ВВЕДЕНИЕ

Курс «Охрана труда и основы энергосбережения» введен в учебный процесс высших учебных заведений республики согласно приказам Министра образования Республики Беларусь (РБ) от 17.03.1998 г. № 151 и от 17.05.1999 г. № 282.

Цель дисциплины дать современные знания студентам высших педагогических учебных заведений, будущим учителям, об охране труда, технических и экономических аспектах политики энергосбережения в Республике Беларусь, сформировать новый системный подход к постановке и решению проблем эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на основе мирового опыта и государственной политики в области энергосбережения.

Задачи изучения курса – сформировать у студентов

представления:

об организации охраны труда учащихся, возможных опасных ситуациях во время занятий, об экологической безопасности;

о традиционных источниках, производстве, распределении и потреблении энергии и ее экологическом аспекте;

- о приоритетных направлениях энергосбережения;

об экономике и организации энергетики, принципах управления ею; об энергосберегающей политике;

- о роли человека в процессах преобразования энергии;

умение использовать:

знания по обеспечению безопасного проведения занятий в школе, профилактики травматизма при овладении трудовыми умениями и навыками;

сведения по основным энергетическим технологиям применения вторичных энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии;

- методологический подход к постановке и решению проблем эффективного использования энергетических ресурсов;

навыки:

- научного анализа условий труда, причин травматизма и профессиональных заболеваний учащихся;

исследования способов и средств обучения с точки зрения безопасности и безвредности труда;

- анализа и оценки опасности в чрезвычайных условиях и принятия основных мер ликвидации последствий аварий.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

1.1. Предмет, цель, задачи, структура и содержание курса

Под термином **«охрана труда»** подразумевают систему законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Энергосбережение – комплекс мер для обеспечения эффективного и рационального использования энергоресурсов.

Программа курса предусматривает изучение следующих разделов:

трудовое законодательство – устанавливает нормы трудовых процессов, тесно связанных с вопросами техники безопасности, регулирует трудовые отношения работающих, обеспечивает охрану их прав и устанавливает контроль за соблюдением законодательства о труде;

техника безопасности – система организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих людей опасных производственных факторов;

производственная санитария – система организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих людей вредных производственных факторов;

пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей;

основы энергосбережения – организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная

Репозиторий БГПУ

на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

1.2. Правовые основы и законодательные положения по охране труда и энергосбережению

Законодательство о труде – совокупность нормативных правовых актов, регулирующих общественные отношения в сфере трудовых и связанных с ними отношений. Источниками регулирования трудовых и связанных с ними отношений являются:

– Конституция Республики Беларусь;

– Трудовой кодекс Республики Беларусь и другие акты законодательства о труде;

– коллективные договоры, соглашения и иные локальные нормативные акты, заключенные и принятые в соответствии с законодательством;

– трудовой договор.

В Конституции Республики Беларусь законодательно закреплены положения условий и охраны труда.

Статья 41. Гражданам Республики Беларусь гарантируется право на труд как наиболее достойный способ самоутверждения человека, то есть право на выбор профессии, рода занятий и работы в соответствии с призванием, способностями, образованием, профессиональной подготовкой и с учетом общественных потребностей, а также на здоровые и безопасные условия труда.

Статья 45. Гражданам Республики Беларусь гарантируется право на охрану здоровья, включая бесплатное лечение в государственных учреждениях здравоохранения.

Государство создает условия доступного для всех граждан медицинского обслуживания.

Право граждан Республики Беларусь на охрану здоровья обеспечивается также развитием физической культуры и спорта, мерами по оздоровлению окружающей среды, возможностью пользования оздоровительными учреждениями, совершенствованием охраны труда.

Статья 46. Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права.

Репозиторий БГПУ

Государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды.

И Конституция, и, более подробно, Трудовой кодекс регулирует трудовые отношения рабочих и служащих с администрацией, содействуя повышению эффективности производства, укреплению трудовой дисциплины. Трудовое законодательство устанавливает основные трудовые права и обязанности рабочих и служащих, трудовую дисциплину, гарантии приема на работу. Также обязанности администрации по обеспечению здоровых и безопасных условий труда, проведению инструктажа по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда, порядок рассмотрения трудовых споров, надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда и т. д.

Локальные нормативные акты – коллективные договоры, соглашения, правила внутреннего трудового распорядка и иные принятые в установленном порядке нормативные акты, регулирующие трудовые и связанные с ними отношения у конкретного нанимателя.

Коллективный договор – локальный нормативный акт, регулирующий трудовые и социально-экономические отношения между нанимателем и работающими у него работниками.

Коллективный договор, соглашение заключаются в письменной форме, на срок, который определяют стороны, но не менее чем на один год и не более чем на три года (ст. 366, 367 Трудового кодекса (ТК)).

Трудовой договор – соглашение между работником и нанимателем (нанимателями), в соответствии с которым работник обязуется выполнять работу по определенной одной или нескольким профессиям, специальностям или должностям соответствующей квалификации согласно штатному расписанию и соблюдать внутренний трудовой распорядок. А наниматель обязуется предоставлять работнику обусловленную трудовым договором работу, обеспечивать условия труда, предусмотренные законодательством о труде, локальными нормативными актами и соглашением сторон, своевременно выплачивать работнику заработную плату.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Трудовой договор заключается в письменной форме, составляется в двух экземплярах и подписывается сторонами. Один экземпляр передается работнику, другой хранится у нанимателя (ст. 8 ТК).

Трудовой договор должен содержать в качестве обязательных следующие сведения и условия:

– данные о работнике и нанимателе, заключивших трудовой договор;

– место работы с указанием структурного подразделения, в которое работник принимается на работу;

– трудовая функция (работа по одной или нескольким профессиям, специальностям, должностям с указанием квалификации в соответствии со штатным расписанием нанимателя, функциональными обязанностями, должностной инструкцией). Наименование профессий, должностей, специальностей должно соответствовать квалификационным справочникам, утвержденным в порядке, определенном Правительством Республики Беларусь;

– основные права и обязанности работника и нанимателя;

– срок трудового договора (для срочных трудовых договоров);

– режим труда и отдыха (если он в отношении данного работника отличается от общих правил, установленных у нанимателя);

– условия оплаты труда (в том числе размер тарифной ставки (оклада) работника, доплаты, надбавки и поощрительные выплаты) (ст. 19 ТК).

При заключении трудового договора наниматель обязан потребовать, а гражданин должен предъявить нанимателю:

– паспорт или иной документ, удостоверяющий личность; документы воинского учета (для военнообязанных и лиц, подлежащих призыву на воинскую службу);

– трудовую книжку, за исключением впервые поступающего на работу и совместителей;

диплом или иной документ об образовании и профессиональной подготовке, подтверждающий наличие права на выполнение данной работы;

– направление на работу в счет брони для отдельных категорий работников в соответствии с законодательством;

– заключение медико-реабилитационной экспертной комиссии (МРЭК) о состоянии здоровья (для инвалидов);

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– декларацию о доходах и имуществе, страховое свидетельство, медицинское заключение о состоянии здоровья и другие документы о подтверждении иных обстоятельств, имеющих отношение к работе, если их предъявление предусмотрено законодательными актами.

Прием на работу без указанных документов не допускается. Запрещается требовать при заключении трудового договора документы, не предусмотренные законодательством (ст. 26 ТК).

После заключения в установленном порядке трудового договора прием на работу оформляется приказом (распоряжением) нанимателя. Приказ (распоряжение) объявляется работнику под роспись (ст. 25 ТК).

После приема на работу впервые поступившего работника, если он проработал у нанимателя свыше 5 дней, на работника заводится трудовая книжка, если работа в этой организации является для работника основной (ст. 50 ТК).

Трудовые договоры могут заключаться на:

– неопределенный срок;

– определенный срок не более 5 лет (срочный трудовой договор);

– время выполнения определенной работы;

– время выполнения обязанностей временно отсутствующего работника, за которым в соответствии с настоящим Кодексом сохраняется место работы;

– время выполнения сезонных работ.

Срочный трудовой договор заключается в случаях, когда трудовые отношения не могут быть установлены на неопределенный срок с учетом характера предстоящей работы или с условиями ее выполнения, а также в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом.

Трудовой договор на время выполнения определенной работы заключается в случаях, когда время завершения работы не может быть определено точно.

Трудовой договор на время выполнения сезонных работ заключается в случаях, когда работы в силу природных и климатических условий могут выполняться только в течение определенного сезона.

Если в трудовом договоре не оговорен срок его действия, договор считается заключенным на неопределенный срок (ст. 17 ТК).

С целью проверки соответствия работника поручаемой ему работе трудовой договор по соглашению сторон может быть заключен с условием предварительного испытания.

Срок предварительного испытания не должен превышать трех месяцев, не считая периода временной нетрудоспособности и других периодов, когда работник отсутствовал на работе.

Предварительное испытание при заключении трудового договора не устанавливается для:

– работников, не достигших 18 лет;

молодых рабочих по окончании профессионально-технических учебных заведений;

– молодых специалистов по окончании высших и средних специальных учебных заведений;

– инвалидов;

– временных и сезонных работников;

при переводе на работу в другую местность либо к другому нанимателю;

– при приеме на работу по конкурсу, по результатам выборов;

– в других случаях, предусмотренных законодательством.

Заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими 16 лет.

С письменного согласия одного из родителей (усыновителя, попечителя) трудовой договор может быть заключен с лицом, достигшим 14 лет, для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда здоровью и не нарушающего процесса обучения (ст. 21 ТК).

Правовой формой реализации права на труд учителя является трудовой договор, заключаемый непосредственно между ним и отделом образования или директором школы. Существенными условиями трудового договора с учителем является поручаемая ему учебная дисциплина, соответствующая его специальности, объем недельной нагрузки, а также возлагаемые на него дополнительные обязанности (классное руководство, заведование кабинетом и т. п.).

Большую роль в вопросах соблюдения трудового законодательства играют профсоюзные организации школ. На них возложен контроль за соблюдением порядка приема, увольнения работников, их совместительства, перевода на другую работу, а также за правильностью ведения их трудовых книжек.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Учителя, как и все трудящиеся, пользуются правом на отдых: ежедневным отдыхом, еженедельными выходными днями, праздничными днями и отпуском. Продолжительность очередного отпуска для учителей установлена 56 календарных дней.

Одно из важнейших достижений в нашей республике – создание государственной системы материального обеспечения трудящихся в старости, в случае болезни и потери трудоспособности. Осуществляется материальное обеспечение за счет страховых взносов предприятий, учреждений и организаций и дотаций за счет государственного бюджета.

Правовые основы энергосбережения изложены в Законе Республики Беларусь «Об энергосбережении», принятом в 1998 г. Их мы рассмотрим ниже.

1.3. Правила и нормы по охране труда

Для реализации права работника на охрану труда государство обеспечивает организацию охраны труда, осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства по охране труда и ответственность за нарушение требований законодательства (ст. 223 ТК).

Все правила и нормы по охране труда можно объединить в несколько групп:

– нормы и правила по технике безопасности и производственной санитарии, содержащие требования охраны труда, предъявляемые к средствам и предметам индивидуальной защиты работающих от производственных травм и профессиональных заболеваний, требования по обеспечению работающих нейтрализующими, компенсирующими и другими средствами защиты организма;

– правила, регулирующие организацию охраны труда администрацией, а также учет и расследование несчастных случаев на производстве;

– правила и нормы по специальной охране труда женщин, подростков и лиц с пониженной трудоспособностью;

– правила, регулирующие деятельность органов надзора и контроля за соблюдением правил по охране труда.

Различают республиканские (единые), межотраслевые, отраслевые правила и нормативные документы по охране

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

труда предприятий и учреждений. Единые правила распространяются на все отрасли народного хозяйства, межотраслевые – на ряд отраслей и видов производств. Отраслевые правила распространяются на отдельные отрасли.

Отраслевые правила и нормы по охране труда утверждаются министерствами и ведомствами по согласованию с профессиональными союзами и распространяются только на соответствующие предприятия и организации.

Задача отраслевых норм – уточнить уровень требований по охране труда по сравнению с едиными и межотраслевыми нормами, отражать достижения науки и техники в нашей республике, своевременно дополнять действующие правила и нормы, направленные на повышение безопасности труда.

Конкретные требования безопасной организации труда в системе образования РБ изложены в отраслевых нормативных документах по охране труда.

Нормативно-техническая документация по охране труда подразделяется на стандарты безопасности труда (государственные – ГОСТ, отраслевые – ОСТ, республиканские – РСТ, предприятий – СТП); строительные нормы и правила (СНиП); санитарные нормы и правила (СН); правила техники безопасности и производственной санитарии; инструкции, указания и руководящие технические материалы; положения, наставления, директивные и методические письма. Задача стандартизации требований безопасности труда – установление общих требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов, общих требований к производственному оборудованию и производственным процессам, к средствам защиты работающих, к методам оценки безопасности труда.

Контроль за соблюдением и внедрением стандартов осуществляют территориальные органы Госстандарта совместно с технической инспекцией труда профсоюзов, а также министерства и ведомства.

В соответствии с межотраслевыми и отраслевыми правилами по охране труда министерства и ведомства по согласованию с центральным комитетом (ЦК) соответствующего профсоюза разрабатывают и утверждают *типовые* инструкции по охране труда. Они служат основой инструкций работников, и разрабатываются администрацией учреждения, а по ее указанию – непосредственными

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

руководителями работ и утверждаются руководителем учреждения совместно с профсоюзным комитетом. Инструкции периодически пересматривают, в них вносят необходимые изменения.

Применительно к школе местная инструкция может быть общешкольной (например, инструкция по использованию киноаппаратуры) или предназначенной для отдельной мастерской (инструкция на рабочем месте при работе на сверлильном станке и т. д.). Особым видом общешкольной инструкции является план эвакуации людей и имущества на случай пожара.

В инструкциях по технике безопасности излагают конкретные правила безопасной работы, например, при работе на станках, с электрическим паяльником, при использовании проекционной и кинопроекционной аппаратуры.

Инструкции, правила и положения по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности являются основным руководством для работников. Они служат основным пособием при проведении инструктажа по безопасным приемам и методам выполнения работ, поведению работающих в производственных условиях.

Для предупреждения травм и заболеваний рабочие и служащие обязаны соблюдать инструкции по охране труда. От качества и полноты инструкции и от ее соблюдения во многом зависит профилактика травматизма.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

1.4. Охрана труда женщин и молодежи

Трудовое законодательство, закрепляя равенство мужчин и женщин в трудовых отношениях (при приеме на работу, в оплате труда), учитывая физиологические особенности женского организма, предусматривает ряд льгот для работающих женщин, повышенную охрану их здоровья.

Действующим законодательством запрещено применение труда женщин на тяжелых работах и работах с вредными условиями труда: на подземных работах, в горячих цехах, с промышленными ядами и т. д. (ст. 262 ТК).

Трудовым законодательством установлены и предельные нормы переноски и передвижения тяжестей женщинами. Предусмотрены следующие нормы предельно до-

пустимых нагрузок для женщин: при подъеме тяжестей на высоту более 1,5 м или в случаях подъема и перемещения тяжестей постоянно в течение рабочей смены предельно допустимая масса груза 10 кг, а при подъеме и перемещении тяжестей в процессе чередования с другой, более легкой, работой – 15 кг.

Согласно ст. 263 ТК запрещается привлечение к работам в ночное время, к сверхурочным работам, работам в государственные праздники и праздничные дни, работам в выходные дни и направление в служебную командировку беременных женщин и женщин, имеющих детей в возрасте до трех лет.

Женщины, имеющие детей в возрасте 3–14 лет (детей-инвалидов – до 18 лет), могут привлекаться к ночным, к сверхурочным работам, работам в государственные праздники и праздничные дни, работам в выходные дни и направляться в служебную командировку только с их согласия.

Матери, воспитывающей двоих и более детей в возрасте до 16 лет, по ее заявлению ежемесячно предоставляется один свободный от работы день с оплатой в размере и на условиях, предусмотренных в коллективном договоре.

Матери, воспитывающей троих и более детей в возрасте до 16 лет, одинокой матери, воспитывающей двоих и более детей в возрасте до 16 лет, предоставляется один свободный от работы день в неделю с оплатой в размере среднего дневного заработка в порядке и на условиях, определяемых Правительством Республики Беларусь (ст. 265 ТК).

Особое внимание в республике уделяется созданию благоприятных условий труда для молодежи, позволяющих сочетать работу с повышением общеобразовательного и культурного уровня. Несовершеннолетние (лица, не достигшие 18 лет) в трудовых правах приравниваются к совершеннолетним, а в области охраны труда пользуются рядом льгот, учитывая особенности молодого организма (ст. 272–282 ТК).

Лица моложе 18 лет принимаются на работу после предварительного медицинского осмотра и в дальнейшем повторяемого через год до 18 лет.

Для подростков до 18 лет установлена сокращенная продолжительность рабочего дня: 16–18 лет – 6 ч, 15–16 лет –

4 ч. При 5-дневной рабочей неделе продолжительность работы для 16–18-летних не должна превышать 7 ч, 15–16-летних – 5 ч.

В учебное время продолжительность рабочего дня школьников сокращается наполовину. Их запрещается привлекать к ночным и сверхурочным работам и к работам в выходные и праздничные дни, к дежурствам в нерабочее время.

Для подростков установлены предельные нормы переноски и передвижения грузов: для юношей 16–17 лет – массой 12 кг, 17–18 лет – 16,4 кг; для девушек 16–17 лет – 8 кг, 17–18 лет – 10,25 кг.

Важным элементом системы трудового обучения является общественно полезный труд учащихся. Содержание его также определяется с учетом возраста и здоровья учащихся. Главное направление их трудовой деятельности – посильное участие в производительном труде, в благоустройстве и озеленении городов и сел, в мероприятиях по охране природы, самообслуживании, сборе макулатуры и металлолома, помощи дошкольным учреждениям. Нельзя привлекать учащихся к труду, связанному с большой физической нагрузкой, не отвечающей возрасту: например, запрещается детям I–IV классов мыть полы, подросткам V–VIII классов – производить натирку полов, погрузку или разгрузку тяжестей; запрещается привлекать учащихся к труду, опасному для жизни, например, производить очистку крыши от снега, мытье и протирку осветительной арматуры и оконных стекол на любом этаже, выполнять дезинфекцию, обслуживать котельные, работать с ядохимикатами. Запрещается привлекать к работам, опасным в эпидемиологическом отношении: к уборке санузлов, умывальных комнат, мест общего пользования.

