РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК
ГУП «МОСГИПРОНИСЕЛЬСТРОЙ»
АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ТЕПЛОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ, МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРОЕКТНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ РОССИИ

Т о м 6. Методические рекомендации по энергосберегающему режиму эксплуатации школьных зданий

Москва 2001

gost.e-ecolog.ru

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

РААСН:

Научный руководитель работы, академик РААСН, д-р техн. наук профессор *С.Н. Булгаков*; Консультант по архитектуре, академик РААСН, засл. арх. России *В.С. Егерев*.

ГОСИНКОР

Научный консультант канд. техн. наук *Б.А. Фурманов*

ГУП «Мосгипронисельстрой»:

Засл. строитель РФ, канд. техн. наук *А.Г. Бейрит*; канд. техн. наук *В.А. Заренин*, канд. техн. наук *А.И. Мангушев*; арх. *В.И. Маслов*; засл. строитель РФ, канд. техн. наук *А.С. Мирошниченко*; арх. *Е.А. Тархова*; арх. *Л.Ф. Ульяхина*; засл. экономист РФ, канд. экон. наук В.В. Устименко.

Академический центр теплоэнергоэффективных технологий:

Академик РААСН, д-р техн. наук, профессор *С.А. Чистович*; член-корр. РААСН, д.т.н., проф. *В.К. Аверьянов*, *Н.Н. Алексеев*, *И.В. Дроздова*, *А.Г. Михайлов*, *О.А. Миткевич*, канд. техн. наук А.И. *Тютюнников*, д-р техн. наук *А.Б. Федоров*, *А.С. Шутов*.

Утвержден и введен в действие приказом Госстроя России

от 29 декабря 2000 г. № 309

Аннотация

Основная направленность альбома — системный анализ возможностей энергосбережения при эксплуатации школьных зданий и формирование оптимальных режимов функционирования технических систем. В рекомендациях подробно освещены эксплуатационные мероприятия, позволяющие достичь наиболее значимых результатов в экономии топливно-энергетических ресурсов при одновременном соблюдении требуемых параметров.

Эффект от внедряемого энергоэффективного оборудования и технологий во многих случаях снижается за счет некачественной эксплуатации инженерного оборудования, несоблюдения технологических режимов, при этом объемы ресурсо- и энергопотребления могут значительно превышать нормативные значения. Поэтому в альбоме существенное внимание уделено нормативам и особенностям функционирования инженерных систем при внедрении теплоэнергоэффективных технологий, а также малозатратным регламентным работам.

Состав комплекта научно-технической, методической и проектной документации, разработанной в рамках реализации подпрограммы «Энергосбережение в школах России», утвержденного и введенного в действие Госстроем России.

Том 1 • Концепция энергосбережения в школьных зданиях при их реконструкции

Том 2 • Архитектурно-планировочные и энергосберегающие решения реконструируемых типовых школьных зданий

Том 3 • Технические решения и проектная документация по модернизации систем отопления и теплоснабжения, вентиляции, электроснабжения школьных зданий

Том 4 • Технические решения и проектная документация по утеплению ограждающих конструкций реконструируемых школьных зданий

Том 5 • Методические рекомендации по экономической оценке энергосберегающих мероприятий

Том 6 • Методические рекомендации по энергосберегающему режиму эксплуатации школьных зданий

Том 7 • Методические рекомендации по составу, порядку разработки, согласованию и утверждению документации на энергосберегающую реконструкцию школьных зданий

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные положения по технической эксплуатации инженерных систем школьных зданий 3
1.1. Введение 3
1.2. Основные положения по технической эксплуатации 4
1.3. Регулируемые и нормируемые параметры в инженерных системах школьных зданий и связанное с этим энергосбережение 8

2. Режимы эксплуатации, способствующие сокращению теплопотерь в школьных зданиях 21
2.1. Организационно-технические мероприятия и режимы эксплуатации, способствующие сокращению теплопотерь в школьных зданиях 21
2.2. Энергосберегающие режимы в системах отопления школьных зданий 25
2.3. Программное управление теплоснабжением школы 33
2.4. Энергосбережение в осветительных установках 36

3. Повышения эксплуатационной надежности систем тепло- и водоснабжения с помощью химической промывки 50

Заключение 54

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

1.1. ВВЕДЕНИЕ

Требуемые в помещениях школьных зданий санитарно-гигиенические условия поддерживаются инженерными системами: водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, холодоснабжения, газоснабжения и электроснабжения.

Система водоснабжения (холодный и горячий водопровод) обеспечивает подачу воды для хозяйственно-бытовых, технологических и противопожарных нужд.

Система канализации осуществляет прием и удаление загрязненных хозяйственно-бытовых и технических сточных вод, атмосферных осадков (водостоки) и твердых отходов (мусороудаление).

Система отопления предназначена для поддержания, наряду с системами вентиляции, температуры внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях на требуемом уровне.

Система вентиляции предназначена для создания необходимого санитарно-гигиенического состояния воздушной среды.

Система холодоснабжения обеспечивает работу технологических систем и систем кондиционирования воздуха.

Система газоснабжения служит для подачи и распределения газообразного топлива для технологических нужд (приготовление пищи, работа котельных агрегатов и др.)

Система электроснабжения обеспечивает оборудование электроэнергией, функционирование систем связи и сигнализации, искусственное освещение помещений.

При приемке работ по инженерным системам целесообразно руководствоваться следующими документами: СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий; СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения; СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения; СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование; СНиП 2.04.07-86*. Тепловые сети; СНиП 2.04.08-87*. Газоснабжение; СНиП 3.05.06-85. «Электротехнические устройства».

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Основной целью технической эксплуатации является обеспечение функционирования инженерных систем в соответствии с заданными характеристиками, предупреждение их преждевременного износа и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

Контроль технического состояния инженерных систем включает в себя проведение плановых осмотров, соблюдение режимов функционирования, текущего и капитального ремонта оборудования. Текущий и капитальный ремонты подразделяются на планово-предупредительные, выполняемые в профилактических целях с установленной периодичностью, и неплановые, выполняемые в аварийных ситуациях.

Периодичность планово-предупредительного ремонта зависит от степени износа и срока службы отдельных элементов инженерных систем. Нормативные сроки службы инженерного оборудования приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Нормативные сроки службы инженерного оборудования

Инженерное оборудование	*Усредненные сроки, год*
Центральное отопление	
Нагревательные приборы:	
чугунные	30
стальные и конвекторы	30
Трубопроводы	30
Изоляция трубопроводов	10
Элеваторы	30
Котельные	
Котлы:	
чугунные	25
стальные	20
Обмуровка котлов	6
Борова, дымоходы	15
Насосы, электродвигатели	10
Задвижки, вентили из чугуна	15
Система вентиляции	
Вентиляторы, электродвигатели	10
Воздуховоды металлические	10
Шахты и короба на чердаках	60
Калориферы	15
Водопровод и канализация	
Трубы:	
канализационные полимерные	10
водо-газопроводные	15
оцинкованные	30
чугунные	40
Водоразборная арматура	15
Наружные сети	40
Ванны чугунные эмалированные	40
Раковины чугунные эмалированные	30
Умывальники, унитазы фаянсовые	20
Электрооборудование	
Электропроводка:	
открытая	25
скрытая	40
Магистральные электролинии	30
Приборы (выключатели и т. п.)	10
Датчики, КИП, щетки	5
Слаботочные устройства	15

Плановые осмотры, как правило, проводятся после и до начала отопительного сезона. По данным эксплуатации в течение зимнего периода составляется перечень мероприятий, подлежащих выполнению в межотопительный период при подготовке зданий к эксплуатации зимой.

Ввод в эксплуатацию школьных зданий с повышенным уровнем технической оснащенности инженерным оборудованием обусловливает возросшие требования к организации его технической эксплуатации.

Целесообразно между учреждениями в лице райотделов или школ и объединением по эксплуатации ежегодно заключить «Договор подряда на эксплуатацию сооружений водопровода, канализации, котельных, тепловых сетей, зданий и других сооружений». По договору «Заказчик» выделяет «Подрядчику» помещение для размещения производственных служб, бытовые помещения для рабочих, помещения для складирования материальных ценностей, городские и местные телефоны. «Подрядчик» оплачивает «Заказчику» стоимость аренды бытовых помещений и других услуг при размещении участков на территории «Заказчика». Расчеты за электроэнергию, теплоту, газ, воду и другие услуги осуществляет «Заказчик». Топливо для местных котельных до начала отопительного сезона поставляет «Заказчик» и создает его резерв. Стоимость всех работ, порученных «Подрядчику», определяется на основании утвержденных тарифов.

Численность обслуживающего персонала объединения определяется в зависимости от назначения системы на основании действующих типовых норм.

Восстановление работоспособности оборудования и систем вследствие замены или восстановления изношенных или разрушенных узлов и деталей составляет комплекс ремонтных работ. Плановый ремонт предусмотрен нормативной документацией и осуществляется в плановом порядке, являясь предупредительным (профилактическим) ремонтом. Без проведения профилактических ремонтов интенсивность отказов оборудования резко возрастает,

поэтому они заранее планируются и по своему характеру являются планово-предупредительными (ППР).

Система ППР включает: техническое обслуживание (поддержание работоспособности оборудования и систем); осмотры (проверка состояния); текущий ремонт (обеспечение безотказной работы систем) и капитальный ремонт (восстановление ресурса оборудования).

Систему ППР необходимо планировать в комплексе с текущей эксплуатацией и ремонтом оборудования, изготовлением запасных частей, а также выполнением работ, связанных с подготовкой к зиме и с внедрением мероприятий по экономному расходованию энергоресурсов.

Составлению плана ППР предшествует проведение инвентаризации оборудования и сетей, на основании которой заполняются карты ремонта. Ремонтная картотека ведется обслуживающим и эксплуатационным персоналом.

Потребность в ресурсах определяется в соответствии с нормами расхода материально-технических ресурсов, необходимых для эксплуатации и текущего ремонта, а также по результатам фактического обследования.

При проведении ремонтов, составлении планов работ следует руководствоваться следующими документами: ВСН 40-84(р) «Технические правила расходования основных материалов при капитальном ремонте жилых домов и объектов коммунального хозяйства», ВСН 58-88(р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения», СП 12-101-98 «Технические правила производства наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю», СП 40-103-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб» и другими местными нормативными документами.

1.3. РЕГУЛИРУЕМЫЕ И НОРМИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СВЯЗАННОЕ С ЭТИМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

1.3.1. Холодное и горячее водоснабжение. Параметры регулирования

Контролируемыми и регулируемыми параметрами в системах горячего и холодного водоснабжения являются: качество и температура воды, напор в точках водоразбора, а также суточные расходы воды.

