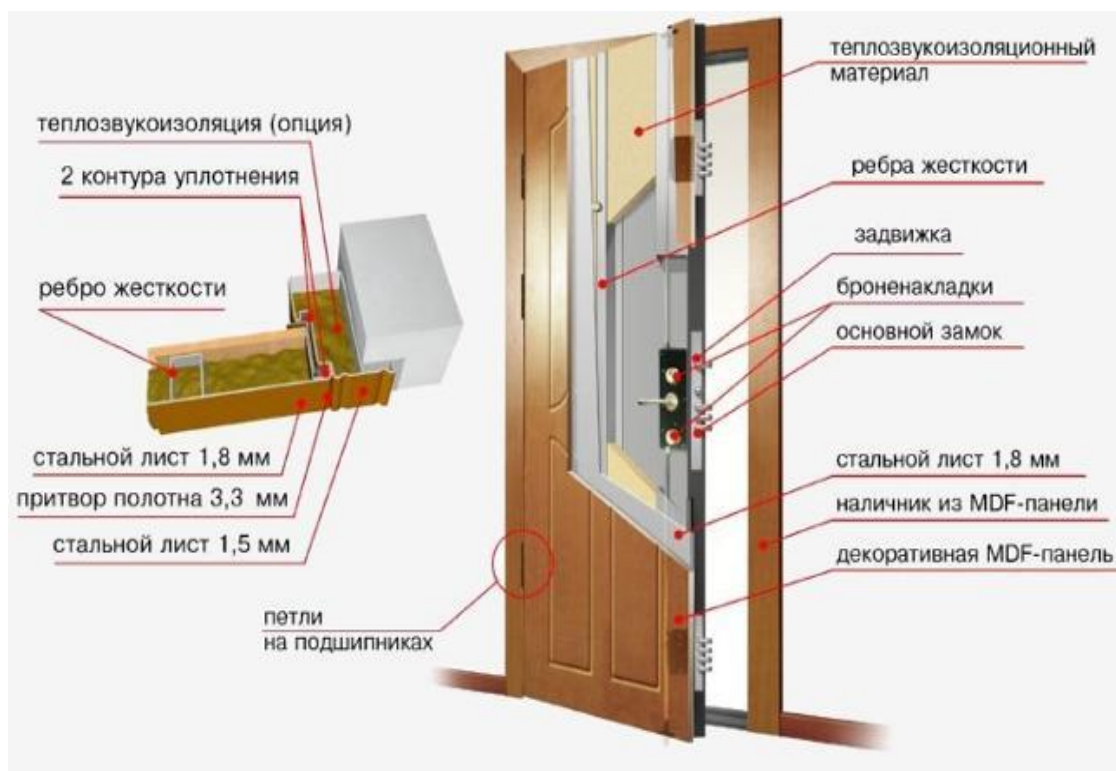


Рисунок 22 – Наружная дверь с теплозвукоизоляцией

Производителя необходимо информировать о потребностях утепленных дверях и воротах, так как, в конструкцию теплоизоляция включается опционально.

Утепление внутренних перегородок, разделяющих помещения с разницей температур более 6 °С. Внутреннюю перегородку необходимо утеплять при разнице температур в помещениях, разделяемых ей, от 6 С и более(рис. 23). Данное мероприятие позволяет избежать самопроизвольных теплоперетоков из помещений с комфортными условиями в помещения с более низкими требованиями к микроклимату.

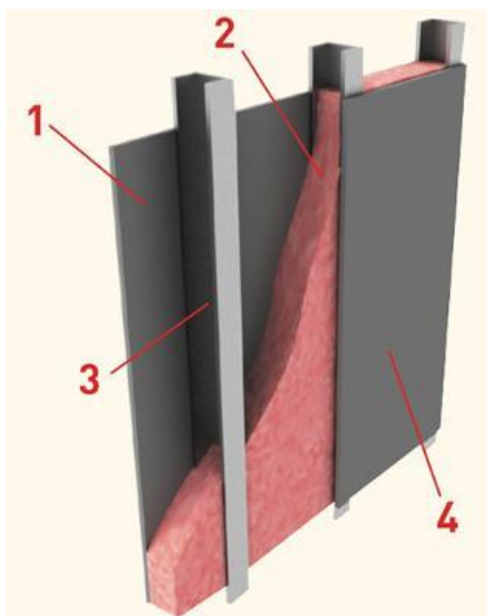


Рисунок 23 – Утепленная перегородка: 1, 4 – листы из гипсокартона, 2– тепловая изоляция, 3 – каркас из металлического профиля

Экономия тепловой энергии происходит лишь в том случае, когда за счет перетоков тепла температура в холодном помещении превышает нормативную.

Установка стеклопакетов с регулируемым микропроветриванием. Для ограничения инфильтрации служит микропроветривание в пределах санитарной нормы воздухообмена. Применяется только в зданиях, не оборудованных механической приточной вентиляцией.

Микропроветривание — возможность фурнитуры, позволяющая открыть створку таким образом, чтобы образовалась щель размером в 0,5-1,0 см по ее периметру[2]. Окно при этом остается закрытым и не откроется сквозняком или от порыва ветра. Микропроветривание возможно установить только на поворотно-откидную створку (рис. 24), при ее отсутствии следует использовать для микропроветривания встраиваемые инфильтрационные клапаны (рис. 25).

Оконные конструкции с функцией микропроветривания необходимо использовать в помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией без компенсации притока воздуха. Встраиваемые инфильтрационные клапаны нужно подбирать по пропускной способности, для обеспечения, требуемого воздухообмена в помещениях.