При работах на пришкольном участке ограничен объем ведер и леек: для детей 8–10 лет – не более 3 л, 11–12 лет – 4 л, 13–14 лет –6 л, 15–16 лет – 8 л. В целях предупреждения перегрузки детей и подростков на общественно полезный труд единовременно должно затрачиваться:

– учащимися I–IV классов – не более 30 мин;

– V–VIII классов – 45 мин;

– IX–XI классов – 1,5 ч.

В период производственной практики для учащихся VIII–IX классов – 16 дней по 4 ч, X класса – 20 дней по

6 ч ежедневно. Срок окончания временной работы должен быть установлен не позднее 15 августа.

1.5. Государственный надзор и общественный контроль за состоянием охраны труда

Согласно ст. 462, 463 ТК контроль за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда осуществляют:

Генеральный прокурор Республики Беларусь и подчиненные ему прокуроры в соответствии с законодательством;

– специально уполномоченные государственные органы и инспекции.

Высший надзор за точным исполнением законов о труде всеми министерствами и ведомствами, предприятиями, учреждениями и организациями и их должностными лицами возложен на Генерального прокурора республики.

К специальным органам и инспекциям относятся: Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору, Министерство труда и социальной защиты населения, Государственный санитарный надзор, Государственный пожарный надзор, Государственный технический надзор, Государственная автомобильная инспекция и др.

Министерства и ведомства осуществляют внутриведомственный контроль за соблюдением законодательства о труде в подведомственных им предприятиях, учреждениях, организациях.

Внутриведомственный контроль осуществляется подразделениями охраны труда, а также должностными лицами в областных, городских, районных отделах образования по подчиненным им учреждениям. Этот вид контроля имеет существенное значение, поскольку вся полнота ответственности за обеспечение здоровых и безопасных условий труда в учреждениях и в учебных заведениях возложена на административно-хозяйственные организации.

Общественный контроль за соблюдением трудового законодательства, правил и норм по технике безопасности

и производственной санитарии возложен и на профессиональные союзы и их организации на местах. Осуществляют общественный контроль по линии профсоюзов технические инспекции труда центральных комитетов и советов профсоюзов.

Технические инспекции труда проводят работу по надзору и контролю за соблюдением законодательства о труде и правил по охране труда, обследуют предприятия, организации, учреждения. С этой целью технические инспектора имеют право в любое время их посещать, а также выдавать администрации обязательные для исполнения предписания об устранении нарушений законодательства о труде и правил по охране труда; запрещать работы, если при проверке выявлены нарушения, и разрешать возобновление работы только после устранения указанных нарушений; ставить перед президиумом комитета профсоюза вопрос о приостановлении работы отдельных цехов и предприятий, не отвечающих требованиям безопасности труда. Кроме этого, технические инспектора следят за правильностью применения «Положения о расследовании и учете несчастных случаев»; выносят представления об освобождении от занимаемых должностей или наложении взысканий на лиц, допустивших нарушения правил по охране труда; контролируют выполнение соглашений по охране труда и комплексных планов улучшения условий охраны труда; налагают в установленном порядке на должностные лица штрафы за нарушение законодательства о труде и правил по охране труда.

Общественный контроль за состоянием охраны труда в школах осуществляют профсоюзные комитеты через комиссии по охране труда. Общественный инспектор по охране труда имеет большие права: он может посещать в любое время классы, кабинеты, мастерские; требовать от администрации необходимые документы и объяснения; давать обязательные предписания. От его работы во многом зависит состояние охраны труда в школе.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

1.6. Понятие о ступенчатой системе административно-общественного контроля за охраной труда в школе

В целях более четкой организации охраны труда и соблюдения техники безопасности в школах существует ступенчатая система контроля:

I ступень. Лаборант ежедневно до начала занятий проверяет состояние рабочих мест учащихся, газовых и водяных коммуникаций, электропитания и электрооборудования и выявляет отклонения от правил по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.

Недостатки, которые могут быть устранены сразу, ликвидируются немедленно, остальные записываются в журнал учета состояния охраны труда в кабинете. Лаборант докладывает о них учителю.

II ступень. Учитель, заведующий кабинетом один раз в неделю проводит тщательный осмотр помещений кабинета и лаборантской для выявления недостатков в организации охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности, не замеченных лаборантом. Ежедневно проверяет записи лаборанта о выявленных нарушениях правил по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности и о принятых мерах по устранению этих нарушений. Проводит внеплановый инструктаж в случае нарушения лаборантом и учащимися правил техники безопасности. Учитель также следит за правильным использованием лаборантом средств индивидуальной защиты во время работы. Проводит инструктаж по технике безопасности с учащимися и лаборантом в установленные сроки. На основании выявленных нарушений делает предписания лаборанту с указанием срока исполнения. Разрабатывает план профилактических мероприятий по охране труда и технике безопасности и вносит предложения администрации по улучшению условий труда.

III ступень. Заведующий учебной частью (завуч), заведующий хозяйственной частью (завхоз) не реже одного раза в квартал проводят проверку состояния охраны труда и техники безопасности во всех учебных помещениях школы. Результаты проверки обсуждаются на педсоветах, где раз-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

рабатываются меры по устранению отмеченных недостатков и дальнейшему улучшению условий труда учителей и обслуживающего персонала, созданию безопасных условий работы учащихся.

IV ступень. Директор школы, председатель профсоюзной организации один раз в квартал проводят проверку состояния охраны труда и техники безопасности во всех помещениях и на территории школы. По результатам проверки проводят совещание с участием учителей, заведующего учебной частью и заведующего хозяйственной частью. На совещании заслушивают отчет о выполнении соглашения и предписаний по охране труда, обсуждают происшедшие несчастные случаи и намечают конкретные меры по исключению повторения подобных случаев и составляют акт по результатам проверки.

1.7. Ответственность работников школы за нарушение законодательства о труде и правил по охране труда

Должностные лица, виновные в нарушении законодательства о труде и правил по охране труда, в невыполнении соглашений и коллективных договоров или препятствующие деятельности профсоюзов, несут дисциплинарную, административную и уголовную ответственность (ст. 465 ТК).

Дисциплинарная ответственность. Состоит в наложении на виновных администрацией (оформляется приказом руководителя организации) следующих взысканий: замечание (постановка на вид), выговор, увольнение (ст. 198 ТК).

Административная ответственность. За совершение административных правонарушений могут применяться различные административные взыскания, например письменное предупреждение, штраф, лишение специальных прав, предоставленных данному гражданину (права управления транспортным средством, права охоты и др.), исправительные работы и т. п.

Уголовная ответственность. Предусматривается за нарушение правил техники безопасности, производственной санитарии и трудового законодательства, если нарушение повлекло или могло повлечь за собой несчастный случай

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

или другие тяжкие последствия. Мера наказания определяется в зависимости от тяжести преступления и определяется судом.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

2.1. Обязанности администрации и учебно-педагогического персонала

В своей деятельности по созданию и обеспечению здоровых и безопасных условий труда и проведению учебных занятий учреждения системы образования руководствуются законами РБ, указами Президента РБ, положениями об организации работы по охране труда в системе образования.

Руководство и ответственность за общее состояние охраны труда в учреждениях системы образования возлагается на их руководителя (ректора, директора школы), который:

– является ответственным за организацию и проведение учебного процесса в соответствии с действующими нормами и правилами по технике безопасности и производственной санитарии;

– осуществляет выполнение приказов органов образования, правил, инструкций, предписаний и решений технической, пожарной и санитарной инспекций по вопросам охраны труда и технике безопасности;

– обеспечивает учебное заведение инструкциями, плакатами и другими нормативными документами по технике безопасности;

– ежегодно заключает с профсоюзным комитетом соглашения по охране труда и проводит ежеквартальную проверку выполнения мероприятий по охране труда с составлением акта;

– заслушивает отчеты ответственных лиц за состояние охраны труда и принимает необходимые меры к устранению имеющихся недостатков;

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– ставит на обсуждение педсовета вопросы организации работы по охране труда и обеспечивает создание безопасных и здоровых условий для учебы и труда;

– организует расследование несчастных случаев, связанных с учебным процессом и производством;

организует семинары по обучению и повышению квалификации сотрудников в области охраны труда и действующего трудового законодательства;

– проводит (на рабочем месте) инструктаж персонала по технике безопасности, а также инструктирует каждого вновь прибывшего работника, оформляя проведенный инструктаж в журнале;

– организует ежегодные проверки состояния защитного заземления и периодические проверки состояния изоляции электрических сетей согласно соответствующим Правилам;

– своевременно организует осмотры и ремонт зданий учебного заведения;

– осуществляет систематический контроль за исправностью водопровода, газопровода, канализации;

– организует безопасное хранение на складах и хранилищах топлива, горюче-смазочных материалов, оборудования и сырья.

Директор школы в соответствии с трудовым законодательством, правилами внутреннего трудового распорядка и Уставом школы возлагает на подчиненных ему работников круг конкретных обязанностей по охране труда в школе.

Заместитель директора школы по учебной работе (завуч) организует и контролирует выполнение мероприятий по созданию безопасных и здоровых условий обучения учащихся; отвечает за правильную организацию учебно-воспитательного процесса в школе, осуществляет контроль за постановкой этой работы.

Организатор внеклассной и внешкольной воспитательной работы ведет внеклассную и внешкольную работу и направляет общественно-полезный труд учащихся, инструктирует классных руководителей, учителей, воспитателей, принимает необходимые меры для охраны жизни и здоровья учащихся.

Заместитель директора школы по хозяйственной части осуществляет непосредственное руководство производственно-хозяйственными подразделениями по созданию и обеспечению здоровых и безопасных условий труда и про-

РЕПОЗИТОРИЙ ВГУ

ведению учебных занятий, выполнению ими мероприятий по охране труда. Обеспечивает учебные помещения оборудованием и пожарным инвентарем, организует работы по эксплуатации и содержанию школьного здания, территории школы и несет ответственность за пожарную безопасность в школе.

Заведующий кабинетом, лабораторией, мастерской, руководитель кружка:

– принимает необходимые меры для создания здоровых и безопасных условий проведения занятий;

обеспечивает выполнение действующих правил и инструкций по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности;

– проводит занятия и работы при наличии соответствующего оборудования и других условий, предусмотренных правилами и нормами по охране труда;

обеспечивает безопасное состояние рабочих мест, оборудования, приборов, инструментов и санитарное состояние помещений;

– проводит инструктаж учащихся по технике безопасности с соответствующим оформлением инструктажа в классном журнале;

– разрабатывает мероприятия по технике безопасности для включения их в план и соглашение по охране труда;

– не допускает учащихся к проведению работы или занятиям без предусмотренной спецодежды и защитных приспособлений;

немедленно извещает директора школы о каждом несчастном случае;

– отвечает за несчастные случаи, происшедшие в результате невыполнения возложенных на него обязанностей;

– приостанавливает проведение работы или занятий, сопряженных с опасностью для жизни, и докладывает об этом директору школы.

Обязанности учителей, воспитателей и других работников школ и учреждений по соблюдению требований охраны труда и действующего трудового законодательства определяются директором с учетом правил и инструкций.

Учителя, воспитатели:

– несут ответственность за несоблюдение санитарно-гигиенического режима и безопасных условий учебы и работы;

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– обеспечивают надзор за безопасным состоянием и эксплуатацией оборудования, приборов, инструментов и санитарным состоянием помещений;

– проводят (на рабочем месте) инструктаж по технике безопасности каждого учащегося при проведении работ, связанных с учебно-воспитательным процессом, с оформлением проведенного инструктажа в журнале;

– ставят в известность директора школы о происшедшем несчастном случае, связанном с проведением учебно-воспитательного процесса.

Работа администрации школы по соблюдению всех законоположений по охране труда должна вестись в тесном контакте с профсоюзной организацией.

Для управления охраной труда необходимо:

– планирование работ по охране труда;

– организация и координация работ в области охраны труда;

– учет и анализ состояния охраны труда;

– контроль за состоянием охраны труда;

– стимулирование работы по охране труда.

Целью этой работы является улучшение условий труда и учебы школьников, и достигается это за счет:

– обучения учащихся и учителей безопасности труда;

– обеспечения безопасности в кабинетах и лабораториях;

– нормализации санитарно-гигиенических условий труда;

– обеспечения школьников средствами индивидуальной защиты;

– обеспечения режимов труда и охраны труда;

– обеспечения безопасности учебного и производственного оборудования.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

2.2. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда и энергосберегающих мероприятий

Планируют работы по охране труда на **пятилетие** – перспективное планирование, на **год** – текущее и на **квартал, месяц, декаду** – оперативное планирование.

Планирование и финансирование мероприятий по охране труда осуществляется на основе директивных и нор-

мативных документов. Одним из основных документов для этого является комплексный план улучшения условий труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, являющихся частью плана экономического и социального развития организации на пятилетку.

Планированию мероприятий по охране труда предшествует работа по проведению паспортизации состояния охраны труда на всех рабочих местах учащихся, включая классы, мастерские, пришкольный участок и т. д. С этой целью создают аттестационные комиссии из числа работников школы, которые выявляют узкие места.

С целью успешного осуществления задач по улучшению и оздоровлению условий труда профсоюзные комитеты заключают соглашение по охране труда с администрацией. В этих соглашениях указываются конкретные мероприятия по охране труда, их стоимость, сроки исполнения, а также ответственные за эти работы лица.

Выполнение соглашения контролируется с помощью ежеквартальных проверок, оформляемых специальным актом, который подписывают председатель профкома и представитель администрации.

Произведенные расходы подтверждают справкой за подписью главного бухгалтера.

Финансирование мероприятий по охране труда производится за счет ассигнований по смете, если мероприятия не носят капитального характера; в обратном случае средствами будут являться специальные капиталовложения, выделяемые районным исполнительным комитетом.

Денежные средства и материальные ресурсы, предназначенные для осуществления мероприятий по охране труда, не разрешается использовать на другие цели и должны быть освоены полностью и своевременно.

Комплексные планы по улучшению условий охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, соглашения по охране труда служат основными документами в работе администрации и профсоюзных органов по созданию здоровых и безопасных условий труда в системе образования.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

2.3. Обучение охране труда школьников и студентов

Со всеми, студентами, школьниками, учителями, преподавателями, обслуживающим персоналом в соответствии с законодательством проводят инструктаж по охране труда и технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.

В соответствии с указаниями о проведении инструктажа и обучения охране труда, технике безопасности и производственной санитарии в учебных заведениях, предприятиях, учреждениях и организациях системы среднего образования РБ инструктажи проводят в виде:

- вводного инструктажа;
- первичного инструктажа на рабочем месте;
- повторного (периодического) инструктажа;
- внепланового инструктажа;
- текущего (целевого) инструктажа;
- повседневного инструктажа;
- курсового обучения;
- массовой пропаганды правил охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии.

Вводный инструктаж. Проводят в виде лекций-бесед в рабочее время лица, ответственные за охрану труда (инженер по технике безопасности, заведующий кабинетом, кафедрой).

Цель инструктажа – ознакомление учащихся, студентов с общими правилами охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии, с правилами внутреннего распорядка, поведения на территории учебного заведения, с вопросами профилактики производственного травматизма, организацией работы в учебном заведении по охране труда.

Программу вводного инструктажа разрабатывают с учетом требований системы стандартов безопасности труда (ССБТ), местных условий и специфики работы организации или учебного заведения.

Как примерная, может быть рекомендована программа, состоящая из следующих разделов:

- общие сведения об учебном заведении;

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– законодательство об охране труда (основные постановления правительства, правила внутреннего трудового распорядка, охрана труда подростков);

– техника безопасности (основные опасные производственные факторы и причины несчастных случаев);

– производственная санитария (основные мероприятия по улучшению условий обучения и труда в мастерских, кабинетах, лабораториях; освещение, защита от шума);

– основы правильной организации рабочего места (чистота, размещение приборов, инструмента, материалов, изделий);

– электробезопасность;

– требования к приборам, оборудованию, инструменту;

– средства индивидуальной защиты (спецодежда, средства защиты рук, головы, глаз, лица, органов дыхания, защиты от шума), порядок выдачи и хранения; требования к средствам защиты ССБТ;

– пожарная безопасность (стандарты ССБТ, правила и инструкции по пожарной безопасности, причины пожаров, первичные средства тушения пожаров);

– оказания первой помощи пострадавшему (механические травмы, электротравмы, травмы глаз).

При проведении вводного инструктажа необходимо максимально использовать современные технические средства обучения (ТСО), наглядные пособия (плакаты, схемы, модели, макеты, диапозитивы, диафильмы, видеофильмы), поясняющие безопасные методы и приемы труда.

После проведения вводного инструктажа проверяют уровень усвоения основного изложенного материала.

Организацию проведения вводных инструктажей фиксируют в специальном журнале, хранящемся в кабинете или лаборатории. В нем ставят свои подписи лица, проводящие инструктаж. В школе факт проведения инструктажа фиксируется учителем в классном учебном журнале.

Первичный инструктаж. Проводят на рабочем месте с учащимися и студентами учителя школы, преподаватели соответствующих дисциплин вуза.

Цель инструктажа – ознакомление учащихся, студентов с требованиями безопасности при выполнении конкретной работы. Проводят инструктаж индивидуально с каждым учащимся (студентом), сотрудником в виде беседы и с практическим показом безопасных приемов и ме-

тодов работы. Во время инструктажа знакомят с технологией выполняемого процесса, приборами, механизмами, их опасными зонами, предохранительными приспособлениями и ограждениями, с организацией и порядком содержания рабочего места, с порядком подготовки к работе. С безопасными приемами и методами работ, с действиями при возникновении опасных ситуаций и причинами производственного травматизма при выполнении данной работы, средствами индивидуальной защиты и правилами пользования ими, с правилами электробезопасности, мерами предупреждения пожаров, местами расположения средств пожаротушения и сигнализации.

Инструктаж на рабочем месте сопровождается показом правильных приемов работы.