Контролируемыми при наличии баков-ккумуляторов, пожарных резервуаров являются запасы воды в них.

В соответствии с требованиями ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» вода в системах горячего и холодного водоснабжения должна быть пригодна для питья, приготовления пищи и проведения санитарно-гигиенических процедур (мытье продуктов, стирка, умывание и др.). К качеству воды, подаваемой в бассейны, предъявляются дополнительные требования по цветности, прозрачности и содержанию взвешенных веществ.

В соответствии с требованиями санитарных норм вода должна быть:

- прозрачной (прозрачность по стандартному шрифту не менее 30 см);
- бесцветной (не более 30 градусов цветности);
- без привкусов и запахов (допустимы привкусы и запахи интенсивностью не более 2-3 балов).

Вода не должна содержать нитратов в количестве свыше 10 мг/л и быть бактериально чистой (титр-коли не менее 100, т.е. в 1 л воды содержание кишечной палочки должно быть не более 10).

Качество подаваемой воды (на всем пути ее транспортирования от водопроводной станции до потребителя) подвергается санитарному контролю, осуществляемому районными и городскими санэпидемстанциями.

Необходимая температура воды определяется характером ее использо-

вания. Так, для умывания она составляет – 25–30°С,

для принятия ванн и душа – 37–40°С,

для мытья посуды – 55–70°С.

В системах горячего водоснабжения температура воды обуславливается санитарно-гигиеническими требованиями. За нижний предел принимается так называемая «температура пастеризации», при которой погибает большинство болезнетворных бактерий, за верхний предел – такая температура, при которой опасность получения ожогов потребителем минимальна.

В точках водоразбора нормами регламентируют следующие температуры:

- для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединенных к закрытым система теплоснабжения, – не ниже 55 и не выше 75°С;
- для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединенных к открытым система теплоснабжения, а также для систем местного (децентрализованного) горячего водоснабжения – не ниже 60 и не выше 75°С.

Поскольку для гигиенических процедур используется вода с температурой 37–42°С, в некоторых случаях для экономии тепла осуществляется снижение температуры воды у водоразборных кранов в ночной и нерабочий периоды до 40°С.

Для учреждений социального обеспечения, общеобразовательных школ, детских садов и дошкольных учреждений температуру горячей воды после смешения рекомендуется принимать равной 37°С.

В системах горячего и холодного водоснабжения важным регулируемым параметром является напор в точках водоразбора. Из условий надежности функционирования и предотвращения попадания воздуха и, как следствие патогенных бактерий в трубопроводы минимальный напор в точках водоразбора устанавливается в размере 2÷5 м. Так, напор свободного слива воды через водоразборные краны у раковины, моек, душевых сеток, умывальников, а

также у смесителей умывальников принимается не менее 2 м, для смесителей у ванн и душевых сеток – не менее 3 м, то же в групповых установках – до 4 м.

Энергосбережение при регулировании параметров воды определяется по табл. 1.2.

Таблица 1.2. Перечень энергосберегающих мероприятий в системах водоснабжения *

№ п.п.	Наименование	Факторы влияния	Эффективность
1	Регулирование давления воды перед водоразборной арматурой	Излишнее давление на каждые 10 м вод. столба увеличивает расход воды на 10–15%. Установка поэтапных регуляторов давлений или дроссельных ограничений	10 –20%
2	Ремонт и ликвидация протечек в трубопроводах и в запорно-регулирующей арматуре	Наиболее характерные потери, достигающие 10–30%	Быстро-окупаемое мероприятие. Снижение расхода на 10–30% в зависимости от состояния сети
3	Стабилизация температуры в горячем водоснабжении (55÷60°С)	Пониженная температура воды (35÷40°С) увеличивает расход в 1,5÷2,0 раза	
4	Установка ресурсосберегающих душевых сеток, смывных бачков, смесителей и водоразборных кранов		Снижение водопотребления на 20÷30 %
5	Установка термостатических смесителей и напольных клапанов в душевых	Сокращение расхода воды при переменных режимах	10÷15%
6	Подогрев холодной воды условно чистыми теплыми использованными водами до 20°С в зимний период	Снижение расхода из тепловой сети на догрев воды	10 ÷ 15%
7	Изоляция трубопроводов горячего водоснабжения	Сокращает теплопотери	3÷5%
8	Установка водосчетчиков	Способствует энергосбережению	20÷30%

* Перечисленные факторы взаимосвязаны и суммированный эффект от нескольких мероприятий может быть несколько меньше.

1.3.2. Регулируемые параметры микроклимата отапливаемых помещений

Микроклимат помещения в соответствии с ГОСТ 30494-96 – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Оптимальные параметры микроклимата – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении.

Допустимые параметры микроклимата – сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья.

Холодный период года – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной 8°С и ниже.

Радиационная температура помещения – осредненная по площади температура внутренних поверхностей ограждений помещения и отопительных приборов. Результирующая температура определяется как полусумма температуры воздуха и радиационной температуры.

В соответствии с ГОСТ 30494-96 применяется следующая классификация помещений:

помещения 1 категории – помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;

помещения 2 категории – помещения, в которых люди заняты умствен-

ным трудом, учебой;

помещения 3*а* категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды;

помещения 3*б* категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде;

помещения 3*в* категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды;

помещения 4 категории – помещения для занятий подвижными видами спорта;

помещения 5 категории – помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т. п.);

помещения 6 категории - помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

В помещениях жилых и общественных зданий согласно ГОСТ 30494-96 следует обеспечивать оптимальные или допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне. Требуемые параметры микроклимата: оптимальные, допустимые или их сочетания – следует устанавливать в зависимости от назначения помещения и периода года.

Параметры, характеризующие микроклимат помещений:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения;

- локальная асимметрия результирующей температуры;
- температура внутренней поверхности ограждающих конструкций.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (в установленных расчетных параметрах наружного воздуха) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60	0,15	0,2
	Туалет	19-21	18-26	18-20	17-25	НН	НН	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН	0,2	0,3
	Кладовые	16-18	12-22	15-17	11-21	НН	НН	НН	НН

Примечание. НН – не нормируется.

Таблица 1.4. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1 категория	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2 "	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а "	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б "	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,2	0,3
	3в "	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4 "	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5 "	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6 "	16-18	14-20	15-17	13-19	НН*	НН	НН	НН
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	НН	НН	0,15	0,2

Примечание. НН – не нормируется.

К параметрам воздушной среды СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения» предъявляет дополнительные требования.

В общеобразовательных школах, школах-интернатах и интернатах при школах температура воздуха, поддерживаемая в рабочее время в системе воздушного отопления, не должна превышать 40°С.

Удаление воздуха из учебных помещений общеобразовательных школ следует предусматривать через рекреационные помещения и санитарные узлы, а также за счет эксфильтрации через наружное остекление с учетом требований СНиП 2.04.05-91*.

При проектировании приточной вентиляции с механическим побуждением или децентрализованным притоком в учебных помещениях следует предусматривать естественную вытяжную вентиляцию из расчета однократ-

ного обмена в час.

При воздушном отоплении вытяжные каналы из учебных помещений проектировать не следует.

При проектировании в школьных зданиях воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, следует предусматривать автоматическое управление системами, в том числе поддержание в рабочее время в помещениях расчетной температуры и относительной влажности в пределах 30 - 60 %, а также обеспечение в неучебное время температуры воздуха не ниже 15°С.

Рециркуляция воздуха в системах воздушного отопления учебных помещений допускается только в нерабочее время.

Воздухообмен в школьных столовых надлежит рассчитывать на поглощение теплоизбытков, выделяемых технологическим оборудованием кухни. Подачу приточного воздуха в производственные помещения пищеблока следует предусматривать через обеденный зал.

Объем подаваемого воздуха должен быть не менее 20 $м^3$/ч на одно место в обеденном зале.

В школах с числом учащихся до 200 допускается устройство вентиляции без организованного механического притока.

Расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена в зданиях школ и школ-интернатов следует принимать по табл.1.5.

Таблица 1.5

Помещения	Расчетная температура воздуха, °С			Кратность обмена воздуха в 1 ч	
	IA, IБ, IГ климатические подрайоны	II и III климатические районы и IВ, IД климатические подрайоны	IV климатический район	приток	вытяжка
Классные помещения, учебные кабинеты, лаборатории	21	18	17	16 $м^3$/ч на 1 чел.	
Учебные мастерские	17	15	15	20 $м^3$/ч на 1 чел.	
Актовый зал - лекционная аудитория, класс пения и музыки - клубная комната	20	18	18	20 $м^3$/ч на 1 чел.	
Кружковые помещения	21	18	17	-	1,5
Спальные комнаты школ-интернатов и интернатов при школах	18	16	16	-	1,5

Необходимые метеопараметры определяются задачами функционирования, состоянием отопительно-вентиляционных и теплоснабжающих систем, ограждающих конструкций и могут назначаться исходя из условий экономии топливно-энергетических ресурсов, предотвращения (в аварийных ситуациях или в неосновной период функционирования) замерзания теплоносителя в системах, снижения ущерба, разрушения конструкций зданий и др.

Установление и выбор в отапливаемых помещениях оптимальных, допустимых или необходимых метеопараметров зависят от многих факторов. Естественно, что оптимальные значения обеспечивают наилучшие условия в помещениях. Однако требования минимизации общих затрат, расходов тепловой и электрической энергии определяют необходимость поддержания во многих случаях допустимых, а в экстремальных условиях необходимых метеопараметров.

Следует отметить, что оптимальные и допустимые значения параметров

не являются для многих типов зданий постоянными в течение суток. Так, в периоды сна или отсутствия людей в помещениях целесообразно устанавливать пониженные на 2-3 °С значения температур (программное снижение на определенное время).

В последнее время наблюдается определенная тенденция по созданию переменных метеопараметров помещений, обусловленная следующими причинами:

снижением температуры внутреннего воздуха в ночное время для общежитий и в нерабочее – для административных помещений, что сокращает расход топлива на отопление;

периодическими изменяющимися температурными воздействиями, соответствующими естественным условиям человеческого организма, что тренирует и укрепляет его, делает более устойчивым к различного рода заболеваниям и улучшает самочувствие;

переменными нормативами (более широкий возможный диапазон изменений), что позволяет упростить регулирование.

В настоящее время практически нет нормируемых переменных величин микроклимата. В связи с этим их значения чаще всего характеризуются отклонением от постоянных (нормируемых) параметров ($\Delta t_в$) – например, снижение температуры в ночное время на 2°С ($\Delta t_в = 2$°С).