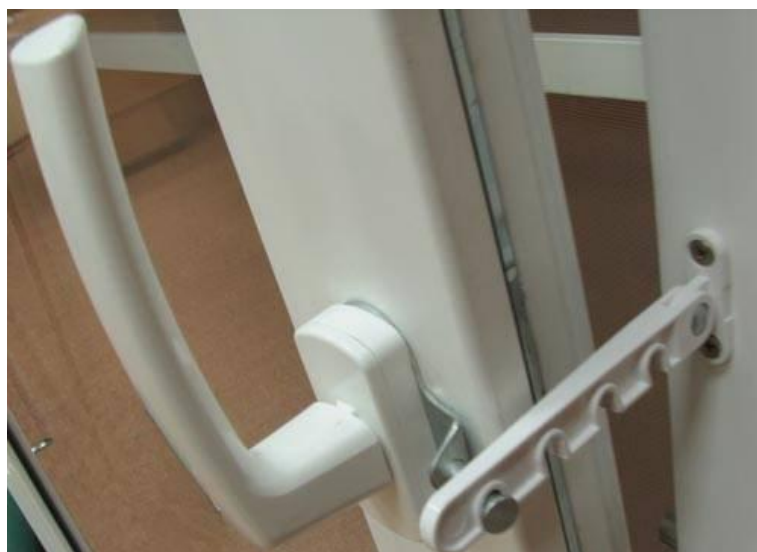


Рисунок 24 – Микропроветривание через приоткрытую створку



Рисунок 25 – Микропроветривание через встраиваемый инфльтрационный клапан

Установка воздушных завес на входных дверях. Защита помещения от холодного воздуха, проникающего внутрь через открытые проемы, происходит благодаря тепловым завесам (рис. 26). Струйная защита проемов бывает двух типов: смешительного и шиберующего.

Завесы смесительного типа не создают противодействия врывающемуся холодному воздуху, они просто разбавляют холодный поток теплыми струями, повышая его температуру до требуемой. Обычно тепловые завесы смесительного типа устанавливаются в тамбуре.

Завесы шиберующего типа формируют струйное противодействие втеканию наружного холодного воздуха в проем. При этом струи завес должны быть направлены под углом к плоскости проема наружу. Соприкасаясь с массами холодного воздуха, струи создают эффект "отталкивания" этих масс, после чего струи разворачиваются и затекают обратно в проем. Таким образом, через открытый проем постоянно проходит поток воздуха с расходом, равным сумме расходов воздуха через завесу и частично струями, а также прорвавшегося снаружи. Подогревая воздух в завесе, можно добиться того, чтобы температура смеси, поступающей через проем в помещение, соответствовала нормативным требованиям.

Струя, направленная вертикально вниз из тепловой завесы, установленной горизонтально над проемом, искривляется под действием разности давлений и затекает внутрь помещения. От скорости истечения из сопла завесы и от ширины сопла зависит, как степень искривления, так и количество врывающегося под струей холодного воздуха. Защита верхней завесой эффективнее, когда струя направлена под углом к плоскости проема наружу.



Рисунок 26 – Горизонтальные тепловые завесы над входными дверями

Применение автодоводчиков на входных дверях. Доводчики наружных дверей(рис. 27) предназначены для автоматического их закрывания, что исключает неограниченную инфильтрацию через дверной проем.

Альтернативой данному мероприятию может быть установка автоматических дверей.



Рисунок 27 – Доводчик двери

Устройство тамбуров на входа. Тамбуры на входах применяются для снижения инфильтрации холодного воздуха через входные двери с большим потоком людей. Тамбур может быть, как наружным (рис. 28), так и внутренним (рис.29).



Рисунок 28 – Наружный тамбур



Рисунок 29 – Внутренний тамбур

Применение ветрозащитных пленок в конструкциях стен. Для уменьшения инфильтрационной составляющей тепловых потерь и для предотвращения эмиссии волокон теплоизоляции в конструкции навесного вентилируемого фасада применяются ветровлагозащитные пленки. Кроме этого, ветровлагозащитная пленка защищает слой утеплителя от осадков (ветрозащитная пленка не обеспечивает такой защиты).

Применение ветровлагозащитных пленок только в случаях:

- использования теплоизоляционных материалов, подверженных эмиссии волокон (как правило, это минераловатные плиты с малой длиной волокон или с малым количеством связующего);
- малого сопротивления воздухопроницанию материалов наружной стены (пустотелый кирпич, пенобетон, газосиликат и т. д.).

Недостатки ветровлагозащитных пленок: горючесть материала (группа Г2).

Альтернативное решение – нанесение на внутреннюю поверхность стены слоя штукатурки из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм дает эффект снижения воздухопроницаемости стены, сравнимый с использованием ветрозащитной пленки.

Ветрозащитная пленка устанавливается поверх утеплителя, вплотную к нему. Она не должна перегораживать воздушную прослойку, как это происходит в случае установки пленки между направляющими вентфасада. Ширина воздушного зазора должна составлять не менее 40–60 мм.

Ветрозащитная пленка должна обладать высокой паропроницаемостью во избежание скапливания влаги в слое утеплителя. В качестве ветрозащитных пленок не годятся к применению пленки, с высоким сопротивлением паропроницаемости. Во избежание распространения огня при пожаре устанавливать противопожарные металлические рассечки.

1.6 Повышение эффективности регулирования систем отопления и вентиляции (ликвидация перетопов в помещениях)

Гидравлическая балансировка системы отопления. Недогрев и перегрев в системе отопления может наблюдаться, при отсутствии балансировочных клапанов. Устранение недогрева без балансировки системы отопления возможно только за счет повышения расхода теплоносителя. Одновременно с этим усугубляется перегрев.

Балансировка системы отопления позволяет отрегулировать расход воды через каждый стояк, через отдельные ветки и при необходимости, через каждый отопительный прибор, что позволяет соблюдать температурный режим помещений и снижать общий расход теплоносителя, что косвенно приводит к экономии электрической энергии на циркуляцию и продлению срока службы насоса. Трехступенчатая гидравлическая балансировка системы отопления показана на рисунке 30.