Инструктируемый должен быть ознакомлен с инструкцией, соответствующей виду работ с учетом специфических особенностей и местных условий, требований стандартов ССБТ. Эта инструкция выдается на руки работающему человеку под расписку.

Инструктирующий проверяет далее степень усвоения правил безопасности и, убедившись в том, что обучающийся усвоил основные требования по охране труда, допускает его к самостоятельной работе, оформляя должным образом проведенный инструктаж в классном журнале.

Первичный инструктаж допускается проводить с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится по программе, которая учитывает особенности производства (выполняемых работ) и требований нормативно-правовых актов (документов) по охране труда или по инструкциям данного рабочего места.

Повторный (периодический) инструктаж. Проводят с теми же лицами и примерно в том же объеме, что и инструктаж на рабочем месте.

Цель инструктажа – напоминание о безопасных приемах и методах работы, повторение и закрепление правил и инструктажей по охране труда. Проводиться он может как индивидуально, так и с группой учащихся, студентов одинаковой специальности, а заканчиваться инструктаж должен опросом инструктируемых.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Периодичность его проведения устанавливает руководитель учреждения. Однако срок этот доложен быть не более полугода, а в ряде случаев и чаще.

Внеплановый инструктаж. Проводится после несчастного случая или при нарушении работающими людьми правил по охране труда. При фиксировании в журнале инструктажей указывают причину его проведения.

Текущий (целевой) инструктаж. Проводится с работниками и учащимися, выполняющими задания повышенной сложности и опасности, на которые должен оформляться наряд-допуск.

Повседневный инструктаж. Проводится с учащимися при изучении тем разных учебных дисциплин, и его содержание определяется программой по предмету.

Цель инструктажа – ознакомление обучающихся с безопасными приемами выполнения порученной работы. Повседневный инструктаж должен быть конкретным, кратким, сопровождаться в необходимых случаях показом учителем правильных и безопасных приемов выполнения работы (например, лабораторной). Этот инструктаж не фиксируется в журнале инструктажей, но содержание его желательно поместить в методических указаниях по выполнению данной практической работы. Если инструктируемый что-либо не понял, он должен обратиться к преподавателю.

В системе образования проводится обучение предмету охрана труда с последующей аттестацией инспекторов школ, руководителей и их заместителей, заведующих лабораториями и кабинетами, учителей труда, физики, химии, биологии, физкультуры.

Большую помощь в проведении инструктажа и пропаганде безопасных методов труда оказывают кабинеты охраны труда.

При обучении охране труда следует шире использовать непосредственно на рабочих местах наглядную агитацию.

2.4. Классификация, расследование и учет несчастных случаев

Все виды производственных процессов, осуществляемых человеком, можно условно разделить на три кате-

гории: совершенно безопасные, относительно безопасные и опасные работы.

Происшествие, приведшее к травме в течение непродолжительного времени (часто мгновенно) без умышленного действия (или бездействия) пострадавшего или других людей, называется **несчастным случаем.**

Каждый происшедший несчастный случай необходимо тщательно расследовать, квалифицировать (причина возникновения, характер, последствия) и учесть. Расследование проводится с целью установить упущения в организации работ: технике, технологии производства, – для последующего устранения недостатков и принятия надлежащих мер к виновнику несчастного случая (виновником может быть и сам пострадавший).

Порядок расследования несчастных случаев зависит от их вида: несчастный случай на производстве, в быту и несчастный случай, связанный с работой.

Несчастные случаи на производстве – случаи, происшедшие с учащимися, студентами, с работающими на территории школы, вуза, предприятия; вне территории, если *работа выполнялась по заданию администрации; в пути* следования к месту работы на транспорте, представленном организацией; в течение рабочего времени, включая установленные перерывы. А также при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни; а также в результате острых отравлений, тепловых ударов, обморожения, происшедших на производстве.

Несчастные случаи, связанные с работой – случаи, происшедшие при: выполнении государственных и общественных обязанностей; следовании на работу и с работы на личном и общественном транспорте; участии в спортивных тренировках и соревнованиях; утрате трудоспособности в связи с выполнением донорских функций, в командировках.

Несчастный случай, происшедший вне территории предприятия, вне рабочего времени и не во время движения на работу или с работы, считается ***бытовым.***

К случаям, не связанным с производством, относятся несчастные случаи, которые произошли: при спортивных играх на территории школы в незапланированное время и без преподавателя; при изготовлении каких-либо предметов в личных целях; при самовольном использовании в личных целях транспортных средств, оборудования: хищении материалов; в результате опьянения и др.

Расследование несчастных случаев (кроме групповых и со смертельным исходом) проводится уполномоченным представителем руководителя учреждения образования с участием уполномоченного представителя профсоюза, специалиста по охране труда (лица, на которое возложены обязанности специалиста по охране труда) учреждения образования.

Расследование несчастного случая должно быть проведено в срок не более пяти рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертизы и получения других документов.

После завершения расследования несчастного случая уполномоченный представитель руководителя учреждения образования с участием лиц, принимавших участие в расследовании, оформляет акт о несчастном случае с обучающимся или воспитанником, получившим травму, формы Н-2 в трех экземплярах.

Руководитель учреждения образования в течение одного рабочего дня после окончания расследования рассматривает документы расследования, утверждает акт формы Н-2 и регистрирует его в журнале регистрации несчастных случаев с обучающимися или воспитанниками, получившими травму.

Руководитель учреждения образования направляет по одному экземпляру акта формы Н-2: обучающемуся или воспитаннику, получившему травму, вышестоящей организации (по подчиненности), специалисту по охране труда (лицу, на которое возложены обязанности специалиста по охране труда) учреждения образования с документами расследования в 3-дневный срок после их утверждения, а также другим заинтересованным лицам по их требованию.

Акт формы Н-2 с документами расследования хранится в течение 20 лет в учреждении образования, в котором взят на учет несчастный случай.

Несчастный случай, происшедший с обучающимся или воспитанником, получившим травму, но не вызвавший повреждения здоровья, учитывается руководителем учреждения образования в журнале регистрации микротравм.

Несчастный случай с обучающимся или воспитанником, направленным руководителем учреждения образования в другое учреждение образования, расследуется руководителем учреждения образования, где произошел

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

несчастный случай; обязательно участие уполномоченного представителя учреждения образования, направившего обучающегося или воспитанника.

Акт формы Н-2 утверждает и учитывает руководитель учреждения образования, направивший обучающегося или воспитанника, получившего травму.

Специальному расследованию подлежат групповые несчастные случаи, происшедшие одновременно с двумя и более обучающимися или воспитанниками, а также несчастные случаи со смертельным исходом.

О таких несчастных случаях руководитель учреждения образования сообщает:

– прокуратуре и отделу внутренних дел по месту, где произошел несчастный случай;

– вышестоящей организации (по подчиненности);

– профсоюзной организации.

Специальное расследование несчастного случая проводит уполномоченный представитель вышестоящей организации (по подчиненности) с участием уполномоченного представителя учреждения образования, специалиста по охране труда и представителя профсоюза учреждения образования, где произошел несчастный случай. Расследование проводится в срок не более 10 дней со дня получения сообщения о происшествии.

По результатам специального расследования уполномоченным представителем вышестоящей организации составляется и подписывается соглашение о несчастном случае.

В соответствие с заключением руководитель учреждения образования в течение одного рабочего дня составляет и утверждает акт формы Н-2 на каждого обучающегося или воспитанника, получившего травму.

По окончании специального расследования уполномоченный представитель вышестоящей организации (по подчиненности) направляет документы специального расследования в прокуратуру, руководителю учреждения образования, где произошел несчастный случай, и в другие организации по их требованию.

Руководитель учреждения образования в 5-дневный срок после получения документов специального расследования издает приказ о проведении мероприятий по устранению причин несчастного случая и о привлечении к ответственности виновных лиц.

О принятом решении по результатам рассмотрения представленных документов специального расследования органы прокуратуры сообщают уполномоченному представителю вышестоящей организации и руководителю учреждения образования, где произошел несчастный случай.

2.5. Причины травматизма и общие мероприятия по его предупреждению

Анализ причин травматизма показывает, что большинство несчастных случаев связано с нарушением правил эксплуатации оборудования, установок, приборов; отсутствием должного контроля со стороны органов образования, руководителей учреждений за созданием здоровых и безопасных условий труда в классах, кабинетах, мастерских, при занятиях общественно полезным трудом, производительным трудом и на уроках физической культуры; привлечением к работе с учащимися плохо обученного в области охраны труда учебно-педагогического персонала, в результате нарушения трудовой и производственной дисциплины.

Большое количество учащихся получают травмы в дорожно-транспортных происшествиях, при пожарах, во время купаний, перевозке их на транспорте, не приспособленном для этих целей.

Причиной ряда травм являются опасные производственные факторы и вредные производственные факторы. Совокупность этих факторов создает производственную опасность. Состояние условий труда, при котором отсутствует производственная опасность, определяет безопасность труда.

Государственная организация стандартизации (ГОСТ) подразделяет опасные и вредные производственные факторы по природе действия на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

В производственных условиях, как правило, действует комплекс вредных и опасных условий труда.

Необходимо различать ***травмирующий фактор и причину несчастного случая.*** Травмирующий фактор непосредственно вызывает травму, а причиной несчастного случая считают результат нарушения стандартов, правил или инструкций по охране труда. Несчастный случай может про-

изойти вследствие различных причин: технических, санитарно-гигиенических, организационных, психологических и физиологических, а также из-за отсутствия средств индивидуальной защиты (спецодежды, спецобуви, очков, масок) или небрежного обращения с индивидуальными защитными средствами.

Причины несчастных случаев в школьных лабораториях, кабинетах, мастерских условно можно разделить на две группы: 1) не по вине учащихся, студентов; 2) зависящие от них.

К первым относятся:

недостаточный инструктаж административно-педагогического персонала по охране труда и технике безопасности, невнимательное, небрежное отношение учителей к обучению школьников безопасным приемам работы, недостатки в организации групповой работы, недостаточный контроль за соблюдением инструкций по охране труда и технике безопасности;

допуск администрацией, учителями к занятиям школьников, не прошедших инструктаж по охране труда;

– нарушение администрацией и учителями режима работы и отдыха обучающихся, санитарных и строительных норм, невыполнение действующих законоположений, правил, норм, инструкций;

– несвоевременное и неквалифицированное расследование причин несчастных случаев;

– технические причины: отсутствие ограждающих устройств, неисправность или отсутствие сигнализационных и блокирующих систем, неисправность оборудования, приспособлений и др.

Ко вторым относятся:

– недисциплинированность обучающегося (невыполнение указаний, распоряжений учителя);

– нарушение учеником требований и инструкций по охране труда;

– психологические и физиологические причины: недостаточное внимание, ослабление памяти, болезнь, утомление, связанные с ослабленным самоконтролем учащихся своей деятельности.

Для анализа производственного травматизма и профессиональных заболеваний применяют различные методы. *Статистический метод* позволяет определить количествен-

ные параметры травматизма и их динамику. Для этого используют:

– коэффициент частоты $K_ч$ – количество несчастных случаев на 1000 работающих за отчетный период:

$$K_ч = \frac{1000n}{c},$$

где n – число учитываемых несчастных случаев за отчетный период; c – среднесписочное количество работающих за тот же период;

– коэффициент травматизма тяжести $K_т$ – средняя длительность временной нетрудоспособности, приходящаяся на один несчастный случай:

$$K_т = \frac{T}{П}$$

где T – суммарное количество дней временной нетрудоспособности по несчастным случаям, подлежащих учету за отчетный период; $П$ – количество травм.

Возрастание $K_ч$ и $K_т$ рассматривают как результат неудовлетворительной работы по охране труда. По этим параметрам можно вычислить показатель общего травматизма $K_{общ}$, определяющий количество дней нетрудоспособности на 1000 работающих:

$$K_{общ} = K_ч \quad K_т$$

Монографический метод анализа производственного травматизма заключается в детальном исследовании всего комплекса условий, при которых произошел несчастный случай; трудового процесса, оборудования, индивидуальных средств защиты, производственной обстановки.

Общие мероприятия по предупреждению травматизма состоят из ***организационно-технических***, ***общесанитарных*** и ***индивидуально-защитных.***

Организационно-технические мероприятия по предупреждению травматизма состоят из мероприятий по ***предупреждению несчастных случаев*** и мероприятий, ***предупреждающих заболевания на производстве***, а также улучшающих общие условия труда.

К мероприятиям по ***предупреждению несчастных случаев*** в школах относятся:

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– постоянный четырехступенчатый административно-общественный контроль за состоянием охраны труда (лаборант, учитель, заведующий кабинетом, директор школы);

– ведение журналов: инструктажей, периодических осмотров оборудования, заземления, контроля изоляции и т. д.;

– составление актов о проведенных испытаниях для возможности дальнейшей эксплуатации средств защиты, приборов, инструментов, оборудования;

– обеспечение необходимой технической документацией;

– анализ случаев травматизма прошедшего года с целью исключения их повторения в будущем;

– ограждение опасной зоны и предупреждение попадания в нее человека;

– использование автоматических устройств, отключающих механизмы при нахождении человека или части его тела в опасной зоне;

– использование сигнальных устройств, которые, в случае появления опасных нарушений в работе техники, автоматически отключают ее;

– осуществление автоматической светозвуковой сигнализации, обеспечивающей безопасные условия работы;

– изготовление и применение знаков безопасности.

К ***мероприятиям по предупреждению заболеваний*** относятся:

– проведение предварительного медицинского освидетельствования поступающих на работу и проведение периодических осмотров учащихся, студентов, учителей и лаборантов;

– содержание рабочих и бытовых помещений в надлежащем санитарном состоянии;

– своевременный ремонт оборудования и зданий;

– улучшение работы медпунктов;

– устройство совершенной вентиляции.

Мероприятиями по общему улучшению условий учебы и труда являются:

– улучшение естественного и искусственного освещения;

– утепление полов, устройство тепловых завес в зданиях;

– оборудование мест и площадок, выделенных для производственной гимнастики, физкультурно-оздоровительной работы;

– обеспечение инструкциями по технике безопасности и производственной санитарии;

– проведение занятий по охране труда и проверке знаний в этой области среди учебно-вспомогательного персонала.

К ***общесанитарным*** мероприятиям относятся:

– установление рационального режима труда и отдыха;

– медицинское обслуживание учащихся и учителей;

– оборудование санитарно-бытовых помещений;

– оборудование рабочих мест аптечками.

Индивидуально-защитные мероприятия состоят в следующем:

– обеспечение при необходимости специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты;

– обеспечение инструкциями и памятками по технике безопасности;

индивидуальное обучение правилам безопасности работников школы и выдача им удостоверений;

– проведение инструктажей, бесед, лекций, курсов по охране труда;

– обеспечение рабочих мест плакатами по безопасности труда.

2.6. Пропаганда безопасных методов обучения

Цель пропаганды требований охраны труда – внедрение в учебно-воспитательный процесс современных средств техники безопасности, создание на каждом рабочем месте условий для производительного и безопасного труда.

Для этого разрабатывают памятки и инструкции по охране труда и технике безопасности, используют различные плакаты, предупредительные надписи, создают кабинеты и уголки по охране труда. Эффективность этой работы во многом зависит от знаний и инициативы учителя.

Инструкции и памятки бывают двух видов: одни предназначены для выдачи на руки учащимся, другие для ознакомления на рабочих местах. В них кратко изложены требования правил труда и техники безопасности по отдельным видам работ и профессиям.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Главными организующими центрами охраны труда в учреждениях системы образования должны стать кабинеты охраны труда. Наряду с кабинетом охраны труда целесообразно в учебных кабинетах организовать уголки охраны труда.

Большое значение в борьбе с травматизмом имеют различные формы агитационно-массовой работы по охране труда: общественные смотры охраны труда, конкурсы, лекции, беседы, совещания, массовые рейды, взаимные проверки, обследования, экскурсии в другие учреждения и на специальные тематические выставки. Эти формы особенно эффективны тогда, когда к их выполнению привлекают самих учащихся.

3 ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ КАБИНЕТНОЙ СИСТЕМЫ В ШКОЛЕ

3.1. Санитарно-гигиенические требования к кабинетам и лабораториям

Обеспечение здоровых и безопасных условий учебы и работы учащихся во многом зависит от размеров помещений, санитарно-гигиенических условий в них, размещения и типа лабораторной мебели. Основные требования:

– помещения должны быть светлыми и теплыми с ровными нескользкими полами без выбоин и щелей;

– поверхности стен, потолков, дверей должны быть гладкими и матовыми;

– радиаторы и трубопроводы отопительной и водопроводной систем оборудованы диэлектрическим (деревянным) ограждением;

– рабочие места за первыми и вторыми столами в любом ряду кабинета необходимо отводить школьникам со значительным снижением остроты слуха;

– школьникам с пониженной остротой зрения следует предоставлять места в первом ряду от окна; учащимся,

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

склонным к простудным заболеваниям, наоборот, – места, расположенные дальше от окон;

– в целях профилактики искривления позвоночника и косоглазия – школьников, сидящих в крайних рядах, целесообразно менять местами каждую четверть;

– все рабочие места, проходы и помещения должны быть хорошо освещены. Освещение должно быть равномерным, не создавать резких теней, изменений яркости и блесткости в поле зрения работающих, а также контрастов между освещенным рабочим местом и окружающей обстановкой;

– световой поток солнечного света должен падать с левой стороны от учащегося. Для улучшения естественной освещенности нельзя расставлять на подоконниках цветы, стекла окон необходимо очищать от пыли и грязи 3–4 раза в год снаружи и не менее 1–2 раза в месяц изнутри. При глубине учебных помещений более 6 м обязательно устройство правостороннего подсвета;

– для обеспечения нормального воздушно-теплового режима запрещено оклеивать и забивать фрамуги и форточки. Открывающаяся площадь фрамуг или форточек должна составлять не менее 1/50 площади помещения.

3.2. Нормативные площади кабинетов, лабораторий, лаборантских комнат

Помещения должны быть светлыми, сухими и теплыми, с ровными и нескользкими полами; радиаторы и трубопроводы отопительной и водопроводной систем оборудованы диэлектрическим (деревянным) ограждением.