1.3.3. Рекомендации по обеспечению рациональных режимов эксплуатации систем вентиляции

Система механической вентиляции

В системах механической вентиляции снижение расхода тепла достигается регулированием расхода приточного воздуха в зависимости от температуры наружного воздуха согласно базовым графикам (рис. 1.1 и рис. 1.2).

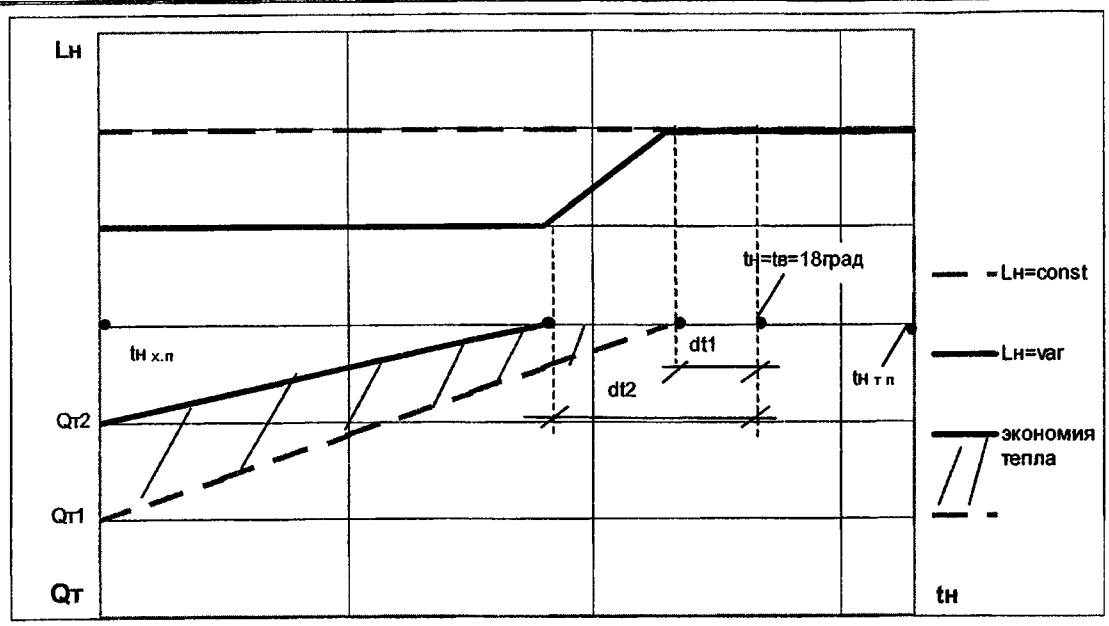


Рисунок 1.1. Базовый график регулирования расхода воздуха и экономии тепла

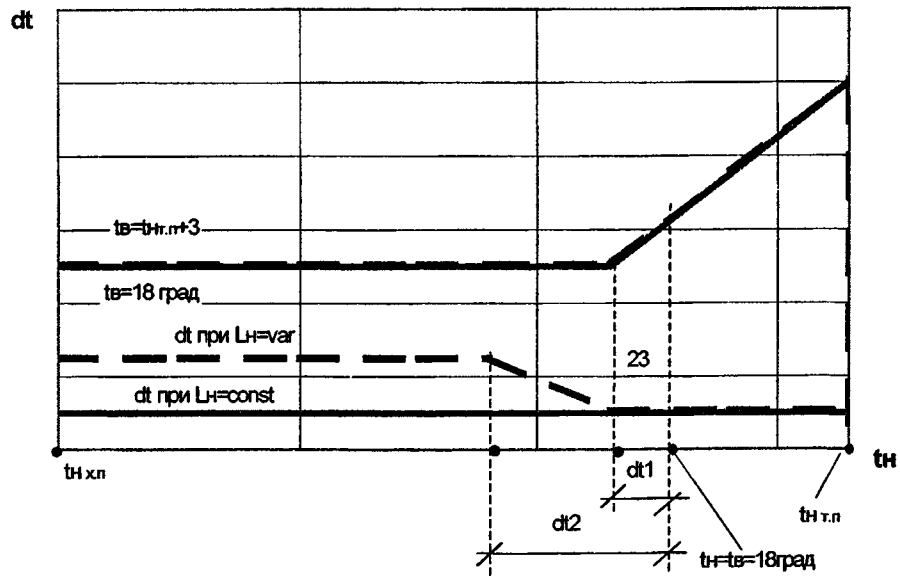


Рисунок 1.2. Базовый график изменения температуры

Экономия тепла определяется по формуле:

$$Э = 0{,}5(Q_{T1}\tau_1 - Q_{T2}\tau_2), \text{ кВт.ч},$$

где τ_1 – продолжительность стояния температур наружного воздуха от $t_{нх.п}$ до 15°С, ч;

τ_2 – то же, от $t_{нх.п}$ до (18 - d_t)°С, ч.

Реализация режимов с переменным расходом воздуха достигается применением воздухораспределителей с изменяющимися аэродинамическими и тепловыми характеристиками, а также вентиляторами с многоступенчатой регулировкой частоты вращения. Данное оборудование поставляется на рынок России различными фирмами.

На существующих системах механической вентиляции, оборудованных одноступенчатыми вентиляторами, регулирование расхода воздуха должно производиться оттарированным при пусконаладочных испытаниях шибером.

Система естественной вентиляции

Системы естественной вентиляции помещений школ рассчитываются на расчётную наружную температуру 5°С, и при более низких наружных температурах возникает перерасход тепла, который возмещается системой отопления.

Экономия тепла при эксплуатации систем естественной вентиляции достигается применением вытяжных устройств с изменяющимися аэродинамическим характеристиками.

Эффект использования таких решеток(рис 1.3)рассчитывается по формуле:

$$Э = 0{,}5\tau(Q_{T1} - Q_{T2}), \text{ кВт.ч},$$

где Q_{T1} – расход тепла на компенсацию подогрева приточного воздуха системой отопления при переменном расходе воздуха;

Q_{T2} – то же, при обеспечении переменного расхода воздуха с помощью регулируемых вытяжных решёток.

Отношение этих расходов тепла связано с разностями плотностей воздуха:

$$\frac{Q_{T1}}{Q_{T2}} = \sqrt{\frac{\Delta\rho_1}{\Delta\rho_2}},$$

где $\Delta\rho_1$ – разность плотностей воздуха с $t_{н.х.п}$ и 18°С;

$\Delta\rho_2$ – то же, 5°С и 18°С.

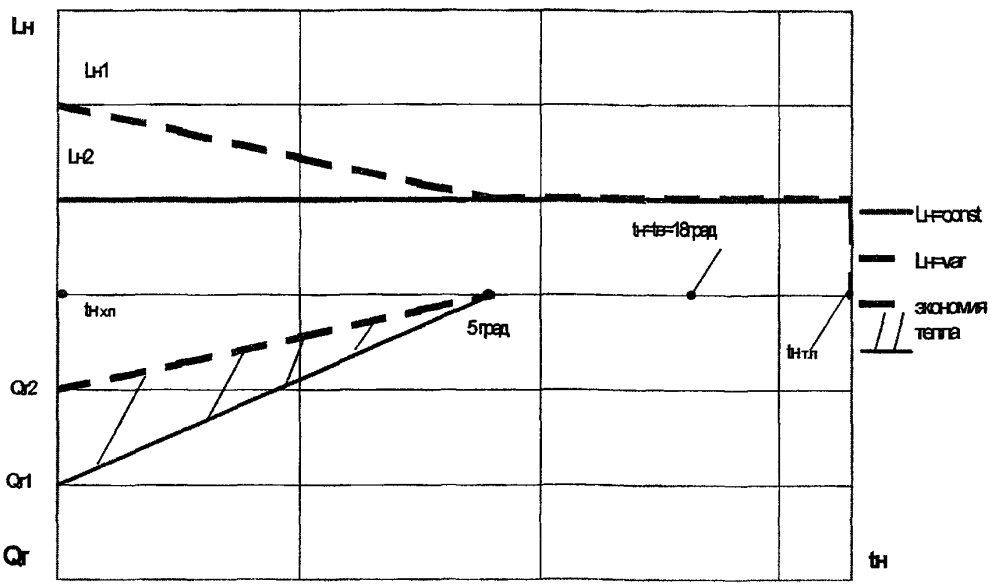


Рисунок 1.3. Базовый график расхода воздуха и экономии тепла при регулировании.

2. РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ СОКРАЩЕНИЮ ТЕПЛОПОТЕРЬ В ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ

2.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ И РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ СОКРАЩЕНИЮ ТЕПЛОПОТЕРЬ В ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ

Для сокращения теплопотерь школьных зданий рекомендуется проведение следующих организационных мероприятий:

- ежегодное составление и последующая реализация планов - графиков на текущий и капитальный ремонт школьных зданий с учетом комплекса энергосберегающих мероприятий в зависимости от архитектурно-планировочных и конструктивных решений реконструируемых школьных зданий;
- составление планов - графиков утепления строительных ограждающих конструкций при подготовке школьных зданий к зиме и организация последующего их выполнения;
- организация обучения и переподготовки обслуживающего персонала по рациональной энергосберегающей эксплуатации школьных зданий.

Энергосбережению при соблюдении требуемого температурно-влажностного режима помещений и конструкции способствуют следующие эксплуатационные мероприятия:

- поддержание минимального проектного воздухообмена в основных и вспомогательных помещениях, включая чердаки и подвалы, с учетом изменения режимов вентиляции в зависимости от времени суток;
- содержание в исправном состоянии кровли и водоотводящих устройств, гидро- и пароизоляционных слоев стен, перекрытий, покрытий и полов;
- предотвращение и устранение промерзаний и протечек наружных ограж-

дений;

- уплотнение притворов,заполнений оконных проемов и мест сопряжения оконных блоков с наружными стенами;
- своевременная ликвидация неисправностей в санитарно-технических системах, способствующих протечкам и, как следствие, увлажнению строительных конструкций;
- просушивание увлаженных мест строительных конструкций и осушка подвалов.

Перечисленный комплекс мероприятий для энергосбережения имеет важное значение в связи с тем, что увлажнение конструкций на 1% приводит к увеличению теплопотерь более чем на 1,5%. Кроме того, на значительно увлажненной ограждающей конструкции (за счет температуры на поверхности ниже точки росы) будет происходить выпадение конденсата с последующим увеличением ее влажности и промерзания.

Наибольшее влияние на тепловую эффективность зданий оказывают размеры и состояние световых проемов (окон).