Для балансировки требуется выставить расходы на каждом стояке таким образом, чтобы температура обратной воды в стояках лежала в достаточно узком диапазоне и соответствовала проектному температурному графику. При невозможности выполнить балансировку отдельных стояков необходимо выдать рекомендации по их прочистке или замене (в т. ч. с изменением диаметра трубы).

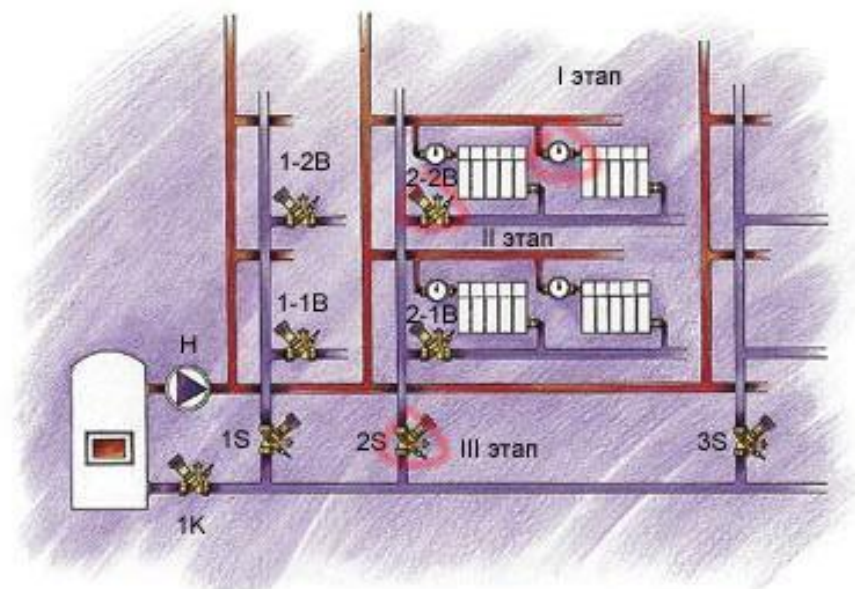


Рисунок 30 – Трехступенчатая гидравлическая балансировка системы отопления

Результат гидравлической балансировки системы отопления следует подтвердить:

- измерением температур теплоносителя в обратном трубопроводе каждого стояка после последнего по ходу движения теплоносителя отопительного прибора;
- измерением температур в помещениях здания и сравнением их значений с нормативными.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов. Тепловой баланс отапливаемого помещения складывается из тепlopоступлений и тепlopотерь, при этом каждая из сторон теплового баланса состоит из множества составляющих. Некоторые составляющие теплового баланса динамически изменяются в процессе эксплуатации (например, тепlopоступления с солнечной радиацией через окна, тепlopоступления от осветительных и бытовых электроприборов, инфильтрационные тепlopотери, и т. д.)

Автоматическое регулирование теплоотдачи отопительного прибора служит для обеспечения постоянной температуры. Наиболее простой и доступный способ – установка термостатических клапанов.

Термостатические клапаны могут устанавливаться в существующие узлы присоединения радиаторов, или поставляться встроенными в радиатор, что удобно при полной замене радиаторов (рис. 31).



Рисунок 31 – Радиатор с встроенным терморегулятором

В гидравлически сбалансированной системе отопления эффективны только термостатические клапаны, которые обладают относительно небольшим диапазоном регулирования.

По фасадное регулирование системы отопления. Данное энергосберегающее мероприятие эффективно для протяженных зданий и является альтернативой установкой термостатических клапанов на отопительных приборах. Коррекция температурного графика каждой из систем производится по температурным датчикам, установленным в сборных вытяжных воздуховодах. Тепловая схема ИТП с пофасадным регулированием систем отопления приведена на рисунке 32.

Данное мероприятие позволяет компенсировать инфильтрационные потери, вызываемые сильным ветром или теплоизбытки, вызванные солнечной радиацией. По эффективности немного уступает термостатическому регулированию системы отопления.