Площадь кабинетов (лабораторий) должна быть в пределах 54–72 м^2 (например, кабинеты физики, химии, биологии в средней школе до 66 м^2.), лаборантской – 16 м^2, высота помещений – 3,3 м. Лаборантскую следует располагать в смежной с кабинетом комнате со стороны классной доски и соединять дверями с кабинетом и коридором. Учебные кабинеты гуманитарного цикла и кабинеты начальных классов располагаются в помещениях площадью не менее 50 м^2 при ширине учебных помещений 6 м.

Очень важен вопрос, как размещать кабинеты по этажам школьных зданий. Требования к размещению кабине-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

тов, а также отдельных групп учебных помещений следующие:

– кабинеты для учащихся I–IV классов объединяются в учебные секции по 5–6 помещений, в зависимости от количества классов в школе, и размещаются на первом или не выше второго этажа;

– учебная секция для трудового обучения располагается на первом этаже в отдельном блоке или секции;

– кабинеты для изучения основ наук размещаются по возрастному и предметному принципу.

Условия осуществления учебного процесса в одноименных или родственных кабинетах требуют их расположения вблизи друг от друга с лаборантской комнатой между ними. Внутренний вход в лаборантскую комнату предусматривает переход из одного кабинета в другой.

Кабинеты для учащихся смежных классов размещаются на одном этаже. Например:

– I этаж – начальные классы и помещения, используемые всеми учащимися (учебные мастерские, школьный технический центр, физкультурный зал, столовая, медпункт);

– II этаж – учебные кабинеты для V–VIII классов;

– III этаж – кабинеты для IX–XI классов.

Кабинеты (лаборатории) оборудуют лабораторными столами (ГОСТ 11015-77) и стульями (ГОСТ 11016-77).

Расстановка мебели в кабинетах (лабораториях) должна обеспечивать оптимальную величину проходов, расстояний от доски до первого и последнего ряда столов.

3.2.1. Требования, предъявляемые к кабинетам, оборудованным техническими средствами обучения

Рассмотрим основные гигиенические требования, которые следует учитывать при оснащении учебных кабинетов аппаратурой ТСО и проведении уроков с использованием аудиовизуальных средств обучения.

Большое внимание уделяется установке в кабинете аппаратуры и экрана. Проекционная аппаратура помещается, как правило, на подставках высотой 1,5 м. При этом оптическая ось проекционной аппаратуры должна быть перпендикулярна экрану или отклоняться от нормали к его поверхности не более чем на 10°. Это позволяет получать

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

на экране прямоугольную форму проекции, что не приводит к искажению изображения.

Используя удлиненные кронштейны крепления экрана на стене, можно добиться определенного угла наклона его, при котором будут выполняться вышеприведенные требования.

Расстояние от центра экрана до пола составляет: в кабинетах начальных классов – 1,1–1,5 м; в кабинетах V–XI классов – 1,5 м; в актовом зале – 2 м.

Для демонстрации экранных пособий наиболее приемлемы стандартные диффузионно-рассеивающие переносные киноэкраны типа ЭБМ-С (экран бело-матовый сворачиваемый), ЭНБ-С (экран, направленный белый сворачиваемый), обеспечивающие высокий коэффициент отражения – до 0,85. Нельзя допускать проекцию изображения на стену кабинета, так как это значительно ухудшает качество изображения и отрицательно сказывается на зрении учащихся. Экраны направленного действия (дневные экраны на просвет) также не рекомендуются для использования в школах.

В настоящее время школам поставляется проекционная аппаратура, которую можно применять в незатемненном или частично затемненном помещении.

Важно правильно установить телевизор в учебном кабинете. Размещают телевизоры на высоте чуть выше уровня голов сидящих зрителей (на 12 см). Чтобы рассчитать высоту установки телевизора для разных возрастных групп учащихся, можно воспользоваться таблицей 3.2.1.

Если в кабинете один телевизор, то на время приема телепередачи он устанавливается перед средним рядом ученических столов в кабинете. Для этой цели используется подставка-тележка.

Таблица 3.2.1

Расчет высоты установки телевизора в классе

Возраст	**7–9 лет**	**10–14 лет**	**15–17 лет**
Класс	**I–IV**	**V–IX**	**X–XI(XII)**
Высота от пола до уровня глаз сидящего зрителя	85 см	100 см	115 см
Высота установки телевизора	97 см	112 см	127 см

При наличии двух телевизоров их располагают или по углам передней части кабинета, или один – перед тремя-четырьмя рядами первых столов, другой – перед тремя рядами последних столов.

Максимальное удаление зрителя от телевизора должно равняться 12-кратной ширине его экрана, минимальное – 3-кратной ширине. Например, при использовании телевизора "Горизонт" с диагональю кинескопа 63 см оптимальное расстояние для просмотра учебных телепередач составляет 1,5–6 м от экрана телевизора. Во время просмотра телепередач естественное и искусственное освещение не должно попадать непосредственно на экран телевизора.

Долгие годы общеобразовательные школы оснащались аппаратурой с низкими световыми потоками. При работе с такой аппаратурой необходимо обеспечить затемнение в учебных кабинетах и, что особенно важно, правильно им пользоваться. Нельзя допускать даже отдельных случаев, когда учащиеся почти весь урок проводят при закрытых шторах и искусственном освещении. Зашторивание окон следует производить только на период демонстрации экранных пособий.

Вредно сказываются на зрении частые и резкие переходы от темноты к свету при демонстрации отдельных кадров диафильма или серии диапозитивов, так как резкая смена освещения, заставляя глаза часто адаптироваться, приводит к утомлению зрения учащихся. Переход от затемненного помещения к освещенному и наоборот должен быть плавным, что достигается постепенным включением электроосвещения в кабинете (сначала включается один ряд ламп, затем остальные) или постепенным действием механизма зашторивания окон.

Дистанционное управление зашториванием в кабинетах должно быть бесшумным, чтобы не отвлекать внимание учащихся и не раздражать их слуховой аппарат.

Наличие экранно-звуковых средств и аппаратуры позволяет учителю все чаще обращаться к ним на уроке. Совершенствуется и методика их применения. И все же нельзя не ограничивать длительность и частоту использования технических средств на одном уроке.

Гигиенисты определили допустимую продолжительность демонстрации экранных пособий, предназначенных для работы на уроке с учащимися разного возраста, которая приведена в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Допустимая продолжительность демонстрации экранных пособий

Класс	Максимальная длительность просмотра (в минутах)		
	диафильмов, диапозитив	кинофильмов	телепередач
I–II	7–15	15–20	15
III–IV	15–20	15–20	20
V–VII	20–25	20–25	20–25
VIII–XI	20–25	25–30	25–35

Это предельные нормативы, и они допускаются лишь при условии, что в течение недели количество уроков с применением технических средств обучения в младших классах не превышает 3–4, в старших – 4–6.

В практике работы учителя чаще прибегают к использованию экранно-звуковых средств, поэтому длительность их просмотра на уроке должна быть значительно ниже указанной в таблице 3.2.2.

Количество демонстрируемых на уроке кадров диафильма или серии диапозитивов зависит от их содержания и дидактической цели их применения. Но практика показала, что на одном уроке целесообразно показывать не более 10–15 кадров.

Приведенные нормативы длительности и частоты просмотра экранных пособий ориентировочны. Важно помнить, что одно и то же пособие у опытного учителя станет средством активизации учебного процесса, а у неподготовленного может усложнить проведение урока и вызвать переутомление у школьников.

Наблюдения за эффективностью уроков с применением аудиовизуальных средств показывают, что при правильной организации работы учащиеся хорошо усваивают учебный материал. Но для сохранения благотворного уровня работоспособности учащихся и обеспечения эффективности использования ТСО (так же как и при проведении урока вообще) необходимо своевременно менять содержание методов и приемов учебной работы. При однообразной структуре урока, несмотря на интересную передачу, учащиеся быстро устают, так как утомительно в течение всего урока заниматься одним и тем же видом деятельности: только смотреть, только слушать или только писать. Даже старшеклассники не обладают еще достаточными на-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

выками слушать и записывать лекции без обратной связи с педагогом.

Технические средства обучения желательно применять через 5–10 мин. после начала урока. Для сохранения высокой учебной активности и благоприятного уровня функционального состояния центральной нервной системы на уроках с применением телевидения, необходим постепенный переход от обычных форм преподавания к комбинированным при тесном контакте: "ведущий телевидения – учащиеся – учитель"

При использовании ТСО важное значение имеет и дозировка уроков с их применением. В течение недели количество уроков с применением ТСО для учащихся младших классов не должно превышать 3–4, старших классов – 4–6.

При составлении расписания уроков необходимо предусмотреть, чтобы уроки с использованием экрана не шли один за другим. Или вслед за уроками с применением ТСО не ставились уроки изобразительного искусства, черчения, труда, т. е. уроки, связанные со значительным зрительным напряжением, так как у учащихся после уроков с применением экранных пособий значительно снижается работоспособность и учебная активность.

Соблюдение перечисленных рекомендаций по организации учебного процесса с использованием технических средств обучения должно способствовать сохранению оптимального уровня работоспособности и функционального состояния организма учащихся на протяжении всех учебных занятий в школе.

3.2.2. Требования, предъявляемые к кабинетам, оборудованным средствами вычислительной техники

Перед работой учащихся на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ) с ними следует провести инструктаж по ознакомлению с правилами работы в кабинете вычислительной техники, с требованиями безопасности и гигиены труда и занести это в специальный журнал.

Учащиеся в целях снижения напряжения зрительного анализатора при работе на ЭВМ должны соблюдать оптимальное расстояние глаз до экрана ЭВМ, составляющее 50–70 см.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Минимальное допустимое расстояние от глаз ученика до экрана должно быть 50 см. Несоблюдение этого требования вызывает излишнюю нагрузку на нервную и сердечно-сосудистую системы, приводит к стрессовым ситуациям.

Дело усугубляется и тем, что отечественные дисплеи выпускались без защитных свинцовых стенок, поглощающих излучения разного рода. Отсутствие же на экранах антибликового слоя может привести к костно-мышечным патологиям.

Потому гигиеническими нормативами ограничиваются занятия с дисплеями (видеотерминалами) третьего класса (типа класс учебной вычислительной техники, КУВТ, "Ямаха" "Корвет") суммарной еженедельной длительностью для IX–XI классов – 20 мин, VII–VIII 15 мин, V–VI – 10 мин.

Некоторые персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ), используемые в общеобразовательных школах, снабжены профессиональными дисплеями (например, IBM, Pentium и др.). По большинству параметров они соответствуют существующим нормативам. Еженедельная суммарная длительность работы за такими дисплеями существенно выше. Например, 180 мин для учащихся X–XI классов, 60 мин для учащихся V–VI классов, при ограничении непрерывной длительности работы с ЭВМ 15–25 мин.

3.2.3. Воздействия, оказываемые компьютерной техникой на здоровье человека

Длительное сидение за компьютером приводит к деформации психики человека. Особенно если делается это в ущерб прогулке, чтению, общению с друзьями. Очень опасная вещь – компьютерная зависимость. Ученик становится замкнутым, необщительным, завышается самооценка личности. Ученику, овладевшему компьютером, кажется, что он познал все, и никакая физика с математикой, а тем более русский с географией, теперь совсем ни к чему. Здесь же, в виртуальной реальности, ощущение непосредственного участия в процессе может привести к нарушению психики – ребенок с неустойчивой нервной системой может потерять ориентацию в пространстве и во времени. Установлено, что наиболее утомительны для людей игры, рассчитанные главным образом на быстроту реак-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ции. Компьютерные игры провоцируют эмоциональное перевозбуждение, агрессию, от них устают гораздо быстрее, чем от обучающих программ. Очень важно сформировать у ученика правильное отношение к компьютеру, следить за тем, в какие игры привык играть подросток, объяснить, что компьютер – лишь средство более глубокого изучения других предметов.

Светящийся, нередко мерцающий экран, недостаточная четкость изображения вызывает утомление глаз. При длительной работе глаза теряют способность к аккомодации, т.е. быстрому наведению на резкость. Поэтому чрезмерные компьютерные увлечения могут привести к развитию близорукости.

Долгое сидение в одной позе вызывает нарушение осанки. Гиподинамия не лучший фактор в развитии личности. Неизменное положение при работе за компьютером приводит к усталости организма. При чтении книги человек, сам того не замечая, каждые несколько минут меняет положение – и свое, и книги. Такая смена поз и положения книги дает возможность отдохнуть мышцам и глазам. При неподвижном экране пользователь лишен этой возможности, поэтому при чтении с экрана монитора очень скоро начинается ощущение дискомфорта. Кроме того, длительное снижение двигательной активности снижает физические способности организма и устойчивость к болезням.

Дисплей компьютера является источником электромагнитного излучения. И это действительно серьезная проблема. Как следствие регулярной работы с компьютером без применения защитных средств: заболевания органов зрения (60% пользователей); болезни сердечно-сосудистой системы (60%); заболевания кишечно-желудочного тракта (40%); кожные заболевания (10%); онкология. Безусловно, потенциальная опасность для детей гораздо выше, особенно осторожными с компьютерами врачи рекомендуют быть детям, юношам, женщинам. Организм вынужден тратить энергию на защиту от электромагнитного фона, оставляя меньше сил на защиту от вирусов.

Допустимый уровень излучения согласно ТСО-99 (известная шведская профсоюзная организация, посвятившая себя борьбе за здоровье пользователей. Ее название в первую очередь ассоциируется с мониторами: все уважающие себя фирмы-производители приводят соответствие своей

продукции тому или иному стандарту ТСО) не должен превосходить 5000 нанограей в час.

При работе за монитором на основе жидко-кристаллических элементов, исчезают такие вредные факторы, как: электромагнитное излучение, электростатическая пыль, блики, отсутствие мерцания. Поэтому продолжительность работы за такими мониторами может значительно увеличиться.

При работе в тесном контакте с принтером пользователь рискует засорить свои дыхательные пути обильно выбрасываемой принтером пылью. ТСО-99 предписывает ограничить максимальную концентрацию пыли в воздухе вокруг работающего в обычном режиме принтера до 0,150 мг на кубометр и рекомендует сократить этот предел до 0,075 мг.

Каждый, кто работал с лазерным принтером, знаком с характерным запахом озона, возникающим при его работе. В больших количествах этот газ может негативно сказываться на дыхательных органах пользователя, поэтому максимальный объем эмиссии ограничен 0,02 мг на кубометр.

Акустический шум издают все принтеры, особенно матричные. Поэтому ТСО-99 предписывает сертифицируемым устройством работать с громкостью, не превышающей 40–50 дБ.

3.3. Параметры микроклимата. Нормирование метеорологических условий

Оптимальные условия воздушной среды являются важным фактором сохранения здоровья и работоспособности человека. Неблагоприятные изменения воздуха могут вызвать значительные нарушения в организме: перегревание или переохлаждение тела, гипоксию, возникновение инфекционных и других заболеваний, снижение работоспособности.

При комплексной гигиенической оценке воздуха учитываются:

– ***физические свойства*** – температура, влажность, скорость и направление движения воздуха, его охлаждающая способность, атмосферное давление, электрическое состояние (ионизация), уровень солнечной радиации и радиоактивности;

РЕПОЗИТОРИЙ БГМУ

– ***химический состав*** – постоянные составные части воздуха и посторонние газы;

– ***механические примеси в воздухе*** – пыль, дым, сажа и пр.;

– ***бактериальная загрязненность*** – наличие микробов в воздухе.

Вся совокупность перечисленных физико-химических и биологических свойств образует понятие микроклимата.

На самочувствие и работоспособность школьников наибольшее влияние оказывают температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти параметры нормируются так: температура воздуха в классе должна быть 18–19 °С, в физкультурном зале – 16–17 °С; относительная влажность воздуха в учебных помещениях должна быть 40–60%, в теплое время года возможно ее увеличение до 75% (оптимум – 50–60%). Скорость движения воздуха должна составлять 0,2–0,5 м/с в холодное и переходное время года и 0,5–1,5 м/с в теплое время года. (Ощущать воздушные потоки человек начинает при скорости воздуха 0,15 м/с.)

Электрическое состояние воздуха сильно влияет на работоспособность. В воздухе в нормальных условиях находятся положительно и отрицательно заряженные частички – называемые аэроны (аэроионы). Отрицательные аэроны улучшают самочувствие, повышают работоспособность, а тяжелые, положительные, действуют угнетающе. Обычно, по мере пребывания людей в помещении, легкие аэроны, оседая на частицах пыли и капельках влаги, превращаются в тяжелые, т. е. постепенно количество легких аэронов в воздухе закрытого помещения падает, а тяжелых – растет.

Поэтому в классах, особенно компьютерных, необходимо устанавливать аэронизаторы (люстра Чижевского).

Чем вызвано такое строгое нормирование температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха? Дело в том, что именно эти физические свойства воздуха сказываются, в первую очередь, на деятельности системы терморегуляции. По мере пребывания людей в помещении, температура и относительная влажность воздуха повышаются (было замечено, что если не следить за температурой, то к концу урока она повышается на 2–3 °С, к концу учебного дня на 5–6 °С). Естественно, что повышение температуры вызывает напряжение системы терморегуля-

ции и получается, что много сил тратится не на полезную работу (усвоение учебного материала), а на борьбу с неблагоприятными условиями внешней среды. В силу этого необходим постоянный контроль за температурой и влажностью воздуха: желательно, чтобы каждый класс или кабинет были снабжены термометром и прибором для определения относительной влажности воздуха (психрометром или гигрометром).

3.4. Загрязнение воздушной среды помещений

Воздух учебных помещений загрязняется пылью, газами, выделяющимися при работе оборудования, неправильной эксплуатации тепловых аппаратов, при некоторых технологических процессах и химических реакциях парами различных веществ, продуктами обмена веществ человека.

Среди загрязнений воздушной среды встречаются как ядовитые, так и неядовитые вещества.

Ядовитые (токсичные) вещества нарушают нормальную жизнедеятельность организма, приводят к временным и хроническим патологическим изменениям его. Работа с такими веществами учащимся запрещена. Однако и неядовитые вещества при длительном воздействии, особенно при больших концентрациях, могут стать причиной различных заболеваний, например кожных, болезней легких и т. п.