Необоснованно большие площади остекления частей здания и недостаточное утепление притворов приводят не только к ухудшению показателей микроклимата, но и к существенному увеличению расходов тепла на отопление (1 м^2 окна теряет тепла в 2,5-4 раза больше, чем 1м^2 стены).

Причинами снижения теплозащитных качеств оконных проемов являются:

- повышенная воздухопроницаемость;
- увеличенные теплопотери по откосам;
- пониженная влагозащита за счет малых выносов свесов оконных сливов;
- неудовлетворительное устройство сопряжения оконного блока со стеной;

- качество оконного стекла не соответствует современным требованиям (применение стекол без теплоотражающих покрытий).

Для уменьшения теплопотерь через оконные проемы целесообразно проведение следующих мероприятий:

- восстановление целостности крепления к стенам оконных проемов;
- снижение воздухопроницаемости в прозорах между стенами и коробками;
- повышение качества промазки и уплотнения оконных фальцев;
- улучшения плотности притвора оконных переплетов;
- закрытие щитами с утеплителем оконных проемов в подвалах, на чердаках и в необслуживаемых помещениях;
- заделка утеплителем (или кирпичом) излишних световых проемов;
- установка уплотняющих прокладок из губчатой резины, поролона или пенополиуретана;
- устройство дополнительного светопрозрачного слоя из стекла, пленки, прозрачной шторы;
- устройство утепленных ставень;
- остекление стеклом повышенного качества (теплое стекло).

Реализация выше перечисленных мероприятий позволяет повысить их теплозащитные свойства на 15-30%.

Особое внимание при подготовке к отопительному сезону следует уделять содержанию и эксплуатации наружных дверей, так как их состояние оказывает существенное влияние на общие теплопотери здания.

Для повышения теплозащитных свойств наружных дверей можно рекомендовать следующие мероприятия:

- устройство высококачественных наружных дверей из недеформируемых материалов, имеющих пониженную воздухопроницаемость (металлические и др.);

- утепление наружных дверей теплоизолирующими полотнами;
- устройство двойных тамбуров;
- уплотнение притворов дверных полотен к дверным коробкам;
- уплотнение и утепление дверей и люков чердачных помещений;
- установка пружин или других приспособлений для принудительного закрывания наружных дверей;
- сокращение воздухопроницаемости входных дверей за счет сокращения площади открываемого проема (двойные створы, верхние неподвижные фрамуги, дополнительные верхние экраны, двери-вертушки и др.);
- создание воздушного подпора в здании вентиляционной системой.

Наиболее характерными причинами, снижающими тепловую защиту здания в целом за счет несовершенства (дефектов) ограждающих стеновых конструкций,являются:

- сквозные и поверхностные трещины в панелях и блоках наружных ограждений;
- воздухопроницаемость ограждающих стеновых конструкций (разрушение раствора в кирпичной кладке и др.);
- разрушение или снижение качеств теплоизоляционных материалов в многослойных ограждающих конструкциях;
- нарушение герметичности в узлах сопряжения стен с междуэтажными перекрытиями;
- нарушение гидроизоляции между стеной и фундаментом;
- низкое качество отмосток, дренажных систем и вводов коммуникаций в здание.

Ликвидация вышеперечисленных нарушений позволит сократить теплопотери в них на 20-30%.

К режимным эксплуатационным мероприятиям, способствующим

энергосбережению,следует отнести:

- контроль герметичности (особенно в нерабочее время) периодически открываемых для проветривания фрамуг, окон, дверей;
- повышение для снижения эксфильтрации герметичности и закрытие дверей во всех помещениях (особенно в комнатах, имеющих вытяжные каналы);
- устройство и закрытие на ночной период клапанов-отсекателей на вытяжной вентиляции;
- переключение при отсутствии автоматики групповых термостатов или программных регуляторов на дежурный режим (по графику);
- организация «залпового» проветривания помещений в перерывах между уроками;
- предотвращение излишнего воздухообмена (вентиляции) во временно не функционирующих классах (предметные классы, музеи и др.).

2.2. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕЖИМЫ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Рационализации затрат на отопление школьных зданий способствуют следующие организационно-технические мероприятия:

- установка современных приборов учета расхода энергоресурсов и регулирования теплогидравлических режимов в системах отопления;
- разработка энергетических паспортов и нормативов энергопотребления, определяющих лимиты на энергоресурсы и связанные с этим финансы;
- создание для обслуживающего персонала эффективной системы стимулирования энергосбережения в школьных зданиях;
- организация обучения школьников и повышения квалификации обслуживающего персонала по вопросам энергоресурсопотребления.

Современные системы учета и управления теплогидравлическими ре-

жимами включают компьютерные технологии и представляют собой единую для технических комплексов автоматизированную систему управления технологическими процессами в школьных зданиях. Оптимизация параметров регулирования в них происходит в ЭВМ и не требует непосредственного участия персонала школы.

В большинстве случаев на современном этапе технические системы школ не оснащены подобного рода АСУ и требуют ручной наладки и регулирования.

Для сокращения расхода тепловой энергии в отопительных системах школ возможна реализация следующих мероприятий:

- теплогидравлическая наладка систем отопления зданий, способствующая ликвидации перетопа в отдельных помещениях;
- коррекция теплогидравлического графика регулирования режимов в системе отопления с учетом показаний приборов учета расхода тепла, теплового режима в отапливаемых помещениях и параметров наружного воздха;
- восстановление теплоизоляции магистральных трубопроводов систем отопления;
- ограничение температур в нефункционирующих помещениях школьных зданий;
- снижение температуры воздуха в отапливаемых помещениях в нерабочее время и в выходные дни;
- оборудование зарадиаторных ниш теплоотражающими экранами;
- сокращение отопительного сезона в отдельных помещениях (отключение отопительных приборов в осенне-весенний период при положительных температурах в необслуживаемых помещениях, складах, производственных помещениях и др.);
- гидравлическая, а также химическая (по спецтехнологии) промывка отопительных систем.

Теплогидравлическая наладка позволяет ликвидировать неравномерность отопления в различных помещениях, связанная с изменившимися со временем теплопотерями в отдельных зонах здания, перераспределением теплоносителя за счет неравномерных отложений и коррозии на внутренних стенках трубопроводов. Важность этого мероприятия связана с тем, что перетоп помещения на 1°С приводит к перерасходу тепла на эти нужды в размере 4-5%.

При наличии термостатических клапанов или регулирующих заслонок на конвекторах подобное регулирование не представляет особых затруднений и осуществляется последовательно от более нагретого прибора к менее нагретому. Для новых систем, выполненных по современным технологиям, наладка производится с помощью балансировочных вентилей, установленных на ответвлениях и стояках согласно прилагаемым инструкциям.

При наличии экранов, установленных перед прибором, излишний нагрев отдельными отопительными приборами можно предотвратить сокращением размеров отверстий между полом и экраном.

В традиционных схемах регулирование теплоотдачи с целью энергосбережения возможно следующими способами:

- пробочным краном на стояке (регулирование теплоотдачи по отдельным стоякам или магистралям);
- кранами двойной регулировки или трехходовыми кранами, установленными на отопительных приборах;
- монтируемыми при модернизации на подводках тройниками с дроссельной пробкой;
- установкой перед отопительными приборами экранных щитов с регулируемыми по воздуху отверстиями;
- дроссельными шайбами, устанавливаемыми на подводках к приборам при модернизации.

Коррекция теплогидравлического графика осуществляется с учетом расчетных (необходимых) значений температуры воды в прямом и обратном трубопроводах системы отопления (табл. 3.1).

Если расход сетевой воды выше нормы и здание, как следствие, перегревается, то при наличии дроссельных шайб можно несколько снизить располагаемый напор уменьшением их диаметра, установкой новых шайб или установкой нового сопла элеватора. При этом новый диаметр определяется по ранее рассчитанному по формуле:

$$d_н = d_ф \cdot \sqrt{G_m / G_ф},$$

где $d_ф$, $d_н$ – фактический и устанавливаемый вновь диаметры сопла элеватора;

$G_ф$, G_m – фактический завышенный и требуемый расходы воды.

Диаметр отверстия дроссельной шайбы (мм) определяется по формуле:

$$d_{др} = 10 \cdot \sqrt[4]{G^2 / \Delta H},$$

где G – расчетный расход воды через отверстие, т/ч;

ΔH – дросселируемый напор, м.

Фактический расход воды в системе теплопотребления должен соответствовать требуемому, который определяется с помощью водомеров, размещенных в тепловом пункте. При отсутствии водомеров и элеваторном присоединении фактический расход может быть определен по перепаду воды в сопле элеватора по формуле:

$$G = 1{,}2 \cdot d_c^2 \cdot \sqrt{\Delta H},$$

где d_c – диаметр сопла, см;

ΔH – располагаемый напор перед элеватором, м.

Если после замены сопла или дроссельной шайбы внутренняя температура отапливаемых помещений будет отличаться более чем на 2°С по сравне-

нию с требуемой, то необходимо вторично изменить диаметр отверстия сопла по следующему алгоритму.

Соответствие фактического расхода $G_ф$ расчетному $G_р$ ($y = G_ф / G_р$) определяется по формуле:

$$y = \frac{(\tau_1 - \tau_{2,o}) / (t_в - t_н)}{(\tau_1^ф - \tau_{2,o}^ф) \cdot (t_{в.р} - t_н)},$$

где $t_в$ – усредненная измеренная температура воздуха в помещении, °С;

$t_{в.р}$ – требуемая температура воздуха в помещении;

$t_н$ – температура наружного воздуха, °С;

τ_1, $\tau_{2,o}$ – расчетные температуры в подающем и обратном трубопроводах при $t_н$ – определяемые в соответствии с таб. 3.1.;

$\tau_1^ф$, $\tau_{2,}^ф$ – то же, фактические.

Новый диаметр сопла элеватора:

$$d_c = d_{сп} \cdot \sqrt{y},$$

где $d_{сп}$ – первоначальный диаметр сопла.

При непосредственном присоединении новый диаметр дроссельной шайбы определяется по формуле:

$$d_ш = d_{шп} \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta H - \Delta h_ф}{y^2 \cdot \Delta H - \Delta h_ф}},$$

где $d_{шп}$ – первоначальный диаметр шайбы, мм;

ΔH – располагаемый напор перед системой потребления, м;

$\Delta h_ф$ – фактические потери напора в системе отопления, м.

Оценку качества соблюдения режимов теплоснабжающими организациями возможно проводить сравнением фактических параметров с расчетными, представленными в табл. 2.1.