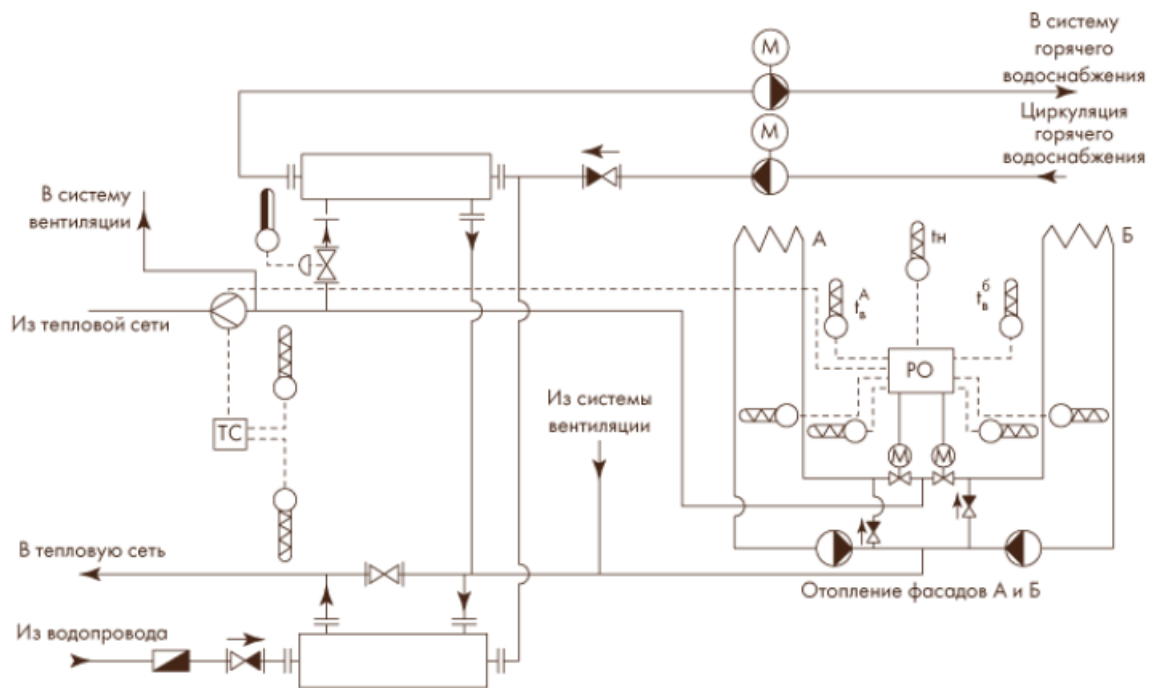


Рисунок 32 – Тепловая схема ИТП с по фасадным регулированием систем отопления

Задание суточной и недельной программы систем вентиляции. Время включения и выключения систем вентиляции и кондиционирования определяется временем использования помещения (за исключением помещений с круглосуточным выделением вредных веществ / влаги / тепла). Круглосуточно работающие системы вентиляции также позволяют снизить расход тепловой энергии за счет снижения температуры приточного воздуха в допустимых пределах.

Средства автоматизации систем вентиляции, позволяют задавать дневные и недельные программы автоматического управления системами вентиляции, и представлены на рисунке 33.



Рисунок 33 – Средства автоматизации систем вентиляции

Экономия тепловой энергии происходит благодаря значительному снижению расхода приточного воздуха и энергии на его подогрев.

Недостатком данного мероприятия является невозможность использования помещений учреждения в незапланированное время. При наличии помещений, требующих круглосуточную вентиляцию, обслуживающая их приточная установка должна быть укомплектована резервным вентилятором или электродвигателем к нему.

1.7 Утилизация тепла вытяжного воздуха

Применение пластинчатых рекуператоров (рис. 34). Рекуперация – один из способов утилизации тепла вытяжного воздуха.

Тепловая энергия отбирается из вытяжного воздуха и передается приточному, при этом вытяжной и приточный воздух отделены пластинами теплообменника, что исключает их смешивание. Приточно-вытяжная установка с рекуператором представлена на рисунке 35.

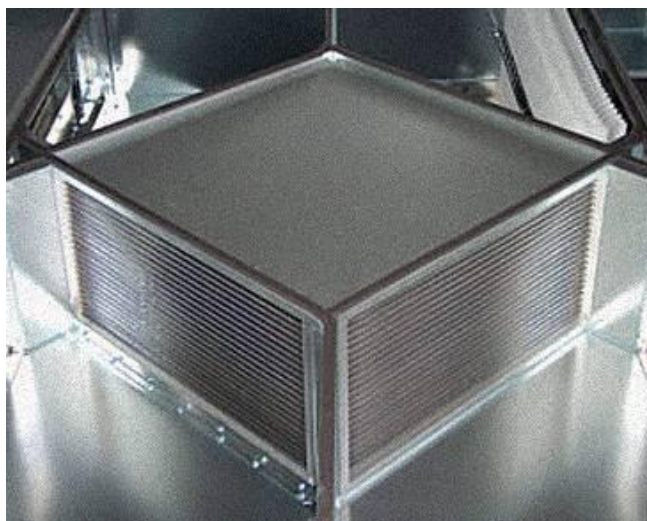


Рисунок 34 – Пластинчатый рекуператор приточно-вытяжной установки

Недостаток технологии: при высоком влагосодержании вытяжного воздуха на пластинах образуется конденсат, есть опасность обмерзания пластин.

Экономия тепловой энергии при использовании пластинчатых рекуператоров может составлять от 30 до 60 %. Эта характеристика зависит от конструкции рекуператора и условий его применения.

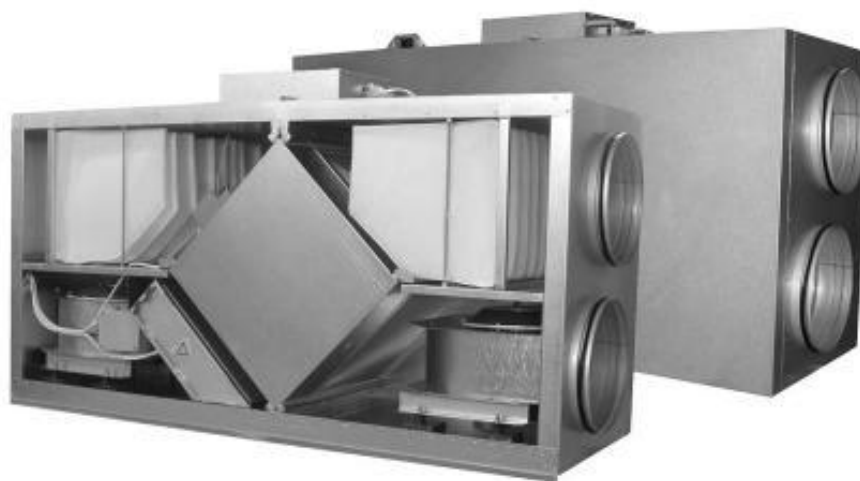


Рисунок 35– Приточно-вытяжная установка с рекуператором

Применение роторных регенераторов (рис.36). Регенерация – один из способов утилизации тепла вытяжного воздуха. Приточно-вытяжная установка с регенератором представлена на рисунке 37.

Тепловая энергия отбирается из вытяжного воздуха теплообменной поверхностью регенератора, передается приточному, при этом вытяжной и приточный воздух отделены пластинами теплообменника, что исключает их смешивание.