К ядовитым газовым примесям в атмосферном воздухе относятся: оксид углерода (угарный газ), сероводород, аммиак, выхлопные газы автомобилей и тракторов и др.

Оксид углерода (CO) образуется при неполном сгорании топлива, при преждевременном закрытии печной задвижки и опасен тем, что он соединяется с гемоглобином крови в 250–300 раз быстрее кислорода. Кровь, насыщенная оксидом углерода, перестает усваивать кислород, и человек погибает от его недостатка.

Сероводород (H_2S) вызывает нарушение внутритканевого дыхания: ткани перестают усваивать кислород.

Аммиак (NH_3) (обладает характерным запахом) вызывает сильное раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз.

Выхлопные газы двигателей опасны из-за присутствия в них больших концентраций угарного газа в смеси с другими ядовитыми компонентами.

По мере пребывания людей в помещении в воздухе появляются и накапливаются летучие продукты обмена веществ человека, обладающие неприятными запахами (запах пота и продуктов его разложения, соединения аммиака, летучие соли жирных кислот, соединения скатонала, индонала – все то, что делает воздух, как говорят, "спертым"). Эти летучие продукты получили название "антропотоксины" и они, в первую очередь, оказывают неблагоприятное влияние на самочувствие и работоспособность человека. При длительном пребывании в такой атмосфере у человека начинает болеть голова, ухудшается внимание, появляется сонливость, апатия, может появиться тошнота (вплоть до рвоты), иногда бывают обмороки.

3.5. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ

ПДК – максимальная концентрация вредного вещества в единице объема, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченно продолжительного времени не вызывает в организме каких-либо патологических отклонений, а также неблагоприятных наследственных изменений у потомства.

В настоящее время утверждены предельно допустимые концентрации около 1000 веществ.

3.6. Вентиляция, кондиционирование, воздушно-тепловой режим

Вентиляция. Для поддержания в учебно-производственных и вспомогательных помещениях нормального, отвечающего гигиеническим требованиям, состава воздуха, удаления из них вредных газов, паров и пыли используют вентиляцию.

Вентиляция – это регулируемый воздухообмен в помещении. По способу перемещения воздуха в помещении раз-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

личают естественную и механическую вентиляцию. Возможно и сочетание их – смешанная вентиляция. Естественная вентиляция подразделяется на аэрацию и проветривание. Механическая вентиляция в зависимости от направления движения воздушных потоков может быть вытяжной (отсасывающей), приточной (нагнетательной) и приточно-вытяжной. Если вентиляция происходит во всем помещении, то ее называют общеобменной. Вентиляция, сосредоточенная в какой-либо зоне (на объекте загрязнения среды), называется местной (локализующей). По времени действия вентиляция делится на постоянно действующую и аварийную.

При естественной вентиляции воздух поступает в помещение и удаляется из него вследствие разности температур, а также под воздействием ветра.

Аэрация – это организованная естественная вентиляция, выполняющая роль общеобменной вентиляции. Преимуществами ее являются простота и экономичность в сочетании с возможностью проветривания больших объемов помещений, а недостатками – невозможность подогрева, увлажнения и обеспыливания поступающего воздуха, ограничение возможности при использовании в холодный период года для локального проветривания.

Механическая вентиляция осуществляется вентиляторами, забирающими воздух из мест, где он чист, и направляющими его к любому рабочему месту или оборудованию, а также удаляющему его из любых мест. При механической вентиляции воздух можно обработать: подогреть, увлажнить или подсушить, обеспылить, а также очистить перед выбросом в атмосферу.

Приточная вентиляция обеспечивает только подачу чистого воздуха. Вытяжная вентиляция предназначена для удаления воздуха из вентилируемого помещения. Приточно-вытяжную вентиляцию применяют в тех помещениях, где требуется повышенный и особо надежный обмен воздуха.

Кабинеты и мастерские, независимо от наличия вентиляционных устройств, должны иметь в оконных проемах открывающиеся фрамуги или другие устройства для проветривания.

Кондиционирование. Системой кондиционирования называют совокупность технических средств, служащих для приготовления, перемещения и распределения воздуха, а

также для автоматического регулирования его параметров. Кондиционирование широко используют для поддержания комфортных условий в зоне пребывания людей. Системы кондиционирования включают средства для очистки от пыли, для нагрева, охлаждения и увлажнения воздуха, автоматического регулирования его параметров, контроля и управления.

Нужно правильно пользоваться кондиционерами:

– жара на улице 30–40 °С и прохладная струя из кондиционера в помещении создает условия для возникновения воспаления легких;

система кондиционирования больших помещений может представлять угрозу переноса вирусных инфекций по всему зданию;

– обработка воздуха в кондиционерах лишает его одного из важных компонентов, а именно аэронов;

– при пользовании кондиционерами важно следить за влажностью воздуха.

3.7. Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение

Хорошее освещение рабочих мест – одно из важнейших требований охраны труда. Большое значение нормальная освещенность имеет для учебных заведений, где около 90% получаемой обучающимися информации воспринимается с помощью зрения.

При недостаточном освещении зрительное восприятие снижается, развивается близорукость, появляются болезни глаз и головные боли. Из-за постоянного напряжения зрения наступает зрительное утомление. При недостаточном освещении работающий наклоняется к оборудованию, вследствие чего возрастает опасность несчастного случая. Постоянный перевод взгляда с достаточно освещенного предмета на плохо освещенный вызывает профессиональную болезнь – *нистагм*. Длительная работа при высокой освещенности может привести к *светобоязни* – повышенной чувствительности глаз к свету с характерным слезотечением, воспалением слизистой оболочки или роговицы глаза.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Обычно применяют три вида освещения: ***естественное***, ***искусственное*** и ***смешанное.***

Естественное освещение, создаваемое природным источником света, имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность и оказывает сильное воздействие на психику человека. Освещенность помещений естественным светом зависит от светового климата данной местности, ориентации окон, качества и содержания оконных стекол, окраски стен, глубины помещения, размеров световой поверхности окон, а также предметов, закрывающих свет.

При недостаточном естественном освещении устраивают ***искусственное освещение***, которое подразделяется на *общее*, *местное* и *комбинированное*. ***Общее*** освещение обеспечивает освещенность всего учебного помещения, ***местное*** обеспечивает освещенность рабочих мест, столов и т. д., ***комбинированное*** освещение – это сочетание общего и местного освещения.

Для повышения освещенности (за счет отраженного света) стены, потолки, полы окрашивают в светлые тона: потолки – в белый цвет, верхние части стен – в серый, голубой, нижние – в коричневый, серый, синий, темно-зеленый. Кроме того, нужно учитывать, что все окружающие нас цвета подразделяются на ахроматические (белый, черный, все оттенки серого) и хроматические (все остальные цвета и оттенки).

Хроматические цвета характеризуются тремя величинами: цветовым тоном, который определяется длиной волны, измеряемой в нанометрах (1 нм = 10^{-9} м), насыщенностью (приближение цвета к чистому спектральному тону), яркостью, оцениваемой коэффициентом отражения.

Все цветовые тона объединяют в три группы (участки спектра). Участки спектра цвета:

– длинноволновые – от 760 до 590 нм: красный, оранжевый;

– средневолновые – от 590 до 500 нм: желтый, зеленый;

– коротковолновые – от 500 до 380 нм: голубой, синий, фиолетовый.

Цвета, входящие в длинноволновый участок спектра, вызывают возбуждение, повышенную подвижность, но приводят к быстрому утомлению. Цвета, входящие в коротковолновый участок, оказывают успокаивающее дей-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ствие. Цвета, входящие в средневолновый участок спектра, наиболее благоприятно влияют на состояние человека, снижают утомляемость.

Кроме того красный оранжевый и желтый цвета принято называть теплыми цветами (они ассоциируются с нагретыми телами), а фиолетовый, синий, голубой и зеленый, напоминающие цвет воды, льда, – холодными.

При выборе окраски стен помещения нужно учитывать его освещение. При применении ламп накаливания теплые цвета выглядят чистыми, насыщенными, а холодные серыми и грязными. При применении люминесцентых ламп наблюдается наиболее правильная цветопередача.

3.8. Электробезопасность. Действие электрического тока на организм человека

Под ***электробезопасностью*** понимают систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. В результате термического воздействия вызывается разогрев организма, возникают ожоги тела; в результате электролитического воздействия разлагается кровь и другие органические жидкости в организме. Биологическое воздействие проявляется в возбуждении тканей и непроизвольном судорожном сокращении мышц.

Действие электрического тока на организм человека может быть ***местным*** (электротравма) и ***общим*** (электрический удар).

Электротравмы бывают следующих видов: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия, механические повреждения. При электрическом ударе нарушаются основные физиологические процессы в организме человека.

Ожоги бывают контактные и дуговые. Они возникают в установках с относительно небольшими напряжениями.

При металлизации кожи в ее верхние слои проникают мельчайшие частички металла, расплавившиеся под действием электрической дуги. Электроофтальмия — воспаление глаз вследствие воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей.

Причиной механических повреждений служат резкие судорожные сокращения мышц под действием тока.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются: *род тока* (переменный ток опаснее постоянного); *сила тока*, протекающего через тело человека; *продолжительность действия тока*; *частота переменного тока; путь прохождения тока* через тело человека; *состояние помещения*, в котором эксплуатируется электрооборудование; *площадь контакта человека с токоведущими частями.*

Значение силы электрического тока, проходящего через организм человека, зависит от напряжения, под которым находится человек, и от сопротивления тела человека.

Сопротивление тела человека не постоянно, оно колеблется очень в широких пределах. Так, по данным исследователей, сопротивление сухой кожи может быть от 3000 до 100000 Ом, а влажной снижается до 1000 Ом и меньше.

Учитывая, что большинство поражений электрическим током происходит при напряжении 220, 380 В, а пробой кожи происходит уже при напряжении 40—50 В, в качестве безопасного принято напряжение переменного тока в 42 В (а в особо опасных помещениях и условиях — 12 В) и эквивалентного ему по безопасности постоянного тока в 110 В.

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока при значениях 0,6—1,5 мА и 5—7 мА — при постоянном токе (пороговый ощутимый ток). При токе до 10 мА и частоте 50 Гц ощущается раздражающее действие тока, сопровождаемое судорожными сокращениями мышц. При 10—15 мА боль становится очень сильной, а человек из-за непроизвольного сокращения мышц самостоятельно отпустить провод с током не может. При токе 25—50 мА затрудняется дыхание, а при токе более 50 мА и вплоть до 100 мА нарушается и работа сердца при одновременном параличе дыхания. Ток в 100 мА при частоте 50 Гц и выше считают смертельным для человека.

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

Длительность прохождения тока через организм человека существенно влияет на исход поражения: чем продолжительнее действие тока, тем больше вероятность тяжелого и смертельного исхода. Наступление фибрилляции (беспорядочное сокращение) и остановка сердца происходят при продолжительности воздействия тока более 0,8 с или при совпадении времени прохождения тока с фазой кардиологического цикла. Опасность поражения от переменного тока достигает максимума при частотах 50–200 Гц.

Ток от 200000 Гц и выше безопасен. Переменный ток примерно в 4–5 раз опаснее постоянного.

Наиболее опасен путь тока вдоль оси тела или путь, лежащий через жизненно важные органы: сердце, легкие, мозг. Установлено, что здоровые и физически крепкие люди легче переносят электрические удары, чем больные и ослабленные.

Вероятность электротравмы во многом определяется видом помещений, которые по степени опасности поражений электрическим током делятся на особо опасные, с повышенной опасностью и без повышенной опасности.

Школьные кабинеты и лаборатории относятся к помещениям без повышенной опасности.

Основные причины электротравматизма следующие:

– случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, в результате проведения работ вблизи или на этих частях (сверление дрелью, пробивание отверстий и т. п.);

– неисправность защитных средств, которыми пострадавший прикасался к токоведущим частям;

– ошибочное принятие находящегося под напряжением оборудования как отключенного;

– неожиданное появление напряжения из-за повреждения изоляции;

– возникновение токового напряжения на поверхности земли в результате замыкания фазного провода на землю, неисправностей в устройствах заземления или зануления.

В последнем из названных случаев человек, оказавшийся в зоне растекания тока по земле, попадает под напряжение, называемое *шаговым*, которое вблизи провода достигает опасных значений. Шаговое напряжение зависит от расстояния между точками соприкосновения человека с землей. Для обеспечения безопасности уходить от упавше-

го провода следует мелкими шагами (менее длины ступни). На расстоянии 20 м от упавшего провода напряжение, как правило, уменьшается до нуля.

3.9. Обеспечение электробезопасности в кабинетах и лабораториях

Большинство технических средств, применяемых в общеобразовательных школах, рассчитано на сеть переменного тока чаще всего с напряжением 220 В. Это требует неукоснительного соблюдения всех правил электробезопасности.

Перед включением аппарата в сеть необходимо убедиться в исправности плавких предохранителей и соответствия их силе тока, напряжению сети, на которое рассчитан аппарат. Несоблюдение этого правила может не только вывести из строя аппарат, но и быть причиной пожарной ситуации.

Нельзя включать в сеть аппараты со снятыми фальшпанелями, задними крышками, ибо это открывает доступ учителю и учащимся к деталям, находящимся под высоким напряжением (например, в телевизорах это напряжение составляет несколько тысяч и даже несколько десятков тысяч вольт).

Кроме того, снятие надолго крышек с аппаратов приводит к их загрязнению, которое может нарушить нормальную работу кинематических и электрических частей устройств.

При возникновении неисправностей аппаратуры в процессе ее работы, приступать к ремонту можно только после отключения от сети. При замене проекционной лампы следует подождать, пока лампа остынет.

Аппаратуру необходимо обязательно заземлить, соблюдая при этом установленные правила.

Заземлением называют преднамеренное электрическое соединение с землей с помощью проводника сопротивлением менее 4 Ом металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением. При наличии защитного заземления напряжение на корпусе будет значительно меньше фазного, и ток через человека будет безопасен.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ

Заземление бывает естественным и искусственным. К естественному заземлению относятся металлические конструкции зданий и сооружений, соединенные с землей, а также проложенные в земле неизолированные металлические трубопроводы. В качестве искусственного заземления обычно используют вертикально забитые в землю стальные трубы, уголковую сталь, металлические стержни. Сопротивление заземления должно быть меньше 4 Ом.

Соединяют заземление с частями электроустановок (технических средств обучения) при помощи заземляющих проводников. В электроустановках до 1000 В сечение заземляющих проводников должно быть не менее 4 мм^2.

Строго запрещается заземлять электрические приборы и технические средства обучения на батареи парового отопления или водопроводные трубы. Мало того, что в момент прикосновения к ним ничего не подозревающий человек может быть травмирован, наличие блуждающих токов в металле вызывает сильную электрическую коррозию.

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью заземление выполняют путем металлического соединения корпуса прибора электроприемника с нулевым, заземленным проводом сети. Этот способ заземления называют занулением. Другими словами, ***защитное зануление*** – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным (заземленным) проводом металлических частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением. Смысл зануления состоит в том, что оно превращает замыкание фазы на корпус в однофазное короткое замыкание, в результате которого срабатывает максимальная токовая защита (перегорает предохранитель), отключая поврежденный участок сети. Для увеличения безопасности нулевой провод заземляют в нескольких точках.

Защитное отключение – наиболее совершенный способ защиты от появления опасного напряжения на конструктивных частях оборудования. С помощью специального автомата оно обеспечивает мгновенное отключение поврежденной установки при возникновении на корпусах опасных напряжений.

При самодельном изготовлении в школе всевозможных технических средств (контролирующих устройств, электрифицированных макетов, схем.) нужно строго следить за

тем, чтобы на гнезда, клеммы, всевозможные штепселя и штекеры не подавалось сетевое напряжение.

Напряжение, подаваемое на открытые элементы всевозможных незаземленных устройств, по правилам техники безопасности не должно превышать 42 В переменного тока или 110 В постоянного. Передают переменный ток через специальный понижающий трансформатор.

3.9.1. Оказание доврачебной помощи

В общеобразовательных школах, других учебных заведениях, в наших домах и квартирах напряжение электрической сети равно 127 или 220 В. Эту сеть в соответствии с определенной классификацией, к сожалению, часто называют низковольтной и поэтому некоторые ошибочно считают ее безопасной. Однако практика показывает, что именно в таких сетях и происходит наибольшее количество несчастных случаев. При прохождении через тело человека электрический ток может вызвать ожоги, обморок, судороги, прекращение дыхания и даже смерть. Поэтому каждому учителю надо не только хорошо знать и соблюдать правила эксплуатации всевозможных электрических установок (ТСО, приборов и т. п.), но и уметь правильно оказать первую помощь пострадавшему от электрического тока.

Учащегося, попавшего под напряжение, надо немедленно освободить от действия электрического тока. Для этого необходимо отключить потребитель электрического тока с помощью ближайшего штепсельного разъема, выключателя (рубильника) или путем вывертывания пробок (плавких предохранителей) на щитке.

Если выключатель находится слишком далеко от места происшествия, следует перерезать или перерубить провода (каждый провод отдельно) топором или другим режущим инструментом с сухой рукояткой из изолирующего материала. Если рукоятка металлическая, то, во избежание контакта оказывающего помощь с цепью электрического тока, надо обернуть ее чистой сухой шелковой, шерстяной, хлопчатобумажной или прорезиненной тканью.

Если невозможно быстро разорвать цепь электрического тока, то надо оттащить пострадавшего от провода или отбросить сухой палкой или другим предметом из изоля-

ционного материала оборвавшийся конец провода от пострадавшего. Пострадавший сам при этом является проводником электрического тока, поэтому следует соблюдать все меры предосторожности. Для этого надо надеть резиновые перчатки или обернуть руки сухой тканью, подложить под ноги изолирующий предмет (резиновый коврик, сухую доску или, в крайнем случае, свернутую сухую одежду). Отделять пострадавшего от провода следует за концы его одежды, не прикасаясь к открытым частям тела. Делать это рекомендуется одной рукой.

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока надо немедленно, до прибытия врача, оказать меры первой помощи. Эти меры зависят от состояния пострадавшего.