Таблица 2.1. График качественного регулирования температуры воды в системах отопления при расчетных температурах воды 95-70°С (расчет графика выполнен АКХ им. К.Д.Памфилова)

Температура наружного воздуха,°С	Температура воды в разводящих трубопроводах систем отопления,°С									
	с радиаторами при подаче воды в прибор по схеме						с конвекторами типа			
	«снизу вниз»		«снизу вверх»		«сверху вниз»		КП		«Комфорт»	
	подаваемая	обратная	подаваемая	обратная	подаваемая	обратная	подаваемая	обратная	подаваемая	обратная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расчетная температура наружного воздуха -20°С										
8	35/36	30	36/38	32	37/39	33	35/37	31	39/42	35
7	36/38	32	38/40	34	40/42	35	37/40	33	42/44	37
6	38/42	33	40/43	35	42/45	37	40/42	35	44/47	39
5	41/44	35	43/46	37	45/48	39	42/45	36	47/50	41
4	43/46	37	45/49	39	47/50	40	44/48	38	49/53	42
3	45/49	38	47/51	40	49/53	42	47/51	39	51/55	44
2	48/51	40	50/54	42	51/56	43	49/53	41	53/58	45
1	50/54	41	52/56	43	54/58	45	51/55	42	56/60	47
0	52/56	43	54/57	45	56/61	46	53/58	44	58/63	48
-1	54/59	44	56/61	46	58/63	48	55/60	45	60/65	49
-2	56/61	45	58/63	47	60/65	49	58/63	47	62/67	51
-3	59/64	47	61/66	49	62/68	50	60/65	48	64/70	52
-4	61/66	48	63/68	50	64/70	51	62/65	49	66/72	53
-5	63/69	50	65/71	51	66/72	53	64/70	51	68/75	54
-6	65/71	51	67/73	53	68/75	54	66/72	52	70/76	55
-7	67/74	52	69/75	54	70/77	55	68/75	53	72/76	57
-8	69/76	54	71/78	55	72/79	56	70/77	55	73/81	58
-9	72/78	55	73/80	57	74/81	58	72/79	56	75/83	59
-10	74/81	57	74/72	58	76/83	59	75/82	57	77/85	60
-11	76/83	58	77/85	59	78/86	60	77/84	59	79/87	61
-12	78/86	59	79/87	60	80/88	61	79/86	60	81/89	62
-13	80/88	61	81/89	62	82/90	62	81/89	61	83/91	63
-14	82/90	62	83/91	63	84/92	63	83/91	63	84/93	64
-15	84/93	63	85/94	64	86/94	65	85/93	64	86/95	65
-16	86/95	65	87/96	65	88/97	66	87/96	65	88/97	66
-17	89/98	66	89/98	66	89/99	67	89/98	66	90/99	67
-18	91/100	67	91/100	68	91/101	68	91/100	68	92/102	68
-19	93/103	69	93/103	69	93/103	69	93/103	69	93/103	69
-20	95/105	70	95/105	70	95/105	70	95/105	70	95/105	70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расчетная температура наружного воздуха -30°С										
8	31/32	28	32/34	30	34/35	31	32/33	29	35/37	33
7	32/34	29	34/36	31	36/38	32	34/35	30	38/40	34
6	34/36	30	36/38	32	38/40	34	35/37	32	40/42	36
5	36/38	32	38/40	34	40/42	35	37/40	33	42/44	37
4	38/40	33	40/42	35	41/44	37	39/42	34	43/47	38
3	40/42	34	42/45	36	43/46	38	41/44	35	45/49	40
2	41/44	35	43/47	37	45/48	39	43/46	37	47/51	41
1	43/46	36	45/49	39	47/50	40	44/48	38	49/53	42
0	45/48	38	47/50	40	49/52	42	46/50	39	51/55	43
-1	47/50	39	49/52	41	50/54	43	48/52	40	52/57	45
-2	48/52	40	50/54	42	52/56	44	50/53	41	54/59	46
-3	50/54	42	52/56	43	54/58	45	51/55	42	56/60	47
-4	52/56	43	54/58	44	55/60	46	53/57	44	57/62	48
-5	53/58	44	55/60	45	57/62	47	55/59	45	59/64	49
-6	55/60	45	57/62	46	59/64	48	56/61	46	60/66	50
-7	57/62	46	59/64	47	60/66	49	58/63	47	62/68	51
-8	58/63	47	60/66	49	62/67	50	60/65	48	64/69	52
-9	60/65	48	62/67	50	63/69	51	61/67	49	65/71	53
-10	62/67	49	63/69	51	65/71	52	63/69	50	67/73	54
-11	63/69	50	65/71	52	66/73	53	64/70	51	68/75	54
-12	65/71	51	67/73	53	68/74	54	66/72	52	70/76	55
-13	67/63	52	68/75	54	70/76	55	68/74	53	71/78	56
-14	68/75	53	70/77	55	71/78	56	69/76	54	73/80	57
-15	70/77	54	71/78	56	73/80	57	71/78	55	74/81	58
-16	72/78	55	73/80	57	74/81	58	73/80	56	75/83	59
-17	73/80	56	75/82	58	76/83	59	74/81	57	77/84	60
-18	75/82	57	76/84	59	77/83	60	76/83	58	79/86	61
-19	77/84	58	78/85	60	79/87	60	77/85	59	80/88	61
-20	78/86	59	79/85	61	80/88	61	79/87	60	81/89	62
-21	80/88	61	81/89	62	82/90	62	81/89	61	83/91	63
-22	82/90	62	82/91	62	83/92	63	82/90	62	84/92	64
-23	83/92	63	84/93	63	85/93	64	84/92	63	85/94	64
-24	85/94	64	86/94	64	86/95	65	85/94	64	87/96	65
-25	87/95	65	87/96	65	88/97	66	87/96	65	88/97	66
-26	88/97	66	89/98	66	89/98	67	89/98	66	90/99	67
-27	90/99	67	90/100	67	91/100	67	90/100	67	91/100	68
-28	92/101	68	92/102	68	91/102	68	92/101	68	92/101	68
-29	93/103	69	93/103	69	94/103	69	93/103	69	94/103	69
-30	95/105	70	95/105	70	95/105	70	95/105	70	95/105	70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расчетная температура наружного воздуха -40°С										
8	29/30	26	30/31	28	31/33	29	29/31	27	33/35	31
7	30/31	28	32/33	29	33/35	31	31/33	29	35/37	32
6	32/33	29	33/35	30	35/37	32	33/43	30	37/39	34
5	33/35	30	35/37	31	36/39	33	34/36	31	38/41	35
4	35/36	31	36/39	32	38/40	34	36/38	32	40/43	36
3	36/38	32	38/40	33	39/42	35	37/39	33	41/44	37
2	37/40	33	39/42	34	41/44	36	39/41	34	43/46	38
1	39/41	34	47/44	35	42/45	37	40/43	35	44/38	39
0	40/43	35	42/45	36	44/47	38	41/44	36	46/49	40
-1	42/44	36	44/47	37	45/49	39	43/46	37	47/51	41
-2	43/46	36	45/48	38	47/50	40	44/47	38	49/53	42
-3	44/48	37	46/50	39	48/52	41	46/49	39	50/54	43
-4	46/49	38	48/52	40	50/53	42	47/50	40	52/56	44
-5	47/51	39	49/53	41	51/55	43	48/52	41	53/57	45
-6	48/52	40	51/55	42	52/57	44	50/54	41	54/59	46
-7	50/54	41	52/56	43	54/58	45	51/55	42	56/60	47
-8	51/55	42	53/58	44	55/60	46	52/57	43	57/62	47
-9	53/57	43	55/59	45	56/61	47	54/58	44	58/63	48
-10	54/58	44	56/61	46	58/62	47	55/60	45	59/65	49
-11	55/60	45	57/62	47	59/64	48	57/61	46	61/66	50
-12	57/62	46	59/64	47	60/65	49	58/63	47	62/68	51
-13	58/63	46	60/65	48	61/67	50	59/64	48	63/69	51
-14	59/65	47	61/67	49	63/68	51	61/66	48	64/70	52
-15	61/66	48	63/68	50	64/70	51	62/67	49	66/71	53
-16	62/68	49	64/70	51	65/71	52	63/69	50	67/73	54
-17	63/70	50	65/71	52	67/73	53	64/70	51	68/75	55
-18	65/71	51	66/73	52	68/74	54	66/72	52	69/76	55
-19	66/72	52	68/74	53	69/76	55	67/73	53	71/77	56
-20	67/74	53	69/76	54	70/77	55	68/75	54	72/79	57
-21	69/75	53	70/77	55	72/78	56	70/76	54	73/80	57
-22	70/77	54	72/79	56	73/80	57	71/78	55	74/81	58
-23	71/78	55	73/80	57	74/81	58	72/79	56	75/83	59
-24	73/80	56	74/81	57	75/83	58	74/81	57	76/84	60
-25	74/81	57	76/83	58	77/84	59	75/82	58	78/85	60
-26	76/83	58	77/84	59	78/85	60	76/84	59	79/87	61
-27	77/85	59	78/86	60	79/87	61	78/85	59	80/88	62
-28	78/86	60	79/87	61	80/88	61	79/87	60	81/89	62
-29	80/88	60	81/89	61	81/90	62	80/88	61	82/91	63
-30	81/89	61	82/90	62	83/91	63	82/90	62	83/92	64
-31	82/91	62	83/92	63	84/92	64	83/92	63	85/93	64
-32	84/92	63	85/93	64	85/94	64	84/93	63	86/95	65
-33	85/94	64	86/95	65	86/95	65	86/94	64	87/96	66
-34	87/95	65	87/96	65	88/97	66	87/96	65	88/97	66
-35	88/97	66	88/98	66	89/98	66	88/97	66	89/99	67
-36	89/99	66	90/99	67	90/99	67	90/99	67	90/100	67
-37	91/100	67	91/101	68	91/100	68	91/100	68	92/101	68
-38	92/102	68	92/102	68	93/102	69	92/102	68	93/102	69
-39	94/103	69	94/104	69	94/104	69	94/103	69	94/104	69
-40	95/105	70	95/105	70	95/105	70	95/105	70	95/105	70

2.3. ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ ШКОЛЫ

Во время функционирования школьного здания (10 – 12 часов в сутки) в нем поддерживается комфортный микроклимат, параметры которого в различных помещениях задаются в соответствии с их назначением.

Для регулирования теплового режима помещений в зависимости от температуры наружного воздуха, от характера времени суток (рабочее, нерабочее) и с учетом выходных и праздничных дней применяются автоматические программные регуляторы или индивидуальные и групповые термостаты (автоматические регуляторы температуры внутреннего воздуха на отопительных приборах).