Рисунок 36 – Роторный регенератор приточно-вытяжной установки



Рисунок 37 - Приточно-вытяжная установка с регенератором

Недостатки технологии:

- при высоком влагосодержании вытяжного воздуха на пластинах образуется конденсат, есть опасность обмерзания пластин;
- повышенные требования к очистке приточного и вытяжного воздуха от пыли;
- возможно частичное смешивание приточного и вытяжного воздуха;
- более высокая цена по сравнению с пластинчатым рекуператором.

Применение тепловых насосов для утилизации тепла вытяжного воздуха.

Применение тепловых насосов для утилизации тепла вытяжного воздуха может применяться в сборных шахтах вытяжной вентиляции с естественным побуждением. Преимущество данного способа утилизации тепла состоит в возможности ис-

пользования отобранной тепловой энергии не только для подогрева приточного воздуха, но и для других целей (например, для системы горячего водоснабжения). Схема теплоснабжения системы горячего водоснабжения за счет утилизации тепла вытяжного воздуха и тепла грунта показана на рисунке 38.

Недостатки технологии:

- сложность практической реализации;
- зависимость от обеспечения электроэнергией;
- более высокая цена по сравнению с рекуператорами и регенераторами.

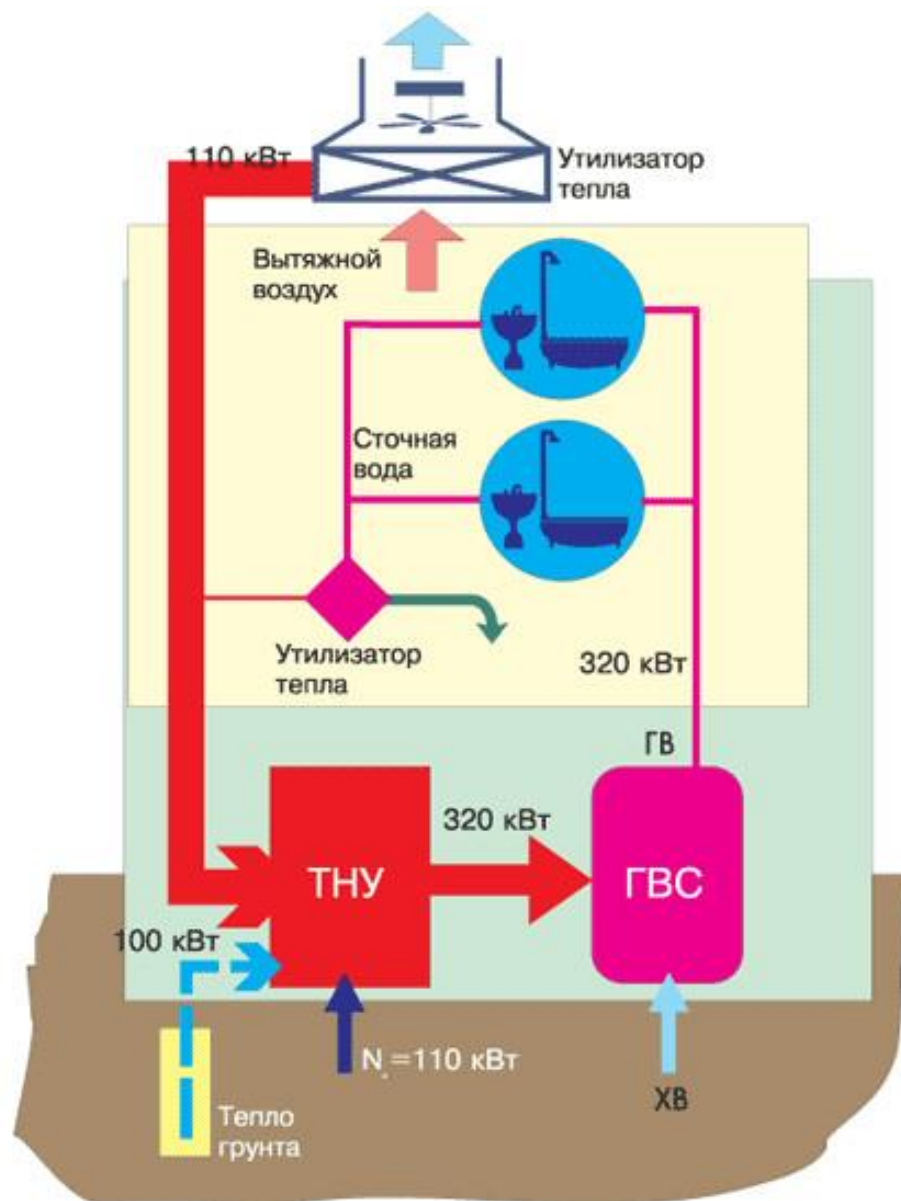


Рисунок 38 – Схема теплоснабжения системы горячего водоснабжения за счет утилизации тепла вытяжного воздуха и тепла грунта

1.8 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для систем кондиционирования воздуха

Изоляция коридоров. Установка герметичных дверей по торцам коридоров и специальных потолочных панелей реализует изоляцию холодных или горячих коридоров (рис. 39). В итоге, энергоэффективность системы кондиционирования примерно возрастает на 30 %, а холодный воздух не смешивается с горячим потоком и не нагревается.