Чтобы определить это, необходимо сразу уложить его на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду, проверить по подъему грудной клетки дыхание, наличие пульса (на лучевой артерии у запястья или сонной артерии на шее), состояние глазного зрачка (узкий или широкий). Широкий неподвижный зрачок указывает на отсутствие кровообращения в мозгу (0,5 см в диаметре и более).

Определить состояние пострадавшего надо в течение 15–20 с. Если пострадавший в сознании, но до того был в обмороке или продолжительное время находился под действием электрического тока, то ему необходимо обеспечить полный покой до прибытия врача и дальнейшее наблюдение в течение 2–3 ч. Если нельзя быстро вызвать врача, то надо срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение при помощи транспортных средств или носилок.

При тяжелом состоянии или отсутствии сознания надо вызвать скорую помощь на место происшествия.

Нельзя позволять пострадавшему двигаться: отсутствие тяжелых симптомов после поражения не исключает возможности последующего ухудшения его состояния.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но дышит, то его надо удобно уложить, создать приток свежего воздуха, растирать и согревать тело. При очень редком и поверхностном или, наоборот, судорожном дыхании, как у умирающего, пострадавшему надо немедленно делать искусственное дыхание.

При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи налево для удаления

рвотных масс. Когда пострадавший придет в сознание ему следует дать выпить 15–20 капель валерьянки и горячий чай. При этом ему нельзя позволять двигаться до прибытия врача.

Даже при отсутствии признаков жизни (дыхания, сердцебиения, пульса) нельзя считать пострадавшего мертвым. Смерть в первые минуты после поражения кажущаяся. Пораженному может угрожать наступление действительной смерти в том случае, если ему немедленно не будет оказана помощь в виде искусственного дыхания с одновременным массажем сердца.

При правильном проведении искусственного дыхания и наружного массажа сердца у пострадавшего появляются следующие признаки оживления: улучшается цвет лица – оно приобретает розовый оттенок вместо сероземлистого с синеватым оттенком, который был до оказания помощи, появляются самостоятельные дыхательные движения, которые становятся более равномерными по мере продолжения мероприятий по оживлению, сужаются зрачки.

Меры по оживлению пострадавшего надо проводить непрерывно до тех пор, пока не будут достигнуты положительные результаты или не прибудет врач.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

4 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ГИГИЕНА ТРУДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ В УЧЕБНЫХ КАБИНЕТАХ И ЛАБОРАТОРИЯХ

4.1. Обязанности учителя и учащихся при подготовке и проведении демонстрационных опытов и лабораторных работ

При их подготовке и проведении нужно придерживаться следующих правил:

демонстрационные опыты и лабораторные занятия должны быть тщательно продуманы учителем в отношении мер безопасности, а при их проведении учитель обязан показывать пример точного соблюдения правил техники безопасности;

– все опыты, предназначенные к проведению учащимися, должны быть предварительно проделаны учителем;

– вход посторонним лицам в кабинет во время проведения практических занятий запрещается;

– перед проведением учащимися эксперимента учитель обязан проинструктировать их о порядке проведения данного опыта для предупреждения возможных несчастных случаев;

– к практическим работам допускаются учащиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности;

– практические работы в кабинете (лаборатории) проводятся только в присутствии учителя или лаборанта, или руководителя кружка, под их руководством и постоянным наблюдением за действиями учеников, за выполнением ими работ в строгом соответствии с правилами по технике безопасности;

– перед началом практических занятий в кабинете проверяется исправность всего оборудования. В случае обнаружения каких-либо неисправностей, могущих создать повышенную опасность, работа в кабинете не проводится до устранения этих неисправностей;

– перед работой необходимо тщательно ознакомиться с описаниями приборов и, прежде чем включить прибор в

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

сеть, проверить, соответствует ли напряжение в сети тому, на которое рассчитан прибор;

– используемые приборы должны быть исправны, отрегулированы, содержаться в чистоте и регулярно проверяться;

– корпуса приборов, где это необходимо, должны заземляться;

– приборы на демонстрационном столе следует размещать таким образом, чтобы во время опытов исключить всякую возможность попадания отлетевших деталей в учащихся, для чего следует применять защитные экраны из органического стекла;

– для проведения определенного рода опытов и их демонстраций необходимо иметь специальные подставки. Использовать вместо них случайные предметы (учебники, сумки учеников и т. д.) запрещается;

– во время проведения опыта на демонстрационном столе не должно быть никаких посторонних предметов;

– при проведении лабораторных работ или демонстраций пользоваться разбитой или стеклянной посудой с трещинами запрещается;

– категорически запрещается оставлять без присмотра работающие электронагревательные приборы, горящие газовые горелки, спиртовки;

– по окончании работы следует немедленно выключить электроприборы, закрыть газовые и водопроводные краны.

– измерение параметров заземляющих устройств, а также сопротивления изоляции электропроводов выполняется в соответствии с требованиями ПУЭ п. п. 1. 8. 36. и 1. 8. 37. ПТЭ п. п. Э. 2. 9., Э. 2. 13., ПТБ Б. 3. 7. Заключение по результатам испытаний и измерений отражается в протоколах. Измерения и испытания проводятся один раз в год.

4.2. Использование средств защиты от механических, тепловых и других травмирующих факторов при постановке лабораторного эксперимента

Защитная одежда. Для учителя, лаборанта и учащихся при работе с химическими реактивами обязатель-

ны халаты из хлопчатобумажной ткани. В них не должно быть добавок синтетических волокон, ибо в случае загорания оплавляющиеся части халата трудно удалить с одежды. Халат имеет застежку только спереди, без пояса, рукава на манжетах с пуговицами. Длина халата должна быть такой, чтобы полы закрывали колени. Стирают халат не реже одного раза в месяц, так как ткань способна адсорбировать окислители и может вспыхнуть при небольшом нагревании.

Защита глаз. Для защиты глаз от брызг кислот, щелочей и других водных растворов и твердых частиц используют очки полностью закрытые, с непрямой вентиляцией.

Защита органов дыхания. Для защиты органов дыхания достаточно применять простейший респиратор ШБ-1 "Лепесток"

Защита кожи рук. Чаще употребляются перчатки и защитные пасты. Перчатки должны обладать хорошей механической прочностью и быть достаточно длинны, чтобы плотно натягиваться на рукава халата во время работы.

Для того чтобы снизить действие агрессивных жидкостей и растворителей на кожу рук, используют различные защитные пасты. Их наносят перед работой на чистые руки и смывают теплой водой с мылом. Время защитного действия паст при попадании капель жидкостей: 2–3 мин.

4.3. Безопасность при выполнении лабораторных и практических работ

При выполнении указанных работ необходимо придерживаться следующих правил:

– ни один прибор нельзя использовать без предварительной проверки учителем;

– при выполнении работ приборы нельзя оставлять у края стола. Их необходимо располагать таким образом, чтобы было удобно вести работу, не перегибаясь через них или соединительные провода;

– противопожарный режим в школе включает разработку эффективных, экономически целесообразных технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров, выработку мероприятий, предотвращающих распространение возникшего пожара и мер по его предотвращению;

– опыты, которые производятся с легковоспламеняющимися или взрывоопасными веществами, производятся только учителем и только в вытяжном шкафу;

– запрещается брать реактивы незащищенными руками. Для этого используют фарфоровые ложки, шпатели или совочки;

– насыпать или наливать реактивы следует на столе (сухие – над листом бумаги, жидкие – над противнем);

– просыпанный или пролитый случайно реактив ссыпать или сливать обратно в тару к основному количеству реактивов не разрешается;

– при определении вещества по запаху нельзя наклоняться над горлом сосуда и сильно вдыхать пары и выделяющийся газ. Для этого нужно легким движением ладони над горлом сосуда направлять пары или газ к носу и вдыхать осторожно;

– нельзя выливать в раковины остатки кислот, щелочей, сернистых соединений, огнеопасных жидкостей, а также растворы, полученные после опыта. Эти вещества следует сливать в предназначенные для этой цели склянки;

– укреплять сосуды в держателях штатива следует осторожно, вращая сосуд вокруг оси, пока не почувствуется небольшое затруднение во вращении;

– снимать с плиты сосуды (колбы, стаканы) с жидкостью, нагретой до температуры кипения или близкой к ней, следует осторожно, защитив руку полотенцем;

– для исключения случаев ожога при нагревании сосуды с водой нельзя закрывать глухой пробкой; стеклянные колбы необходимо ставить на асбестовые сетки;

– нельзя зажигать спиртовку от уже горящей;

– во время нагревания жидкостей нельзя заглядывать в сосуд (даже в пробирку) сверху, так как в случае возможного выброса нагретого вещества могут быть несчастные случаи;

– осколки стекла, а также другие металлические опилки со стола нельзя стряхивать руками, для этого необходимо использовать щетку и совок.

НЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ

4.4. Требования к размещению рабочих мест и оборудования

По санитарным нормам предъявляются следующие требования к размещению рабочих мест (табл. 4.4.1):

Таблица 4.4.1

Нормативные условия расстановки мебели

Нормируемое расстояние	Наименьшее значение расстояния, см
Расстояние между столами, включая место для стульев	70
Расстояние между торцами аудиторных столов	60
Расстояние между столами и продольной стеной при отсутствии прохода	10
Расстояние между столом преподавателя и доской	90
Расстояние между демонстрационным столом и доской	100
Расстояние от доски до первого ряда столов в кабинетах	200
Расстояние между демонстрационным столом и первым рядом	110
Расстояние от пола до нижней кромки доски	90

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

5 ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

5.1. Цель и задачи пожарной охраны

Под ***пожарной охраной*** понимают систему государственных и общественных мероприятий, направленных на охрану от огня людей, государственной и общественной собственности и личного имущества граждан.

Основная задача современной пожарной охраны – пожарная профилактика, заключающаяся в проведении системы мероприятий с целью предупреждения пожаров, ограничения распространения возникших пожаров, создания условий для эвакуации людей из горящих зданий и успешного тушения пожаров.

Работу пожарной охраны организуют по двум основным направлениям: первое ***профилактическое***, заключающееся в предупреждении пожаров и ограничении их размеров; второе – ***тушение возникших пожаров.***

К ***профилактическим*** мероприятиям можно отнести:

– устранение непосредственных или возможных причин пожаров (правильный и рациональный монтаж электрооборудования, отопления, запрещение пользования открытым огнем и курения в пожароопасных помещениях, запрещение хранения в необоснованных количествах горючих материалов и т. п.);

– ограничение распространения возможного пожара (сооружение противопожарных стен, преград, противопожарные занавеси, водяные завесы, местные преграды и т. д.);

– создание безопасных условий для вынужденной эвакуации людей из зданий (противопожарные отсеки и секции, противодымная защита, устройство эвакуационных путей и выходов и т. п);

– обеспечение возможности тушения пожаров (наличие подъездных путей и проходов к зданиям, наличие действующего пожарного водопровода и гидрантов, исправность наружных пожарных лестниц).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

5.2. Государственный пожарный надзор

Государственный пожарный надзор на территории республики осуществляется через Главное управление пожарной охраны и его периферийные органы.

В соответствии с "Положением о Государственном пожарном надзоре" на органы государственного надзора возложены *организаторские функции*, заключающиеся:

– в разработке и издании правил, инструкций, технических норм, обязательных для всех предприятий, учреждений и отдельных лиц, и литературы по пожарной безопасности;

в пропаганде вопросов борьбы с пожарами среди населения.

Контрольные функции, которые состоят:

– в осуществлении систематического контроля за выполнением всеми объектами и отдельными лицами правил, инструкций и технических норм, регламентирующих пожарную безопасность;

– в проверке выполнения требований пожарной безопасности при проектировании и строительстве зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

– в контроле и проверке боеспособности пожарных подразделений и исправности средств пожарной сигнализации и пожаротушения во всех ведомствах, учреждениях и организациях.

В соответствии с этими функциями органам Государственного пожарного надзора предоставлено право:

– проводить пожарно-техническое обследование всех объектов промышленного и гражданского назначения;

– требовать от руководителей предприятий и учреждений, а также от отдельных лиц необходимые сведения для выяснения состояния пожарной безопасности того или иного объекта;

– привлекать к административной или судебной ответственности лиц, виновных в нарушении правил, норм и инструкций по пожарной безопасности;

– приостанавливать частично или полностью работу объекта в случае нарушений, создающих угрозу пожара.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

5.3. Противопожарный режим в школе. Пожарная безопасность в школьных кабинетах, лабораториях и учебных мастерских

Пожар гораздо легче предупредить, чем тушить его, поэтому основным принципом работы органов пожарной охраны и целью противопожарных инструкций является профилактика загораний.

Ответственность за противопожарное состояние учебно-воспитательных учреждений возлагается вышеперечисленными типовыми правилами персонально на руководителей этих учреждений. Однако и другие работники должны заботиться о соблюдении правил пожарной безопасности.

Директор школы:

– организует изучение и выполнение "Правил пожарной безопасности";

– назначает ответственных за пожарную безопасность кабинетов и лабораторий, утверждает план эвакуации людей и имущества на случай пожара, устанавливает во всех помещениях строгий противопожарный режим и постоянно контролирует строжайшее соблюдение его всеми работающими и учащимися;

– периодически проверяет состояние пожарной безопасности школы, наличие и исправность технических средств борьбы с пожарами;

– обеспечивает дежурство, организует проведение занятий по пожарной безопасности со школьниками, устанавливает порядок проведения инструктажей.

По окончании инструктажа проводится проверка знаний и навыков, полученных инструктируемыми.

Каждый работник школы обязан:

– четко знать и строго выполнять установленные правила пожарной безопасности, не допускать действий, которые могут привести к пожару или загоранию;

– содержать в исправности первичные средства пожаротушения;

– в случае возникновения пожара вызвать пожарную команду и одновременно приступить к ликвидации пожара имеющимися в наличии силами и средствами.

Для соблюдения противопожарного режима в каждом классе, кабинете, лаборатории, мастерских и других объ-

РЕПОЗИТОРИЙ МГПУ

ектах должны быть противопожарные инструкции. В этих инструкциях предусматривается:

– специальные мероприятия для отдельных процессов, которые могут вызвать пожар, порядок и нормы хранения пожаро- и взрывоопасных веществ и материалов;

– обязанности учителей, лаборантов, мастеров, учащихся при возникновении пожара (правила вызова пожарной команды, порядок отключения электрооборудования и вентиляции, правила применения средств пожаротушения, порядок эвакуации людей, материалов и материальных ценностей, последовательность осмотра и приведение в безопасное состояние конкретного помещения).

Инструкции вывешивают на видном месте. В помещении должны быть таблички с фамилиями лиц, ответственных за пожарную безопасность.

Ответственность за противопожарное состояние кабинетов, лабораторий, складов, мастерских и других объектов, а также за своевременное выполнение в них противопожарного режима возлагается приказом директора школы на учителей, лаборантов, заведующего учебной частью и т. д.

Всем учителям следует знать, что демонстрация кинофильмов в школах и учебных заведениях с установкой кинопроектора непосредственно в классной комнате, учебном кабинете или другой аудитории допускается только на узкопленочной киноаппаратуре передвижного типа при соблюдении следующих требований пожарной безопасности:

– к работе на киноаппаратуре допускаются лица, имеющие квалификационные удостоверения демонстратора узкопленочного кино установленного образца, а также талон по технике безопасности, выданный местными органами кинофикации и государственного пожарного надзора;

– помещение, предназначенное для показа кинофильмов, должно располагаться на первом этаже. Показывать кинофильмы на других этажах разрешается при наличии несгораемого перекрытия под зрительным залом и двух выходов с этажа на лестничные клетки;

– во время демонстрации кинофильма в классной комнате или в учебном кабинете разрешается присутствие учащихся не более одной группы;

– узкопленочный кинопроектор не должен устанавливаться у выхода из класса или аудитории;

– электропроводка в помещении, где проводят показ кинофильмов, должна быть постоянного исполнения и отвечать требованиям устройства электроустановок. Подключение к электропроводке кинопроектора допускается только исправными электрическими проводами при помощи штепсельных розеток и вилок;

– кинопроектор и усилительное (звуковоспроизводящее) устройство должны соединяться между собой соответствующими проводами и обязательно заземлены;

провода, соединяющие киноустановку с сетью и громкоговорителем, не должны пересекать пути эвакуации учащихся;

– кинофильмы, предназначенные для очередного показа, необходимо хранить в плотно закрытых коробках или фильмоносках (металлических яуфах).

В классах, мастерских, спортивном зале, коридорах и т. д. все проходы, эвакуационные выходы, тамбуры, лестницы, подступы к материалам, средствам пожаротушения, средствам связи и пожарной сигнализации всегда должны быть свободными. На лестничных клетках зданий запрещено устраивать рабочие и складские помещения, устанавливать оборудование, препятствующее передвижению людей. Запрещено оклеивать классы обоями, окрашивать стены и потолки масляными и нитрокрасками, устанавливать на окнах учебных помещений решетки; выполнять производственные операции на неисправном оборудовании; эксплуатировать нагревательные приборы, кроме систем центрального и воздушного отопления. Запрещено размещать учеников младших классов на верхних этажах.

Во время массовых мероприятий в школе (на вечерах, при проведении елок, демонстрации кинофильмов) необходимо тщательно выполнять правила пожарной безопасности. Вместимость зрительных и актовых залов должна соответствовать расчетному количеству людей, исходя из площади на одного зрителя не менее 0,7 м^2 (в столовых, кафе, буфетах не менее 1,4 м^2 на одно посадочное место). Места массового пребывания учащихся рекомендуется размещать в нижних этажах зданий. Помещения должны быть обеспечены необходимым количеством эвакуационных выходов; в помещении, рассчитанном на 50 и более человек, этих выходов должно быть не менее двух. Выходы должны содержаться в исправном состоянии и оборудованы светящимися указателями. Ковры и ковровые дорожки в

помещениях с массовым пребыванием людей должны быть прикреплены к полу.