В нерабочее время потребление теплоносителя ограничивается из условия поддержания нормативной для этого случая температуры 15°С. Такое требование обусловлено предотвращением замерзания трубопроводов, условиями невыпадения конденсата на ограждающих поверхностях и нормативами, связанными с радиационной температурой отапливаемых помещений в утренние часы функционирования школы. В зависимости от температуры наружного воздуха при пятидневной рабочей неделе среднесуточная экономия тепловой энергии при программном регулировании (см. графики) составляет 15÷40 % в зависимости от средней температуры наружного воздуха за отопительный период, качества регулирования и режима работы школы.

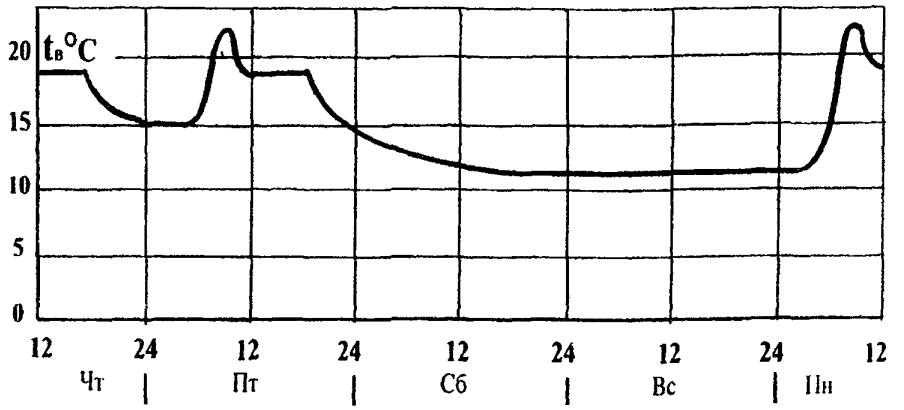


Рисунок 2.1. Характерный график изменения суточной температуры в школьном помещении

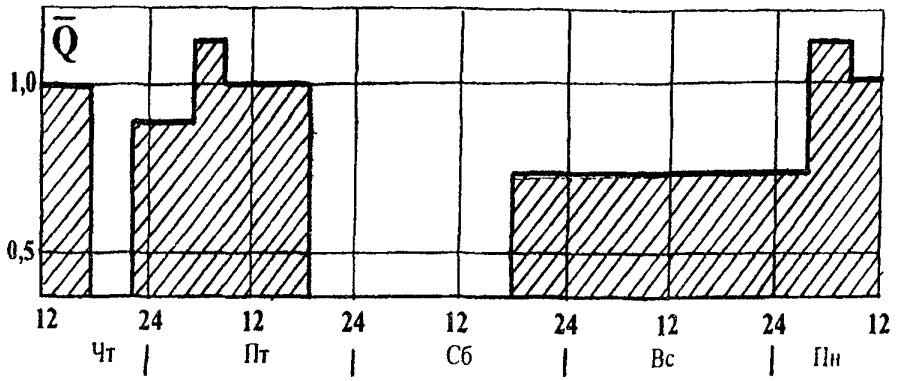


Рисунок 2.2. График изменения количества теплоносителя, потребляемого системой отопления

Программное управление с учетом поступления тепла от внутренних тепловыделений учащихся, солнечной радиации и влияния ветра способствует сокращению суммарного теплопотребления школьного здания на 30 - 40 %. В случае установки на отопительных приборах индивидуальных или групповых термостатов учет пофасадной неравномерности происходит автоматически (за исключением снижения температуры в нерабочее время). При централизованном пофасадном регулировании на тепловом вводе эти две функции могут быть совмещены.

В условиях дефицита топлива (либо бюджетных средств на оплату

отопления и ГВС) и в аварийных ситуациях ненормированное отключение системы отопления может происходить на более длительный период и, как следствие, температуры воздуха в отапливаемых помещениях будут снижены до более низких значений. Перерывы в отоплении в ночное время и в выходные дни безопасней (из условий незамерзания отопительных приборов) в осенний и весенний периоды при положительных температурах наружного воздуха.

При наладке автоматизированной системы регулирования или при ручном управлении режимами целесообразно придерживаться следующих правил:

1. Темпы охлаждения помещений, зависящие от их теплофизических характеристик, качества утепления окон и от температуры наружного воздуха , составляют 0,3÷1,0°С в час, что позволяет отключать систему отопления за 1 - 3 часа до окончания рабочего дня.
2. Темпы натопа (режим нагревания) помещения зависят от наружной температуры, параметров теплоносителя в сети, схемы теплового ввода, характеристик отопительных приборов (1÷2°С в час). В соответствии с этим включение системы отопления утром рекомендуется производить за 1 - 2 часа до начала занятий.
3. При технических возможностях отопительной системы натопов помещений следует производить до температур выше расчетных на 1 - 3°С за период от 1 до 2 часов (для нагрева до нормативного значения температур ограждающих поверхностей).
4. Более качественное усвоение учебного материала школьниками (по экспериментальным данным на 20-25%) происходит в регулярно проветриваемых помещениях и температуре воздуха не выше 19°С.
5. При напольной системе отопления темпы охлаждения и нагона существенно ниже.

6. Для спальных помещений школ-интернатов наилучшим режимом для сна считается понижение температуры до 15-17°С.
7. Системы отопления вспомогательных помещений, складов и т.п. в переходные периоды (весна, осень) с целью повышения энергосбережения могут быть отключены. Для предотвращения возможного замерзания трубопроводов при неожиданном понижении наружной температуры производится их опорожнение.

Обеспечение режимов программного регулирования с учетом снижения расхода тепла в ночное время, субботу, воскресенье, а также в летний период осуществляется автоматизированной системой управления и автоматикой и закладывается непосредственно при ее наладке.

Для неавтоматизированных тепловых пунктов возможно ручное или дистанционное регулирование по специальным регламентным журналам и графикам, отрабатываемым наладочными организациями или обслуживающим персоналом в соответствии с изложенными выше рекомендациями.

2.4. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Осветительные установки не всегда эксплуатируются рационально, часто при работе допускаются значительные потери электроэнергии, которые происходят вследствие завышения установленной мощности ламп, применения неэкономных источников света, безнадзорности работы осветительных установок внутри зданий и нарушения времени включения - отключения наружного освещения школ.

В целях сокращения этих потерь следует проводить следующие мероприятия.

Централизация и автоматизация управления наружным освещением

Для упорядочения работы осветительных установок наружного освещения и сокращения потерь электроэнергии при их работе целесообразно создавать схемы централизованного (дистанционного) управления наружным освещением, которое позволяет из одного пункта включать и отключать светильники школьных территорий.

Централизованное управление освещением лестничных клеток и дворов из диспетчерских или дежурного по школе позволит ликвидировать безнадзорную работу этого освещения.

Наряду с централизацией управления наружным освещением необходимо переводить управление с ручного на автоматическое. Это связано с тем, что дежурный по школе, на которого обычно возлагается ручное управление наружным освещением, определяет момент включения и отключения освещения не по люксметру, а «на глазок». Особенно часто наблюдается несвоевременное отключение наружного освещения в летнее время, когда утренний рассвет наступает рано.

Применение выключателей с часовым механизмом также не может обеспечить экономичный режим работы осветительных установок. Автоматы подобного типа не учитывают ежедневные изменения времени наступления рассвета и вечерних сумерек.

При автоматизации управления наружным освещением с помощью однопрограммных автоматов освещения (фото-выключателей) наружное освещение с наступлением вечерних сумерек автоматически включается, а с рассветом отключается. Экономия электроэнергии достигается за счет точного соблюдения момента включения (отключения) освещения в зависимости от заданного уровня естественной освещенности.

Однопрограммные автоматы освещения целесообразно использовать для автоматизации управления охранным освещением и отдельных участков

наружного освещения дворов, где освещение должно работать весь период темного времени суток. Их можно использовать также для управления освещением лестничных клеток и дворов школ.

При применении двухпрограммных автоматов освещения экономия электроэнергии создается в результате точного соблюдения момента включения (отключения) освещения в зависимости от заданного уровня естественной освещенности, а также в результате автоматического отключения в заданное время части светильников и прожекторов при переводе освещения на ночной режим.

При переводе управления наружным освещением на автоматическое необходимо сохранить возможность управлять освещением (при необходимости) и вручную.

Экономическая эффективность применения автоматов освещения во многом зависит от качества их настройки и правильности размещения фотодатчиков, а для двухпрограммных автоматов, кроме того, от правильности определения моментов перевода освещения на ночной и дневной режимы

По данным Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, централизация и автоматизация управления наружным освещением наряду с повышением культуры эксплуатации позволяет экономить до 15-20% электроэнергии за счет строгого соблюдения графика работы осветительных установок и отключения части светильников на ночное время.

В этом случае экономия электроэнергии $\Delta Э$ (кВтч) определится по формуле

$$\Delta Э = P t \frac{20}{100},$$

где P - общая мощность осветительной установки, кВт; t-время работы осветительной установки за расчетный период, ч.

Наиболее точно величина экономии электроэнергии может быть определена лишь с помощью электросчетчиков, путем сравнения их показаний о

потреблении электроэнергии на нужды наружного освещения до и после упорядочения его работы.

Годовая экономия электроэнергии $\Delta Э_1$ (кВтч) в результате применения однопрограммного автомата освещения определится

$$\Delta Э_1 = 365 P t_{ср.сут.},$$

где P - общая мощность осветительной установки, подключенной к автомату освещения, кВт;

$t_{ср.сут.}$ - среднесуточное сокращение времени работы освещения относительно момента, соответствующего заданному уровню естественной освещенности, ч.

Экономия электроэнергии при применении двухпрограммных автоматов освещения определяется как сумма экономии $\Delta Э_1$, полученной за счет точности включения (отключения) освещения и экономии $\Delta Э_2$, образовавшейся в результате отключения части светильников и прожекторов на ночное время:

$$\Delta Э_2 = P_2 t_н K_ш,$$

где P_2 - общая мощность светильников и прожекторов, отключаемых на ночной период, кВт;

$t_н$ - время, на которое отключается освещение при переводе его на ночной режим, ч;

$K_ш$ - коэффициент, учитывающий географическую широту места, где работает осветительная установка.

Замена ламп накаливания газоразрядными источниками света

Перевод осветительных установок с ламп накаливания на люминесцентные лампы, а наружного освещения на лампы ДРЛ, ДРИ и ДНаТ позволяет значительно повысить эффективность использования электроэнергии,

увеличить освещенность рабочих мест и достичь экономии электроэнергии.