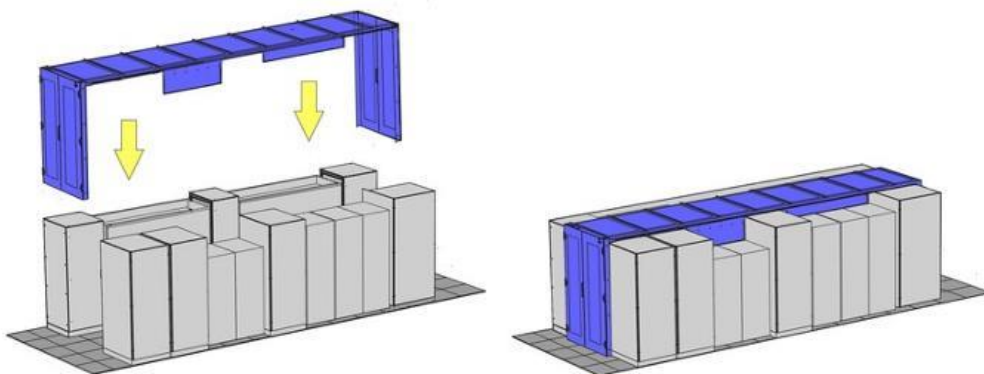


Рисунок 39 – Изоляция коридоров в ЦОД

Существует два вида изоляции коридоров:

- изоляция горячих коридоров (например, APC);
- изоляция холодных коридоров (например, Emerson).

Изоляция холодных коридоров обеспечивает снижение энергопотребления за счет отсутствия необходимости охлаждения поверхности стен и других сторонних поверхностей. При изоляции холодного коридора, температура горячего коридора будет равна средней температуре помещения в целом, а холодного примерно на 15 °С ниже, например, 27 °С и 12 °С соответственно[10]. При изоляции горячего коридора температура в помещении будет равна температуре холодного коридора, а горячего — на 15 °С выше, например, 20 °С и 35 °С.

Использование внутрирядных кондиционеров. Тенденция увеличения мощности стоек переводит задачу охлаждения в число приоритетных. Например, итальянский производитель UniflairSPA гарантирует отвод тепла вплоть до 40 кВт со стойки при использовании изолированных коридоров и модулей активного пола. Энергоэффективный подход к решению проблемы: установка внутрирядных кондиционеров (рис. 40).



Рисунок 40 – Внутривы рядный кондиционер в ЦОД

Таким образом, использование внутривы рядных кондиционеров при мощности стойки выше 10 кВт позволяет еще больше снизить эксплуатационные затраты на содержание ЦОД.

Повышение эффективности системы охлаждения. Традиционные методики избыточного давления в помещении ЦОД, холодных и горячих коридоров зарекомендовали свою значимость. Однако есть принципы, учет которых может помочь в проектировании более эффективной системы:

- повышение качества теплоизоляции и влагоизоляции ЦОД. Использование современных материалов позволит защитить ЦОД от влияния внешнего тепла летом;
- размещение охлаждающего оборудования как можно ближе к источникам тепла. Это позволит избежать неэффективного охлаждения площадей и создания "длинных" градиентов температур в помещении;
- размещение внешних теплообменников в «теневого» части, на северной стороне помещения, избегание установки на черных поверхностях;
- использование аккумуляторов холода (например, бассейнов охлажденной воды), которые могут включаться в систему охлаждения при прохождении пиковых нагрузок. При этом система активного охлаждения может работать, не выходя из нормального режима, накапливая холод в бассейне ночью и забирая его днем.

«Фрикулинг» — использование холода внешней среды. Основная часть электроэнергии в ЦОД расходуется на питание ИТ-оборудования и системы охлаждения, которая переносит тепло от работающих серверов (СХД, коммутаторов) за пределы здания, где это тепло и рассеивается.

Повысить энергоэффективность ЦОД можно за счет использования холода внешней среды. Более того, организовать охлаждение для ЦОД можно за счет бросового тепла, вырабатываемого производственным циклом.

При помощи естественного теплоносителя происходит подача внешнего холода в помещение, в роли которого выступает воздух. В России большую часть года температура наружного воздуха значительно ниже $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (согласно ТИА-942, это максимальный рекомендуемый показатель для подачи на воздухозаборники ИТ-оборудования).

В этой связи для охлаждения ИТ-оборудования целесообразно использовать внешний воздух. Применение такого охлажденного воздуха и подача (либо подмес) его в серверное помещение получили название «фрикулинг» (англ. free-cooling — свободное охлаждение) (рис. 41).



Рисунок 41 – Схема работы

Использование энергии тригенерации. Для нужд охлаждения ЦОД можно использовать вырабатываемое им же тепло, превращая его в холод. Для этого используются специальные абсорбционные чиллеры, в которых циркуляция хладагента (чаще всего дистиллированной воды) происходит за счет растворения (абсорбции) хладагента в жидкости-абсорбенте, в роли которого чаще всего выступает раствор бромистого лития. Цикл абсорбционного охлаждения использует эффект поглощения тепла хладагентом при его переходе из парообразного состояния в жидкое. При этом сам процесс называется уже тригенерацией и подразумевает получение не только электроэнергии, но и тепла и холода.

1.9 Энергосберегающие мероприятия по повышению энергетической эффективности для систем ГВС и холодной воды

Применение автоматических (сенсорных) смесителей. Автоматические сенсорные смесители (рис. 42) служат для автоматического включения и отключения подачи воды к мойкам и раковинам и для термостатического регулирования ее температуры[11].



Рисунок 42 – Автоматический сенсорный смеситель с термостатическим клапаном

Их применение экономически оправдано в общественных зданиях. Функция термостатического регулирования защищает от ожогов. Функция автоматического отключения перекрывает поток воды сразу после прекращения использования.

Отсутствие ручного регулирования исключает возможность поломки приложением чрезмерного усилия. У данной технологии есть существенный недостаток: сенсорный смеситель не позволяет регулировать расход воды.

Автоматические смесители с термостатическими клапанами могут внедряться в новые и в существующие системы внутреннего водопровода.