В помещениях, где проводятся массовые мероприятия, запрещается: курить, устанавливать в проходах стулья, закрывать на замки двери эвакуационных выходов, закрывать окна помещений решетками, впускать в помещение людей в количестве, превышающем расчетное. При проведении новогодних праздников елку надо устанавливать на устойчивом основании и с таким расчетом, чтобы ветви не касались стен и потолка, на достаточном расстоянии от печей и других нагревательных приборов. При отсутствии в помещении электрического освещения мероприятия у елки следует проводить только в дневное время. При проведении елки запрещено применять свечи, зажигать фейерверки, украшать елку целлулоидными игрушками, а также марлей и ватой, не пропитанными огнезащитными составами. Иллюминация елок должна быть выполнена с соблюдением правил устройства электроустановок. Напряжение на лампочках должно быть не выше 12 В, а мощность их – не более 25 Вт.

Ответственность за проведение массовых мероприятий возлагается на руководителя учебного учреждения, без разрешения которого такие мероприятия проводить запрещается. Он назначает ответственных дежурных, проинструктированных о правилах пожарной безопасности, допускает к демонстрации кинофильмов киномеханика, имеющего удостоверение и талон по технике безопасности.

Территорию школы необходимо содержать в чистоте: мусор, опавшую листву, отходы мастерских своевременно убирать и вывозить в отведенные места. Дороги и проезды следует поддерживать в исправном состоянии, по ним должен быть обеспечен свободный проезд к любому зданию и сооружению. Стационарные пожарные лестницы, а также ограждения на крышах зданий необходимо содержать в исправном состоянии. На территории школы нельзя разводить костры.

5.4. Характеристика огнегасящих средств

Горение – это химический процесс соединения вещества с кислородом, сопровождающийся выделением тепла и света.

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Взрыв – это процесс освобождения большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.

Различают следующие механизмы прекращения горения: физическое воздействие на горение (разбавление концентрации реагирующих веществ, изоляция реагирующих веществ, охлаждение реагирующих веществ) и химическое торможение реакции горения.

Сущность прекращения горения разбавлением концентрации реагирующих веществ заключается в том, что в зону горения направляют негорючие теплостойкие вещества до тех пор, пока образующаяся в зоне реакции смесь станет негорючей. Это достигается с помощью инертных газов, водяного пара, продуктов сгорания, диоксида углерода.

Прекратить процесс горения изоляцией реагирующих веществ возможно путем отделение горючих веществ или зоны горения от кислорода воздуха. В качестве огнетушащих средств используют войлок, асбест, песок, тальк, землю, химическую и воздушную пену, воду, негорючие газообразные вещества.

Прекратить горение можно, если понизить температуру (охладить) горящие вещества до температуры ниже температуры их воспламенения.

При химическом торможении реакции горения огнегасящие вещества вступают в реакцию с продуктами горения, в результате чего процесс горения замедляется или прекращается. Например, галоидированные углеводороды, разлагаясь при высокой температуре, образуют вещества, вступающие в реакцию с продуктами горения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

5.5. Табельные средства пожаротушения в школе (пожарные краны, пенные, углекислотные и порошковые огнетушители, песок, огнезащитная ткань), их устройство, принцип действия, тактико-технические характеристики

К табельным средствам пожаротушения в школе относятся пожарные краны, пенные, углекислотные и порошковые огнетушители, песок, огнезащитная ткань.

Самое распространенное и достаточно эффективное средство тушения пожаров – вода. Она обладает большой теплоемкостью и проникающей способностью, что обеспечивает ей хорошие огнегасящие свойства. Смоченные водой поверхности горючих веществ ограничивают доступ кислорода в очаг горения. При испарении воды ее объем увеличивается в 1700 раз, образующийся пар вытесняет кислород воздуха из зоны горения. Кроме того, попадая на горящий предмет, вода охлаждает его не только снаружи, но и внутри, проникая в глубь вещества через поры, щели и трещины; при этом понижается температура горящего вещества, компактная струя воды сбивает пламя и тормозит горение. Водой тушат большинство твердых горючих веществ. Но вода имеет и недостатки: у нее невысокая смачивающая способность; она замерзает при 0 °С, электропроводна, неприменима для тушения горючих жидкостей, которые легче воды (бензин, керосин, дизельное топливо).

Песок служит для тушения твердых горючих веществ, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, разлившихся на поверхности в небольших количествах, кино- и фотопленок, а также сорванных электропроводов. При этом песок должен быть сухим и чистым.

Попадая на горящие предметы и вещества, песок охлаждает их и, изолируя от кислорода воздуха, способствует прекращению горения.

Противопожарную ткань применяют в качестве первичного средства тушения горящей электропроводки или электро- и радиоаппаратуры, небольшого количества легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также загоревшейся одежды на человеке.

В этом качестве используют противопожарную ткань из асбеста или грубого шерстяного сукна размером 1,5–1,5 м.

Противопожарную ткань используют также для предохранения лица и одежды от воздействия тепловых лучей при приближении к очагу горения. В этом случае, развернув ткань и удерживая ее перед собой, приближаются к горящему предмету и, набросив на него ткань, применяют и другие средства тушения пожара.

По типу огнегасящего вещества существующие огнетушители делят на пенные, газовые и порошковые.

В ***химически-пенных*** огнетушителях образование пены в момент их использования происходит за счет химической

реакции, протекающей при смешивании кислотной и щелочной частей заряда. Выделяющийся при реакции газообразный диоксид углерода создает в баллоне повышенное давление, благодаря чему происходит выброс струи пены через специальное отверстие—спрыск. В настоящее время применяют ручные ОХП—10 (химически-пенные огнетушители). Для пуска огнетушителя в работу нужно шпилькой прочистить спрыск, повернуть расположенную на крышке огнетушителя рукоятку до отказа (на 180° в вертикальной плоскости), взять огнетушитель правой рукой за боковую ручку, а левой — за юбку под нижним днищем и быстро перевернуть крышкой вниз (огнетушитель не требует для приведения в действие каких-либо ударов).

Длина выбрасываемой огнетушителем струи пены около 8 м, продолжительность работы — 60—65 с. Пена обладает свойством изолировать горящее вещество от зоны горения и создавать препятствия для поступления кислорода в очаг горения. Пенные огнетушители используют для тушения почти всех твердых веществ и некоторых легковоспламеняющихся жидкостей (бензин, керосин и др.). Одним огнетушителем можно потушить горящую жидкость на площади 0,75—1 м^2. Этого вида огнетушителями нельзя тушить: загоревшиеся электрические установки и электросети, находящиеся под напряжением, так как пена является проводником электрического тока; щелочные металлы, т. к. они, взаимодействуя с водой, выделяют водород; спирты, разрушающие пену.

К ***газовым огнетушителям*** относятся углекислотные, аэрозольные, углекислотно-бромэтиловые. Они предназначены для тушения электрических установок, находящихся под напряжением, двигателей внутреннего сгорания, автомобилей, книг, ценных материалов в музеях, архивах и т. п.

В настоящее время выпускают следующие типы углекислотных огнетушителей: ОУ—2, ОУ—5, ОУ—8. Огнетушитель ОУ состоит из стального баллона вместимостью соответственно 2,5 и 8 л, запорно-пускового приспособления (вентиля) и диффузора (раструба), предназначенного для получения снегообразного диоксида углерода. Огнетушитель заполняют жидкой углекислотой под давлением 6 10^6 Н/м^2. При открывании вентиля жидкий диоксид углерода изливается через диффузор, испаряется, занимая в газовой форме объем в 400—500 раз больший. Быстрое испарение

приводит к образованию твердого белого порошка – "снега", имеющего температуру – 79 °С. Длина выбрасываемой струи составляет 2–3,5 м, продолжительность работы – 30–40 с.

В последнее время для тушения щелочных металлов, двигателей внутреннего сгорания, электроустановок, горючих и легковоспламеняющихся жидкостей стали использовать ***порошковые*** огнетушители. В качестве огнетушащих веществ в них применяют галоидированные углеводороды. Работа ручных порошковых огнетушителей ОП–1 ("Момент"), ОПС–6 и ОПС–10 основана на принципе выбрасывания огнетушащего порошка под действием сжатых газов, заключенных в баллончике, присоединенном к корпусу огнетушителя. Эти огнетушители могут ликвидировать огонь на 0,15–0,25 м^2 при продолжительности работы 40–80 с. Этими огнетушителями нельзя тушить твердые и тлеющие материалы.

5.6. План пожаротушения, действия по сигналам пожарной опасности

Каждый работник учебного заведения, обнаружив пожар, обязан немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, указать при этом точное место пожара и наличие в здании людей; до прибытия пожарной помощи учителя и администрация обязаны принять все меры к эвакуации учащихся в безопасное место из помещения, где возник пожар, и из помещений, которым угрожает опасность загорания, и приступить к тушению пожара имеющимися средствами.

Руководитель учебного заведения или другое должностное лицо обязаны: проверить, вызвана ли пожарная команда; совместно с педагогическим (обслуживающим) персоналом организовать эвакуацию учащихся и возглавить руководство тушением пожара до прибытия пожарных частей; по прибытии подразделений пожарной охраны сообщить все необходимые сведения о наличии в здании людей, об очаге пожара, о мерах, предпринятых по его ликвидации.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

5.7. План эвакуации школьников и имущества

Для обеспечения организованного проведения эвакуации учащихся в случае возникновения пожара заранее разрабатывают план эвакуации людей и имущества. План включает мероприятия, обеспечивающие: своевременное оповещение о пожаре, выход всех людей наружу по кратчайшим безопасным путям, спокойствие и порядок при движении, порядок и последовательность эвакуации имущества и тушения пожара первичными средствами. План эвакуации состоит из двух частей: *текстовой* (инструкция) и *графической*. В инструкции излагают обязанности лиц, осуществляющих эвакуацию, порядок исполнения обязанностей. В графической части приводят маршруты движения и соответствующие пояснения к ним.

План эвакуации утверждает руководитель и объявляет приказ по учреждению о вступлении его в действие. Затем он определяет сроки изучения и практической отработки этого плана с сотрудниками. Изучение плана заключается в общем ознакомлении с ним лиц, ответственных за эвакуацию; изучение этими лицами своих обязанностей и порядка выполнения их, практической отработке действий на условном пожаре. План эвакуации составляют в двух экземплярах, один из них вывешивают в помещении, другой хранят в деле у руководителя школы.

На графической части плана эвакуации направление движения эвакуационных потоков указывают стрелками.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ

5.8. Действия учителя в случае пожара

Во всех случаях возникновения экстремальной ситуации в классе или учебном кабинете учитель обязан: выключить технические средство обучения (кинопроектор, телевизор, магнитофон и т. д.); включить свет в классной комнате или учебном кабинете; принять немедленные меры к предотвращению паники среди учащихся и к их эвакуации из этого помещения; сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть и приступить к тушению пожара имеющимися противопожарными средствами. В случае необходимости оказать пострадавшему первую медицинскую помощь.

6 ОХРАНА ТРУДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ПОХОДОВ И ЭКСКУРСИЙ, ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛЕЗНОГО ТРУДА И ДРУГИХ ВНЕКЛАССНЫХ И ВНЕШКОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

6.1. Меры безопасности при проведении экскурсий и походов, при организации купания

В процессе трудового обучения и с целью профориентации большое место уделяется такой форме обучения, как экскурсия. Экскурсии совершают на промышленные предприятия, стройки, объекты сельскохозяйственного производства, в лес и т. п. Их проводят в те места, где обеспечена полная безопасность для всех экскурсантов. Перед проведением экскурсии на промышленное предприятие определяют место проведения экскурсии, маршрут следования, объекты демонстрации, день и время экскурсии. Все это представители учебного заведения согласуют с администрацией объекта экскурсии и оформляют служебной запиской с подписями руководителя учебного заведения, руководителя экскурсии от школы и представителя промышленного предприятия. Руководителем экскурсии от учебного заведения назначают преподавателя, ведущего занятия, а от предприятия (стройки) – инженера по технике безопасности или другое ответственное и квалифицированное лицо.

Руководители экскурсии ответственны за соблюдение правил техники безопасности, промышленной санитарии и охрану жизни и здоровья обучающихся. Они должны постоянно контролировать учащихся во время проведения экскурсии на территории промышленного объекта (стройки). Перед каждой экскурсией обучающихся нужно ознакомить с общей характеристикой объекта, маршрутом следования и мерами предосторожности. Инструкция по технике безопасности во время экскурсий для обучающихся должна быть вывешена на видном месте в помещении кабинетов (лабораторий), по профилю которых их проводят.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

У руководителя экскурсии должна быть походная аптечка, он должен уметь оказывать первую помощь.

Перед выходом на экскурсию (в поход), по прибытии на место экскурсии, после окончания экскурсии и вывода учащихся с объекта, перед отправлением в обратный путь и затем по возвращении с экскурсии, руководитель проверяет наличие учащихся по списку.

В экскурсии должно участвовать не более 25 человек. Экскурсантам запрещено производить какие-либо воздействия на объекты экскурсии. В случае аварийной ситуации на месте экскурсии, экскурсантов выводят в заранее выбранное безопасное место.

Некоторые дополнительные требования по безопасности обучающихся возникают на экскурсиях (в походах) по родному краю и на объекты сельскохозяйственного производства.

Во время экскурсий на сельскохозяйственные объекты нельзя отдыхать на поле, вблизи обочин и работающих машин, есть немытые овощи, фрукты.

Перед проведением похода по родному краю руководитель должен тщательно ознакомиться с участком природного окружения, куда совершается поход, выбирая места, где нет опасности нападения хищников, ядовитых животных, где нет трясин. Желательно, чтобы в походах с детьми на одного взрослого приходилось не более 10–15 школьников.

Перед походом учащихся знакомят с ядовитыми растениями (дурман, белена, волчье лыко, бледная поганка), опасными животными и насекомыми (змеи, клещи и т. п.), дают рекомендации по одежде и обуви, удобной для экскурсии. Категорически запрещается во время экскурсии снимать обувь и ходить босиком, есть неизвестные ягоды, выкапывать растения незащищенными руками.

Не разрешается пить во время походов воду из открытых водоемов, поэтому каждому рекомендуется захватить из дома питьевую воду во фляжке или пластмассовой бутылке.

Во время экскурсий, походов, после работы, особенно в сельской местности и при наличии вблизи открытых водоемов, учащиеся стараются выкупаться в них. Однако анализ школьного травматизма показывает, что большое количество тяжелых и смертельных несчастных случаев ежегодно связано именно с купанием школьников и студентов в реках, озерах, прудах и т. п. Объясняется это тем,

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

что купающиеся не соблюдают элементарных правил поведения на воде, некоторые не умеют плавать, а руководители не всегда правильно и безопасно организуют купание.

Перед тем как допустить учащихся к купанию, необходимо обследовать водоем с точки зрения безопасности его использования для купания, определить места для купания, оборудовать их спасательными средствами, оградить их сигнальными буями или флажками, согласовать и получить разрешение санитарной эпидемиологической станции (СЭС) и общества спасения на водах (ОСВОДа) на купание в этих местах. Купание учащихся разрешается проводить в специально отведенных местах в присутствии медицинского работника.

Для не умеющих плавать купание организуют в специально ограниченных местах глубиной не более 1,2 м. При купании необходимо выделить лодку и дежурных спасателей (не менее двух) из числа специально обученных и хорошо плавающих. В каждой лодке должны быть спасательные принадлежности: пробковые пояса, спасательные круги; по борту лодки должна быть протянута веревка, за которую может держаться человек, находящийся в воде.

Правила безопасного поведения на воде:

перед купанием необходимо отдохнуть;

– в воду входить на мелком месте;

– во время купания нельзя стоять без движения;

– купаться рекомендуется при температуре воды не ниже 17–19 °С и температуре воздуха не ниже 21–23 °С;

продолжительность купания не должна превышать 5 мин. Длительное пребывание в воде может привести к сильному переохлаждению тела и опасным для жизни судорогам;

– время купания определяется по местным условиям но не ранее чем через 2 ч после принятия пищи.

Организацию купания и непосредственный контроль за его проведением осуществляет учитель. Ответственный за купание должен находиться на берегу и перед заходом воду и при выходе из нее проверять наличие купающихся.

Купание запрещается:

– ночью;

без разрешения учителя;

в необорудованных местах;

в отсутствие ответственного лица;

– во время, не предусмотренное по распорядку дня.

При купании запрещается:

– использовать спасательные средства для посторонних целей;

– применять снаряжение для подводного плаванья;

– заплывать за оградительные знаки мест, отведенных для купания;

подплывать к моторным, парусным судам, весельным лодкам, баржам и т. п.;

– взбираться на технические и предупредительные знаки, буйки и прочие предметы;

– загрязнять воду и берег, бросать стеклянную посуду, жестяные банки;

– стирать белье;

прыгать в воду с сооружений, не приспособленных для этих целей;

– толкать товарища с берега, с вышки в воду.

К школьникам, нарушающим эти требования, применяются дисциплинарные взыскания.

6.2. Требования безопасности при работе учащихся в сельскохозяйственном производстве

Учащиеся VIII–X классов в период летних каникул принимают участие в общественно полезном труде.

При использовании учащихся в сельскохозяйственном производстве необходимо обеспечить здоровые и безопасные условия их труда и быта. При этом надо руководствоваться действующими законами о труде подростков, правилами и инструкциями по технике безопасности и производственной санитарии.

Перед началом сельскохозяйственных работ следует провести углубленный медицинский осмотр учащихся, в необходимых случаях им должны быть сделаны профилактические прививки.

Нельзя привлекать школьников к работам, опасным в эпидемиологическом отношении, а также связанным с применением ядохимикатов. Режим труда и дня должен устанавливаться по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы в соответствии с

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

возрастом, полом и состоянием здоровья учащихся (по заключению врача). Рабочий день учащихся не должен превышать 4 часа при общей продолжительности труда не более 2–3 недель. Инструменты инвентарь, с которыми работают школьники, должен быть исправным, налаженным, соответствующим их возрасту и росту по массе и размерам. Обязательным условием обеспечения охраны труда является их обучение и инструктирование по технике безопасности с оформлением в журнале инструктажей.

Содержание сельскохозяйственных работ для учащихся может быть следующим: участие в уходе за сельскохозяйственными культурами, в уборке урожая, выращивание цветочно-декоративных, овощных, полевых и кормовых культур, плодово-ягодных растений. Школьники могут привлекаться к прополке, прорывке растений, производить вручную уборку сена.