При замене ламп накаливания на люминесцентные лампы освещенность в помещениях возрастает в два и более раз. В то же время удельная установленная мощность (следовательно, и расход электроэнергии) снижается.

Такое положение достигается за счет более высокой светоотдачи люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания. Так, например, при одинаковой мощности лампа накаливания НБК 220-40 имеет световой поток 460 лм, а люминесцентовая лампа ЛБ-40-3200 лм, т.е. в 6,9 раза больше, чем у ламп накаливания.

При выборе типа люминесцентных ламп следует отдавать предпочтение лампам типа ЛБ как наиболее экономичным, имеющим более высокую светоотдачу и близкую к естественному свету цветность.

Наряду с высокой светоотдачей люминесцентные лампы имеют среднюю продолжительность горения не менее 12000 ч, а лампы накаливания - 1000 ч, т.е. в 12-15 раз меньше.

Для наружного освещения улиц и дорог применение люминесцентных ламп не получило распространения из-за ограниченности их работы при низких температурах окружающего воздуха. Наиболее массовым источником света в установках наружного освещения являются ртутные лампы исправленной цветности ДРЛ. Среди них наибольшее распространение получили лампы мощностью 250 и 400 Вт.

В целях дальнейшего повышения экономичности лампы ДРЛ в ее кварцевую горелку наряду с ртутью дополнительно вводят иодиды металлов (талия, натрия и индия). Такие лампы называются металлогалогенными и обозначаются ДРИ.

Металлогалогенные лампы ДРИ выпускаются, как правило, без люминофора, имеют хорошую цветопередачу; их световая отдача превышает световую отдачу ламп ДРЛ аналогичной мощности в 1,5-1,8 раза.

Наиболее перспективными для освещения открытых пространств являются натриевые лампы высокого давления ДНаТ. Эти лампы по экономичности в два раза превосходят лампы ДРЛ и более чем в шесть раз - лампы накаливания. Они излучают специфический золотисто-желтый цвет.

Ожидаемая экономия электроэнергии $\Delta Э$ (кВтч) от замены ламп накаливания на газоразрядные лампы может быть приближенно определена по соотношению расчетных приведенных значений световой отдачи, применяемых источников света, по следующей формуле:

$$\Delta Э = P_{л.н}\left(1 - \frac{g_{л.н}}{g^1_{л.г}}\right)t,$$

где $P_{л.н}$ - мощность электроустановки при лампах накаливания, кВт;

$g_{л.н}$- световая отдача ламп накаливания,лм/Вт;

$g^1_{л.г}$ - расчетная приведенная световая отдача газоразрядных ламп, лм/Вт;

t - расчетный период, ч.

Расчетная приведенная световая отдача газоразрядных ламп $g^1_{л.г}$ учитывает, что лампы этого типа, в отличие от ламп накаливания, имеют потери мощности (энергии) в пускорегулирующих аппаратах (ПРА). Кроме того, она учитывает различие в коэффициентах запаса, принятых для этих ламп, а для люминесцентных ламп еще дополнительно и различие норм освещенности. С учетом всех этих факторов расчетное приведенное значение светоотдачи газоразрядных ламп $g^1_{л.г}$ (лм/Вт) определится по формуле

$$g^1_{л.г} = g_{л.г}\frac{K_{з.л.н}}{K_п K_{з.л.г}} \cdot \frac{\eta_{с.л.н}}{\eta_{с.л.г}} \cdot \frac{E_{л.н}}{E_{л.г}},$$

где $K_{з.л.н}$ - коэффициент запаса для ламп накаливания (его принимают равным 1,3);

$K_{з.л.г}$- то же, для газоразрядных ламп (его принимают равным 1,5);

$K_п$ - коэффициент потерь в ПРА (его принимают для ламп ДРЛ, ДРИ и ДНаТ равным 1,1; для люминесцентных ламп - 1,20-1,25);

$\eta_{с.л.н}$ - коэффициент использования светильников по освещенности с лампами накаливания; его значение может быть заменено коэффициентом полезного действия светильников (из паспорта);

$\eta_{с.л.н}$ -то же, для светильников с газоразрядными лампами;

$E_{л.н}$ -норма освещенности при лампах накаливания, лк;

$E_{л.г}$ - то же, при газоразрядных лампах, лк.

Устранение излишней мощности в осветительных установках

Наличие излишней мощности в осветительных установках может быть выявлено при регулярных проверках путем сравнения уровня фактической освещенности проверяемых помещений или открытых пространств с нормируемой освещенностью. Нормируемая освещенность для помещений открытых пространств определена нормами расхода электроэнергии для освещения. Фактическая освещенность замеряется в помещениях с помощью люксметра.

Кроме того, фактическая освещенность $E_ф$ (лк) для любых действующих осветительных установок может быть определена по формуле

$$E_ф = \frac{N n_л F_л \eta_с}{A},$$

где N - количество светильников, шт.;

$n_л$ - число ламп в каждом светильнике, шт.;

$F_л$ - световой поток каждой лампы, лм;

$\eta_с$ - коэффициент использования светового потока;

A - площадь помещения, м^2.

Завышение мощности в осветительной установке можно определить также путем сопоставления удельной установленной мощности по нормам и

фактической. Фактическая удельная установленная мощность $P_{у.ф}$ (кВт/м^2) определяется по формуле

$$P_{у.ф} = \frac{P_{сум}}{A_o},$$

где $P_{сум}$ - суммарная мощность ламп, кВт;

A_o - освещаемая площадь, м^2.

При выявлении освещенности, превышающей нормы, следует изъять излишнюю мощность установки, для чего необходимо заменить лампы на менее мощные или сократить их число.

В случае завышения удельной установленной мощности также следует уменьшить мощность установки. При этом для сохранения освещенности на уровне норм нужно изменить высоту подвеса светильников.

Экономия электроэнергии $\Delta Э$ (кВт . ч) за счет устранения излишней установленной мощности в осветительных установках определится по формуле

$$\Delta Э = (P_ф - P_{н.л}) K_c t,$$

где $P_ф$ - фактическая мощность ламп, кВт;

$P_{н.л}$ - мощность ламп, требуемая нормами освещенности, кВт;

K_c - коэффициент спроса осветительной нагрузки;

t - время использования осветительной установки, ч .

Устранение работы осветительных установок в неположенное время

Потери электроэнергии $\Delta Э_{по}$ (кВтч) в случае, если принять в году 8760 ч, могут быть определены по формуле

$$\Delta Э_{по} = P K_c (8760 - t),$$

где P - мощность ламп, кВт.

Сокращение потерь электроэнергии в электролиниях и сетях освещения

Потери электроэнергии в осветительных сетях так же как и в силовых сетях зависят прежде всего от качества их эксплуатации.

Для определения технического состояния осветительных сетей согласно ПТЭ и ПТБ необходимо проводить:

- осмотр и проверку состояния оборудования и электропроводок освещения, соответствие расцепителей и плавких вставок не реже одного раза в год;

- измерение нагрузки по фазам и величины напряжения в удаленных точках не реже одного раза в год;

- испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей не реже одного раза в 3 года.

В целях сокращения потерь электроэнергии в осветительных сетях необходимо включать в план технических мероприятий:

- приведение параметров линий в соответствие с нагрузкой путем увеличения числа проводов, их сечения, сокращения длины линий, а также использования проводов разных сечений при неравномерной загрузке фаз;

- применение светильников с газоразрядными лампами с индивидуальной компенсацией коэффициента мощности, а при ее отсутствии - оборудование установок групповой компенсации;

- проведение периодического контроля и улучшение электрических соединений (контактов) в линиях, светильниках, коммутационной аппаратуре.

Применение местного освещения и индивидуальных выключателей

В тех случаях, когда помещение используется не полностью, целесообразно пользоваться не общим, а местным освещением. Для этого необхо-

димо иметь настольные лампы и дополнительные штепсельные розетки.

В невысоких помещениях существенное значение для экономии электроэнергии имеет применение выключателей, позволяющих оставлять включенными, когда это возможно, минимальное количество ламп.

Улучшение качества эксплуатации

К числу технических мероприятий по экономии электроэнергии следует отнести качество обслуживания электротехнических и осветительных установок. Кроме того, на эффективность функционирования осветительных установок оказывают влияние и другие эксплуатационные факторы (окраска помещений, содержание светопрозрачных ограждений и др.). В табл. 2.2 приведены основные мероприятия, способствующие снижению электропотребления.

Таблица 2.2

Наименование	Фактор	Эффект
1	2	3
Внедрение автоматического регулирования отпуска тепла	Предотвращение: перетопов, недотопов, включения электроотопительных приборов	5÷7%
Автоматизация режимов эксплуатации электротехнического оборудования	Ликвидация холостой работы трансформаторов и электродвигателей	3÷5%
Использование регулируемого электропривода в котельных, на вентиляторах, насосах	Ликвидация электропотребления при переменных нагрузках	5÷15%
Устранение непроизводительных потерь воды в инженерных системах	Снижение времени работы подпиточных электронасосов	3÷5%
Внедрение диспетчерских и автоматических систем регулирования работы осветительных приборов	Сокращение времени работы осветительных приборов	5÷10%
Своевременная чистка оконных стекол, рассеивателей и отражателей осветительной арматуры	Сокращение времени работы осветительных приборов	5÷10%
Окраска стен и потолков помещений школ светлыми красками	Снижение мощности ламп, времени их работы	5÷15%
Применение для охранного освещения и в коридорах ламп с маркировкой 230–240 В	Предотвращение преждевременного выхода из строя осветительных приборов при повышенном ночном напряжении	Экономия ламп накаливания
Увеличение числа выключателей в классах и в больших помещениях	Переход на позонное включение осветительных приборов при частичной загрузке помещений	3÷5%

Улучшение эксплуатации осветительных установок

К числу технических мероприятии по экономии электроэнергии следует отнести качество обслуживания осветительных установок. Несвоевременная чистка осветительной арматуры и стекол оконных проемов, задержка со сменой неисправных люминесцентных ламп, загрязнение стен и потолков в помещениях снижает их освещенность и ведет к преждевременному включению освещения, а иногда даже к установке дополнительных светильников.

Из-за несвоевременной чистки осветительной арматуры (рассеивателей, отражателей и ламп) освещенность, а следовательно, и рациональность использования электроэнергии снижаются в помещениях с нормальной средой до 50%, а в пыльных и грязных помещениях в 8 - 10 раз.

Очистка осветительной арматуры должна производиться в сроки, установленные лицом, ответственным за электрохозяйство, но не реже предусмотренных в СНиП 23-05-95.