Отключение циркуляции ГВС в ночное время. Циркуляция воды в системе горячего водоснабжения осуществляется для поддержания постоянной температуры горячей воды.

В общественных зданиях в ночное время горячее водоснабжение не используется. Поддержание температуры горячей воды в ночное время приводит к неоправданным тепловым потерям через неизолированную поверхность труб системы горячего водоснабжения.

Для отключения циркуляции в системе горячего водоснабжения достаточно

установка циркуляционного насоса с реле времени со шкалой на 24 часа, или оснащение реле существующего насоса. Использование реле времени позволяет отказаться от использования в системе термостата. Для этого необходимо настроить периодическое включение/выключение насоса в рабочее время и отключение в ночное время.

Альтернативное мероприятие, позволяющее снизить самопроизвольные теплотери системами ГВС – тепловая изоляция трубопроводов.

Применение экономичных сливных бачков. Существуют две технологии экономичных сливных бачков:

- двухкнопочные сливные бачки с полным и частичным сливом;
- сливные бачки со стоп-кнопкой (WC-stop) (рис. 43).

Наиболее распространены двухкнопочные сливные бачки (рис. 44). При нажатии кнопки частичного слива из бачка вытекает от двух до четырех литров воды, при нажатии кнопки полного слива – весь объем бачка – от шести до девяти литров.



Рисунок 43 – Двухкнопочный сливной механизм



Рисунок 44 – Сливной механизм с технологией WC-stop

Технология WC-stop менее распространена. Сливной бачок оснащен одной кнопкой, при первом нажатии на которую происходит слив, при повторном нажатии слив прекращается.

Экономичные сливные механизмы могут быть внедрены как с заменой сливных бачков, так и без замены, если это позволяют габаритные и присоединительные размеры существующих бачков.

Сливные механизмы, поставляющиеся отдельно от бачков, как правило, регулируются по высоте, но в небольшом диапазоне. Размеры кнопки и клапана не регулируются, и поэтому должны совпадать с размерами соответствующих отверстий в сливном бачке.

Применение аэраторов. Аэраторы (рис. 45) – небольшое приспособление, которое крепится на «носике» крана и ограничивает поток воды без снижения интенсивности струи, а также для смешивания воды с воздухом. При использовании крана без аэратора расход воды может достигать 15 литров в минуту. Установка аэратора позволяет сократить расход воды до 6 литров в минуту. Существуют насадки-аэраторы для душа. Аэраторы могут комплектоваться регуляторами расхода воды (рис. 46).



Рисунок 45 – Аэратор для крана



Рисунок 46 – Регулятор расхода воды

Устройство и принцип действия регулятора расхода воды приведен на рисунке 47. Вода протекает между звездочкой и свободно лежащим эластичным кольцом. При открытии водопроводного крана эластичное кольцо вдавливается в пропускные отверстия и по мере возрастания давления в системе ограничивает поток воды, тем самым обеспечивая постоянный расход жидкости. При закрытии водопроводного крана происходит обратный процесс. Эластичность кольца и размеры конструкции выполнены таким образом, что позволяют сохранять фиксированный расход воды для каждого устройства, независимо от давления в водопроводной сети. Скорость движения воды между звездочкой и эластичным кольцом увеличивается при уменьшении зазора, что приводит к визуальному и осязательному ощущению хорошего напора воды.

Насадка-аэратор подбирается по размеру «носика» крана, с учетом наличия и расположения резьбы. Не следует применять аэраторы на кранах, предназначенных для набора воды в емкости для влажной уборки, т. к. аэраторы значительно снижают скорость истечения воды.



Рисунок 47 – Устройство и принцип действия регулятора расхода воды

Аэраторы с регуляторами расхода воды следует применять в системах водоснабжения с частыми перепадами давления воды.

Вопросы для подготовки

Для организации самостоятельной работы студентов и для промежуточного контроля знаний по темам курса рекомендуются ниже приведенные контрольные вопросы:

1. Структура мирового энергопотребления. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения.

2. Потенциал сбережения тепловой и электрической энергии в отдельных отраслях хозяйственной деятельности в России. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом.

3. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию. Энергосбережение и экология.

4. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды. Необходимость применения новых технологий при производстве энергии.

5. Государственная энергетическая политика России. Энергетика в процессе реформ в России. Спрос и предложения на энергоносители. Федеральный закон «Об энергосбережении», его основные положения.

6. Основные направления научно-технического прогресса в энергосбережении на федеральном уровне.

7. Типовые структуры региональных органов управления энергосбережением. Региональные программы энергосбережения: структура, задачи, методы их решения.

8. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения. Нормативная база национального уровня в России на современном этапе: источники и виды документов, устойчивость структуры и другие особенности документооборота. Состав и границы компетенции нормативных документов Госэнергонадзора

9. Балансовые соотношения для анализа энергопотребления. Тепловые и материальные балансы. Эксергический баланс. Энергобалансы промышленных предприятий.

10. Оценка эффективности использования энергии на региональном, отраслевом уровнях, в теплотехнических установках. Интенсивное энергосбережение.

11. Натуральные теплотехнические, экономические критерии эффективности использования энергии. Индикаторы и частные критерии энергетической оптимизации

12. Методика и организация проведения энергоаудита. Виды энергоаудита, основные этапы организации и проведения работ по экспресс-аудиту и углубленному обследованию энергохозяйств предприятий и организаций, экспресс-аудит; Методика экспресс-аудита.

13. Основные цели и задачи. Методика сбора информации о потреблении энергоресурсов и основном энергопотребляющем оборудовании.

14. Анализ энергетических показателей энергоиспользования организаций и его отдельных подразделений, углубленные энергетические обследования. Методика углубленного обследования энергохозяйства организаций.

15. Основные цели и задачи углубленного обследования. Организация учета котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха.

16. Приборное обеспечение энергоаудита. Типовые объекты, задачи и специфика диагностических измерений в организациях. Методы и средства измерений. Выбор средств измерений для оценки параметров тепловых и электрических систем, расхода жидкостей, скорости потока воздуха, температуры, освещенности и др.

17. Энергетический паспорт промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства. Содержание Расчетно-пояснительной записки форм паспорта.

18. Оптимизация энергетического баланса. Использование вторичных энергетических ресурсов. Энергосбережение в промышленных котельных; Методика разработки баланса котельно-печного топлива на основе расчетных и расчетно-опытных методов. Анализ расходной части баланса.

19. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.

20. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках; использование тепла конденсата, тепла готового продукта, тепла кубового остатка.

21. Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства; энергосбережение в системах освещения.

22. Качество электрической энергии. Методика разработки баланса электрической энергии. Анализ расходной части баланса.

23. Энергосберегающие мероприятия при использовании электрической энергии.

24. Эффективность использования энергии и типовые энергосберегающие приемы.

25. Эффективность использования энергии в отраслях ТЭК, энергоемких отраслях промышленности, в том числе в металлургии, промышленности строительных материалов, в химии и нефтехимии, в целлюлозной, бумажной и лесной промышленности и типовые энергосберегающие мероприятия.

26. Энергосберегающие программы и проекты. Технико-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов.

27. Предпочтительные варианты внедрения энергосберегающих проектов.
28. Эффективность использования типовых энергосберегающих мероприятий в жилищно-коммунальном хозяйстве.
29. Отличие энергосберегающих мероприятий и проектов в промышленности и коммунальном хозяйстве.
30. Техничко-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес планы энергосберегающих проектов в коммунальном хозяйстве.

Список использованных источников

1. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. А.И. Колесников, Е.М. Авдолимов, М.Н. Федоров. МДК 1-01.2002. Методические указания по проведению энергоресурсаудита в жилищно-коммунальном хозяйстве // Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. - № 81.- 2001 г. 102 с.
3. Я.М. Щелоков. Энергетическое обследование: справочное издание: В 2-х томах. Том 2. Электротехника. Екатеринбург, 2011 г. 150 с.
4. Ю. Давиденко. Проектирование электронных пускорегулирующих аппаратов для люминесцентных ламп. - Радио, №7/2004, с. 41.
5. Материалы energoeducation.ru
6. Полищук А.Г., Туркин А.Н. Перспективы применения светильников со светодиодами для энергосберегающего освещения // Энергосбережение. – 2008. – № 2. – С. 52.
7. Материалы <http://elektrikpro.ru>
8. Плотников, В.В. Современные технологии повышения теплозащиты зданий / В.В. Плотников, Ботаговский, М.В. – Брянск: БГИТА, 2009. – 134 с.
9. Шеина, Т.В. Архитектурное материаловедение: учебное пособие // Т.В. Шеина; Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2011. – 360 с.
10. Хомутский Ю. Шесть шагов для снижения расходов на эксплуатацию ЦОД // «Журнал сетевых решений/LAN», – Москва: ноябрь 2010. - № 11. – 57 с.
11. Бухмиров В.В., Нурахов Н.Н., Косарев П.Г., Фролов В.В. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий // Институт качества высшего образования НИТУ «МИСиС», - Москва: 2014. – 96 с.
12. Хейфец Р. Г. Термодинамические процессы и холодильные циклы // Конспект лекций по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей» предназначен для студентов теплоэнергетиков. НМетАУ. – Днепропетровск: 2000. – 201 с.
13. Манташов А.Т. Теплотехника. Часть II. Теплотехническое обеспечение объектов сельскохозяйственного назначения; Учебное пособие. – Пермь: Изд-во ПГСХА, 2011 – 116 с.
14. Бухмиров В.В., Нурахов Н.Н. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий - Томск: ИД ТГУ, 2014. – 96 с.

15. Методические рекомендации по разработке программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципальных образований. – М.: ФГБУ «РЭА», 2010

16. Ардашкин И.Б. Основы ресурсоэффективности: учебное пособие [Электронный ресурс] / И.Б. Ардашкин. – Электрон. текстовые дан. – Москва: ТПУ (Томский Политехнический Университет), 2012. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10318.

17. Беззубцева, М. М. Нанотехнологии в энергетике [Текст]: учеб. пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков, МСХ РФ, С.-Петерб. ГАУ. – Санкт-Петербург. – Электрон. текстовые дан. – СПбГАУ, 2012. – 133 с. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/258994>.

18. Беззубцева М.М. Прикладная теория тепловых и массообменных процессов в системном анализе энергоемкости продукции [Текст]: учеб. пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков, В.В. Зубков, МСХ РФ, С.-Петерб. ГАУ. – Санкт-Петербург. – Электрон. текстовые дан. – СПбГАУ, 2013. – 131 с. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/258993>.

19. Беззубцева, М. М. Энергоэффективные электротехнологии в агроинженерном сервисе и природопользовании [Текст]: учеб. пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков, А.В. Котов, МСХ РФ, С.-Петерб. ГАУ. – Санкт-Петербург. – Электрон. текстовые дан. – 2012. – 240 с. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/258990>.

20. Гордеев, А. С. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / А. С. Гордеев. – Электрон. текстовые дан. – Москва: Лань, 2014. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42193; Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42194.

21. Краснов И.Ю. Методы и средства энергосбережения на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] / И.Ю. Краснов. – Электрон. текстовые дан. – Москва: ТПУ (Томский Политехнический Университет), 2013. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45143.

22. Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс] / Ю. А. Крылов. – Электрон. текстовые дан. – Москва: Лань, 2013. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10251.

23. Пестис, В.К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.К. Пестис, П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев. – 2-е изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 199 с.