Своевременная чистка оконных стекол, предохранение их от обледенения зимой, устранение непрозрачных заполнителей (фанера, картон и т. п.) из световых проемов и фонарей сокращает время горения электроламп, а следовательно, и расход электроэнергии при двухсменной работе в зимнее время не менее чем на 15% и в летнее - до 90%.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей предусматривают проведение не менее двух чисток оконных стекол в год для помещений с нормальными условиями среды и не менее четырех чисток в год - для помещений со значительным выделением пыли, дыма, копоти.

Рациональное использование электроэнергии на освещение помещений зависит также от цвета стен и потолков помещений. В помещениях со светлой окраской стен и потолков коэффициент отражения выше на 8 - 18%, чем при темных. Своевременное возобновление побелки стен и потолков или применение рациональной цветовой окраски их позволит повысить освещен-

ность помещений без увеличения расхода электроэнергии.

В отличие от ламп накаливания выход из строя люминесцентных ламп определяется не только перегоранием нитей накала (катодов). При включении потерявшей эмиссию люминесцентной лампы ее нити могут продолжать накаливаться, она будет потреблять полную мощность, но уже не даст номинального светового потока. Поэтому по истечении установленного срока службы люминесцентные лампы следует заменять как вышедшие из строя.

Колебания напряжения приводят к перерасходу электроэнергии. Снижение напряжения у наиболее удаленных ламп внутреннего освещения не должно превышать 2,5% и наружного освещения 5%. Это связано с тем, что снижение напряжения на 1 % вызывает уменьшение светового потока у ламп накаливания на 3,5%, у ламп ДРИ на 3%, у ламп ДРЛ и ДНаТ на 2% и у люминесцентных ламп на 1,5%. Следовательно, для достижения заданного уровня освещенности при пониженном напряжении потребуется дополнительный расход электроэнергии. Кроме того, снижение напряжения может привести к «миганию» газоразрядных ламп и бесполезному расходу электроэнергии.

Повышение напряжения в питающей сети влечет за собой увеличение расхода электроэнергии и сокращает срок службы ламп. Превышение номинального напряжения на 1% сокращает срок службы ламп накаливания на 10 -12% и газоразрядных ламп на 5 - 6%.

Для устранения колебаний напряжения в осветительных сетях необходимо:

- поддерживать номинальную величину напряжения на шинах 0,4 В в ТП путем регулирования его из центра питания, а также применением трансформаторов 6-10 кВ с РПН, работающим в автоматическом режиме;

- применять отдельные трансформаторы для осветительных нагрузок и компенсирующие устройства, включаемые одновременно с освещением.

Лампы накаливания на повышенное напряжение, с маркировкой 230-240 и 235-245 В целесообразно применять для охранного освещения, освещения лестничных клеток, коридоров, а также в жилых и служебных помещениях, где напряжение в сети нестабильно или постоянно повышено.

В сетях освещения со стабильным напряжением 127 или 220 В следует применять лампы с маркировкой соответственно 125-135 или 215-225 и 220-230 В.

3. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛО- И ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫВКИ

Значительные материальные издержки часто возникают из-за эрозионных и коррозионных разрушений в системах отопления, горячего и холодного водоснабжения. На внутренних поверхностях труб этих систем с течением времени откладываются продукты коррозии, что значительно сужает входные сечения трубок водонагревателей и трубопроводов малых диаметров систем горячего и холодного водоснабжения зданий. Вследствие этого резко возрастает местное сопротивление на входе и выходе воды из труб, что в конечном итоге приводит к резкому увеличению потерь напора в системе и снижению расхода воды через подогреватель или водопровод и, следовательно, к уменьшению производительности сантехнического оборудования. В результате потребители не получают воду требуемых температур, давления и в нужном количестве.

Одной из основных причин, влияющих на состояние систем горячего и холодного водоснабжения, является в большинстве случаев высокая коррозионная активность как нагретой, так и холодной водопроводной воды. Например, если за эталон принять срок службы оборудования и трубопроводов систем отопления, эксплуатируемых на обескислороженной и умягченной воде, то срок службы в системах горячего и холодного водоснабжения реально уменьшается соответственно в 1,6 и 2-3 – раза.

Повреждения трубопроводов из-за интенсивной внутренней коррозии способствуют затоплению разводящих систем отопления, горячего и холодного водоснабжения при совместной их прокладке и интенсивной внешней коррозии труб. При этом резко возрастают объемы текущих и капитальных ремонтов, а отсюда возникают и более высокие эксплуатационные расходы

на горячее и холодное водоснабжение при незначительных капитальных вложениях на сооружение систем. Проведенный анализ внутренних отложений в системах отопления, горячего и холодного водоснабжения зданий выявил, помимо перечисленных выше причин ускоренного формирования коррозионных отложений на внутренне поверхностях труб, и специфические факторы, способствующие коррозионному разрушению, которые необходимо учесть эксплуатационным службам.

Методами рентгеноструктурного, качественного и количественного химического анализа был определен химический и фазовый состав отложений, сформировавшихся на внутренней поверхности труб систем отопления, горячего и холодного водоснабжения. Установлено, что отложения по химическому составу носят смешанный кальциево-магниево-железоокисный характер, причем в системах отопления и горячего водоснабжения, питающихся водой по открытой схеме, преобладают кальциево-магниевые соли, а в системах горячего водоснабжения, подключенного по закрытой схеме, - железо-окисные отложения.

Состав отложений резко меняется по толщине: если верхние слои обогащены солями кальция, то соприкасающиеся с металлом - солями и окислами железа. Кроме того, отложения в системе холодного водоснабжения зданий достигают 6800 г/м^2 и содержат до 30% серы, что свидетельствует о заражении системы сульфатредуцирующими бактериями, которые ускоряют коррозионные процессы и способствуют сильному зарастанию внутренних поверхностей труб.

Анализ показал, что отложения на внутренней поверхности труб превышают: в 50% систем отопления-1000 г/м^3, в 70% систем горячего и 100% систем холодного водоснабжения - соответственно 1500 и 6000 г/м^2.

АЦТЭЭТ разработана технология химической обработки поверхности внутренних стенок труб систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, а также теплотехнического оборудования, обеспечивающая раствоpе-

ние и удаление отложений. При этом на внутренней поверхности формируется защитная пассивная пленка окислов железа определенного химического состава, снижающая в 2 - 4 раза интенсивность загрязнения и скорость коррозии в эксплуатируемых трубах.

По данным физико-химических исследовании отложений разработана рецептура ряда растворов на основе минеральных и органических кислот с добавками ингибиторов коррозии стали и активаторов (катализаторов) растворения отложений.

Для повышения эффективности моющего и пассивирующего растворов разработана технология (регламент) химической обработки систем, включающая следующие операции: опрессовку системы; промывку раствором ингибированной кислоты (например, серной) с добавкой коагулятора (активатора); промывку пресной водой до pH=6-7; при необходимости вторую кислотную промывку (например, раствором ингибированной соляной или щавелевой кислоты); промывку пресной водой до pH=6-7; нейтрализацию внутренних стенок труб раствором щелочи (например, едкого натра); промывку пресной водой до pH=7-8; пассивацию внутренних стенок труб системы (например, раствором азотной кислоты); консервацию проточной части системы заполнением ее раствором (например, жидкого стекла) на 10 сут; промывку пресной водой до разрешенного pH по условиям эксплуатации системы.

Реагенты, концентрация и температура растворов, а также продолжительность операций определяются физико-химическим состоянием проточной части системы. Рецептуру растворов и регламент химической обработки элементов системы из цветных металлов составляют отдельно.

Предлагаемая химико-технологическая обработка может с успехом применяться как для эксплуатирующихся в течение нескольких лет, так и вновь вводимых систем. Использование карбонатной или силикатной обработки воды после предварительной обработки систем холодного и горячего водоснабжения по химической технологии не только увеличивает устойчи-

вость этих систем на период формирования карбонатных или силикатных покрытий, но и в значительной мере стабилизирует противокоррозионную защиту во времени.

Разработанная противокоррозионная технология химической обработки внутренней поверхности труб теплотехнического оборудования, систем холодного и горячего водоснабжения и отопления зданий является одним из путей повышения их эксплуатационной надежности и дополняет не только существующие методы очистки трубопроводов от коррозионных отложений, но и способы противокоррозионной обработки воды.

Отмеченное мероприятие, восстанавливая качественное функционирование системы, способствует ресурсосбережению (по сравнению с заменой систем снижение затрат на 40-50%). Стоимость промывки в зависимости от состояния трубопроводов 20 ÷ 40 тыс. руб./1 Гкал мощности системы.

Проведение рассматриваемых работ целесообразно осуществлять специализированным организациям (АЦТЭЭТ т/ф (812) 275-65-50, (812) 580-78-77, (812) 434-71-00; Валер (812) т. 234-14-01, ф. 234-02-54)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в альбоме перечень мероприятий и рекомендаций не является конечным. Однако выбор для конкретного школьного здания из рассмотренных в настоящем альбоме наиболее значимых энергосберегающих мероприятий и их последующая реализация позволяют достичь сокращения топливно-энергетических ресурсов в 1,2÷1,8 раз при соответствующих рациональных режимах функционирования технических систем.

Поэтому для качественной эксплуатации важным является реализация на практике перечисленных выше рекомендаций и нормативов.

Низкий уровень эксплуатации сам по себе может привести к существенным перерасходам ТЭР или к нарушениям температурно-влажностного режима обслуживаемых помещений на 10÷20%.

В соответствии с этим настоящие методические рекомендации по энергосберегающему режиму эксплуатации школьных зданий предполагают реализацию обслуживающим персоналом следующих задач:

- обеспечение функционирования систем в соответствии с нормативными и рекомендуемыми настоящим пособием характеристиками и параметрами;
- предупреждение преждевременного износа оборудования и систем школьных зданий;
- рациональное использование ТЭР;
- реализацию сочетания планово-предупредительных и капитальных работ;
- энергосбережение за счет регулирования и соблюдения расчетных параметров в инженерных системах школьных зданий;
- реализацию мероприятий по энергосберегающей эксплуатации систем;
- периодическую наладку систем с учетом изменяющихся со временем внешних и внутренних параметров.

Приведенные в альбоме рекомендации позволяют реализовать вышеперечисленные задачи на более высоком уровне.

Формат 60x84 1/8. Тираж 400 экз. Заказ № 352 .

Государственное унитарное предприятие —
Центр проектной продукции в строительстве (ГУП ЦПП)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.

Тел/факс: (095) 482-42-65 — приемная.
Тел.: (095) 482-42-94 — отдел заказов;
(095) 482-41-12 — проектный отдел;
(095) 482-42-97 — проектный кабинет.

gost.e-ecolog.ru