Размещение учащихся в стационарном лагере возможно только при наличии санитарного паспорта установленного образца, оформленного органами санитарного надзора СЭС. В лагере должно быть организовано четырехразовое питание. В санитарной зоне необходимо иметь умывальники, туалеты и помойные ямы.

Продолжительность ночного сна не менее 9 часов. Распорядок дня должен предусматривать проведение утренней зарядки, гигиенических и закаливающих процедур, спортивных и культмассовых мероприятий. Необходимо в течение дня менять виды трудовой деятельности. Во время работы следут обеспечивать учащихся доброкачественной питьевой водой, аптечками, необходимой спецодеждой, предохранительными приспособлениями. Одежда должна предохранять от перегрева, запыления. Для отдыха предусматривается специальное место.

Постоянный контроль за соблюдением школьниками техники безопасности осуществляет администрация школы, отделы образования, совхозы, колхозы и органы государственных, профсоюзных и ведомственных инспекций.

При работе с простейшими сельскохозяйственными орудиями необходимо: переносить лопаты, грабли, вилы в вертикальном положении так, чтобы рабочая их часть была направлена вниз; при переноске земли, удобрений нужно соблюдать установленные нормы по переноске тяжестей, равномерно нагружая обе руки; при прополке необходимо

работать в перчатках. Школьникам запрещено опрыскивать и опылять растения ядохимикатами, есть немытые корнеплоды, овощи, ягоды, фрукты.

По окончании работы надо очистить инвентарь, положить его на установленные места, снять рабочую одежду и тщательно вымыть руки.

6.3. Безопасность при перевозке учащихся на автотранспорте

Перевозку людей, как правило, необходимо производить на транспортных средствах, предназначенных для этой цели. Перед началом движения водитель должен убедиться в том, что обеспечены условия безопасной перевозки, закрыть двери и не открывать до полной остановки.

Безопасность движения зависит от мастерства вождения, дисциплинированности, хорошего знания "Правил дорожного движения" водителями, технического состояния автомобиля. К управлению автомобилем привлекаются опытные водители со стажем работы не менее трех лет.

Школьников перевозят в автобусах. Количество перевозимых не должно превышать числа мест для сидения. Перевозка стоящих людей категорически запрещена. С детьми должны находиться два взрослых человека, фамилии которых вносятся в путевой лист. При перевозке групп детей на транспортном средстве должны быть спереди и сзади установлены квадратные опознавательные знаки желтого цвета с каймой красного цвета и черным изображением символа дорожного знака "Дети", а в светлое время суток, кроме того, должен быть включен ближний свет фар.

При перевозке школьников скорость не должна превышать 60 км/ч. Опасны резкие торможения, так как при замедлении выше 3,5–4 м/с^2 люди теряют равновесие, а это может привести к травмам и к нарушению равновесия автомобиля.

Перед поездкой водитель обязан проинструктировать пассажиров о порядке посадки и высадки.

Вне кабины должен быть легкосъемный огнетушитель. Грузовые автомобили, выделенные для постоянной перевозки людей, дополнительно оборудуют тентом, лестницей, электрическим освещением внутри кузова. Чтобы люди в откры-

том кузове не отравились выхлопными газами, конец выхлопной трубы выводят за пределы заднего борта на 3–5 см.

При определении технического состояния транспортного средства, предназначенного для перевозки людей, тщательно проверяют рулевое управление, тормоза, ходовую часть (нельзя устанавливать шины с изношенным протектором). О технической пригодности транспортного средства делают отметку в путевом листе. Перевозить с пассажирами грузы, кроме их багажа, не разрешается.

7 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

7.1. Закон и нормативные документы в области энергосбережения

Основное место в административном управлении энергосбережением занимает нормативно-правовое регулирование, включающее разработку и принятие законодательных, нормативных и иных актов, стимулирующих потенциальных участников процесса энергосбережения к осуществлению энергоэффективных мероприятий, формирующих законодательную базу энергосбережения.

Во многих странах – Франции, Германии, Японии и других после энергетического кризиса 1973 года были приняты законы, касающиеся эффективного использования энергии. В 90-х годах после изменения структуры экономики в странах СНГ составляющая стоимости энергии в конечном продукте, работе или услугах стала играть доминирующую роль и проблема эффективного использования энергии стала одной из первоочередных. В связи с этим в 1994 году на Украине был принят Закон «Об энергосбережении». Затем аналогичные законы были приняты в 1996 году в России и в 1998 году в Беларуси. Общие принципы законов об энергосбережении стран СНГ во многом совпадают, но имеют отличие в деталях, характеризующих особенности развития каждого государства.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Что такое закон? Закон – постановление государственной власти, нормативный акт, принятый государственной властью; установленные государством обязательные правила; обладает высшей юридической силой по отношению к другим нормативным актам.

Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» был принят и вступил в силу в июне 1998 г Им регулируются отношения, возникающие в процессе деятельности юридических и физических лиц в сфере энергосбережения, в целях повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, и определяются правовые основы этих отношений. Закон устанавливает энергосбережение в качестве приоритета государственной политики в решении энергетической проблемы в Республике Беларусь.

Структура Закона «Об энергосбережении» представлена в таблице 7.1.1. Он состоит из пяти глав.

1. Общие положения.

2. Основы государственного управления энергосбережения.

3. Экономические и финансовые механизмы энергосбережения.

4. Ответственность за нарушение законодательства об энергосбережении.

5. Заключительные положения.

Прокомментируем некоторые положения этого документа. В главе 1 дается толкование основных терминов из области энергосбережения и энергетики (ст 1).

Энергосбережение – организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц. Эта деятельность направлена на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

Топливно-энергетические ресурсы совокупность всех природных и преобразованных видов топлива и энергии, используемых в республике.

Вторичные энергетические ресурсы – энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Таблица 7.1.1

Структура Закона «Об энергосбережении»

Статьи		Главы	
№	Наименование	№	Наименование
	Общие положения	1	Основные понятия.
		2	Законодательство.
		3	Субъекты отношения в сфере энергосбережения.
		4	Международное сотрудничество в сфере энергосбережения.
2.	Основы государственного управления энергосбережением	5	Основные принципы государственного управления.
		6	Государственное управление в сфере энергосбережения.
		7	Учет топливно-энергетических ресурсов
		8	Программы энергосбережения.
		9	Научно техническое обеспечение в сфере энергосбережения.
		10	Нормы расхода топлива и энергии.
		11	Стандартизация, сертификация и метрология в сфере энергосбережения.
		12	Государственный надзор за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов.
		13	Государственная экспертиза энергетической эффективности проектных решений.
		14	Проведение энергетического обследования предприятий, учреждений, организаций.
		15	Государственное статистическое наблюдение за эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов.
		16	Образование и подготовка кадров для сферы энергосбережения.
		17	Информационное обеспечение деятельности по энергосбережению.
	Экономические и финансовые механизмы энергосбережения	18	Источники финансирования.
		19	Республиканский фонд "Энергосбережение"
		20	Экономическое стимулирование энергосбережения.
4.	Ответственность за нарушение законодательства об энергосбережении	21	Ответственность за нарушение законодательства об энергосбережении.
	Заключительные положения	22	Вступление в силу настоящего Закона.

РЕПОЗИТОРИЙ БГЭУ

Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов – использование всех видов энергии экономически оправданными, прогрессивными способами при существующем уровне развития техники и технологий, и соблюдении законодательства.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов – достижение максимальной эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства.

Показатель энергоэффективности – научно обоснованная абсолютная или удельная величина потребления топливно-энергетических ресурсов (с учетом их нормативных потерь) на производство единицы продукции (работ, услуг) любого назначения, установленная нормативными документами.

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии – источники электрической и тепловой энергии, использующие энергетические ресурсы рек, водохранилищ и промышленных водостоков, энергию ветра, солнца, редуцируемого природного газа, биомассы (включая древесные отходы), сточных вод и твердых бытовых отходов.

Пользователи топливно-энергетических ресурсов – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц или предпринимателей без образования юридического лица, а также другие лица, которые в соответствии с законодательством Республики Беларусь имеют право заключать хозяйственные договоры, и граждане, использующие топливно-энергетические ресурсы.

Производители топливно-энергетических ресурсов субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц, для которых любой из видов топливно-энергетических ресурсов, используемых в республике, является товарной продукцией.

В соответствии со 2-й статьей, законодательство об энергосбережении включает не только рассматриваемый закон, но и другие законодательные акты: постановления правительства, нормативы, ведомственные документы. Если эти акты противоречат Закону «Об энергосбережении», они не должны иметь юридической силы.

РЕПОЗИТОРИЙ БГЭУ

В статье 3 Закон определяет субъектов отношений в сфере энергосбережения, к которым относятся физические и юридические лица, прямо или косвенно связанные с производством, преобразованием, передачей и потреблением энергии. Прямое отношение к энергетике имеют те, кто непосредственно участвует в энергетической цепочке получение потребление энергии. Косвенно к субъектам отношений принадлежат разработчики и производители оборудования, систем управления и средств контроля для повышения эффективности использования энергии.

В главе 1 (ст. 4) также устанавливаются принципы международного сотрудничества, которые включают:

– обмен энергоэффективными технологиями;

– участие в международных проектах в области энергосбережения;

– приведение показателей энергоэффективности в соответствие с международными стандартами.

Отличие стандартов Беларуси по энергопотреблению конечной продукции может служить препятствием для ее экспорта. Например, холодильники, производимые Минским заводом холодильников, в 1999 году потребляли электроэнергии на 10% больше по сравнению с нормами Германии и других стран, что ограничивало их экспорт в эти страны.

В главе 2 Закона устанавливаются основы государственного управления энергосбережением. Основным принципом государственной политики и управления (ст. 5) является создание правовых и экономических условий, обеспечивающих приоритетность и способствующих заинтересованности в энергосбережении всех субъектов в сфере производства, транспортировки, преобразования и потребления энергии.

Принципы государственного управления в сфере энергосбережения в Беларуси осуществляются через уполномоченный орган Комитет по энергоэффективности который регулирует деятельность в сфере энергосбережения и создает условия для эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (ст. 6). Управление энергосбережением проводится и с помощью территориальных структур Государственного надзора за рациональным использованием ТЭР.

Государственное регулирование энергосбережения осуществляется через обязательный учет и нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов (ст. 7, 10). Прогрессивные нормы расхода топлива и энергии в обязательном порядке включают в технологические регламенты, паспорта, ремонтные карты, технологические инструкции. Они разрабатываются, утверждаются и пересматриваются правительством Республики Беларусь.

В соответствии с законом (ст. 11), энергопотребляющая продукция, работа и услуги должны удовлетворять стандартным требованиям, установленным нормативными документами, что обеспечивает их конкурентоспособность на мировом рынке и способствует рациональному использованию ТЭР Этой цели служит и сертификация продукции, работ и услуг. Достоверность данных обеспечивается единством измерений при осуществлении мероприятий по энергосбережению.

Законом (ст. 11) устанавливается обязательная государственная экспертиза с целью проверки соответствия проектов, хозяйственной, управленческой и инвестиционной деятельности целям и требованиям энергосбережения, а также с целью определения достаточности и обоснованности предусмотренных мер по энергосбережению.

С целью оценки эффективности использования ТЭР и обеспечения их экономии законом предусмотрено проведение энергетического обследования предприятий, учреждений, организаций (ст. 14). Обязательному энергетическому обследованию подлежат организации, годовое потребление ТЭР которыми составляет более 1,5 тыс. т у. т. Дополнительные нормативные акты правительства устанавливают, что энергетическое обследование должно проводится не менее чем раз в 5 лет. Финансирование работ по энергетическому обследованию производится за счет обследуемых предприятий, а также за счет средств республиканского фонда «Энергосбережение».

Реализация энергосбережения во всех сферах деятельности осуществляется через образование и подготовку кадров. А также информационное обеспечение путем (ст. 16, 17):

– чтения специальных курсов по энергосбережению;

– пропаганды эффективного использования ТЭР, в том числе и через средства массовой информации;

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– создания энергоэффективных демонстрационных проектов и зон,

– организации выставок и консультационных пунктов для предоставления информации по вопросам энергосбережения,

– обсуждения программ энергосбережения.

Одним из основных механизмов управления энергосбережением является поощрение организаций, способствующих эффективному использованию ТЭР, и наказание тех, кто нарушает правила использования энергии, регламентируемые настоящим законом. Для этого предусмотрены наиболее действенные экономический и финансовый механизмы энергосбережения. В целом финансирование мероприятий по энергосбережению осуществляется за счет средств республиканского и местных бюджетов, республиканского фонда «Энергосбережение», средств юридических и физических лиц, направляемых добровольно на эти цели (ст. 18).

Пользователи и производители ТЭР, осуществляющие мероприятия по энергосбережению, могут получить льготы в виде дотаций, субсидий за счет республиканского фонда «Энергосбережение» или других целевых фондов. Фонды формируются за счет экономических санкций, применяемых к нарушителям законодательства в области энергосбережения. Такими нарушениями могут быть:

– перерасход топлива, тепловой и электрической энергии сверх установленных норм;

– несвоевременная установка приборов учета ТЭР;

– использование ТЭР без утвержденных норм их расхода;

нарушение правил использования электрической и тепловой энергии.

Юридические и физические лица, виновные в нарушении законодательства об энергосбережении, несут ответственность в соответствии с законодательством Республики Беларусь (ст. 21). Для исполнения Закона Республики Беларусь «Об энергосбережении», и реализации государственной политики энергосбережения были внесены изменения и дополнения в Кодекс Республики Беларусь «Об административных правонарушениях». В нем предусматривается административная ответственность за нерациональное использование топливно-энергетических ресурсов. А также принят целый ряд нормативно технических доку-

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

ментов, которые регулируют деятельность юридических и физических лиц по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов и другим вопросам, связанным с реализацией государственной энергосберегающей политики.

7.2. Структура и принципы управления энергосбережением в Республике Беларусь

Формирование основ политики энергосбережения в республике целенаправленно ведется с 1993 года, со времени образования межведомственного республиканского органа – Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь (с 24.09.2001 г – Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь).

Основными принципами государственного управления в сфере энергосбережения являются:

– осуществление государственного надзора за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов;

– разработка государственных и межгосударственных научно-технических, республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережения и их финансирование;

– приведение нормативных документов в соответствие с требованиями снижения энергоемкости материального производства, сферы услуг и быта;

– создание системы финансово-экономических механизмов, обеспечивающих экономическую заинтересованность производителей и пользователей в эффективном использовании топливно-энергетических ресурсов, вовлечении в топливно-энергетический баланс нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, а также в инвестировании средств в энергосберегающие мероприятия;

– повышение уровня обеспечения республики местными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР);

– осуществление государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений;

– создание и широкое распространение экологически чистых и безопасных энергетических технологий, обеспе-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

чение безопасного для населения состояния окружающей среды в процессе использования топливно-энергетических ресурсов;

реализация демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности;

– информационное обеспечение деятельности по энергосбережению и пропаганда передового отечественного и зарубежного опыта в этой области;

– обучение производственного персонала и населения методам экономии топлива и энергии;

– создание других экономических, информационных, организационных условий для реализации принципов энергосбережения.

Государственное управление в сфере энергосбережения, основанное на указанных основных принципах государственного управления, осуществляют Правительство Республики Беларусь и уполномоченный им республиканский орган государственного управления. Этим органом является:

Комитет по энергоэффективности;

– областные и Минское городское управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов;

– Координационный межведомственный совет по энергосбережению и эффективному использованию местных топливных ресурсов;

Межведомственная комиссия по энергосбережению и соответствующие комиссии в областях и г. Минске;

Экспертный совет при Комитете по энергоэффективности;

Государственные предприятия "Белэнергосбережение" и "Белинвестэнергосбережение"

Комитет по энергоэффективности проводит государственную политику в области энергосбережения путем решения соответствующих задач, определенных Положением о Государственном комитете по энергосбережению энергетическому надзору Республики Беларусь, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 апреля 1997 г. № 320.

Основными задачами Комитета по энергоэффективности является проведение государственной политики в сфере энергосбережения и регулирование деятельности, напра

ленной на эффективное использование и экономию топливно-энергетических ресурсов в народном хозяйстве республики. А также осуществление государственного надзора за рациональным использованием топлива, электрической и тепловой энергии объединениями, предприятиями, учреждениями и организациями, независимо от их форм собственности и подчинения. Осуществляя эти задачи, Комитет по энергоэффективности и его территориальные подразделения на местах организуют разработку и реализацию мер по энергосбережению, способствуют созданию экономических условий для повышения заинтересованности юридических и физических лиц в экономии топливно-энергетических ресурсов.

Основной целью деятельности экспертного совета при Комитете по энергоэффективности является разработка единой технической политики по приоритетным направлениям энергосбережения, стратегии развития этих направлений.

Экспертный совет принимает участие в проведении экспертиз научно-технологических и технико-экономических разработок, проектов строительства новых, расширения и реконструкции действующих объектов, разработке и рассмотрении проектов стандартов, норм и правил, технических условий, технологий, оборудования, приборов учета, регулирования, относящихся к сфере использования топливно-энергетических ресурсов.

В соответствии с Положением, утвержденным Советом Министров Республики Беларусь, экспертный совет имеет право:

– получать от министерств, других центральных органов управления, научно-исследовательских институтов и других ведомств информационные материалы, необходимые для выполнения возложенных на совет задач;

– вносить предложения (рекомендации) в Комэнергоэффективность, министерства и другие центральные органы управления о включении отдельных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, связанных разработкой и освоением производства энергосберегающего оборудования, приборов и другой энергоэффективной техники в планы, утверждаемые министерствами и ведомствами;

вносить рекомендации о развертывании освоения производства энергосберегающих технологий, оборудова-

РЕПОЗИТОРИЙ БНТУ

ния и приборов, нетрадиционных источников энергии, вторичных энергетических ресурсов на объектах республики или же их ликвидации в случае малоэффективности, повышенного выхода из строя и неперспективности;

– направлять свои предложения непосредственно министерствам, другим центральным органам управления, а также руководителям организаций и учреждений негосударственных форм собственности для использования в работе.

Государственное предприятие "Белэнергосбережение" проводит энергетическое обследование предприятий с целью выявления резервов по экономии топливно-энергетических ресурсов. Внедряет новое котельное оборудование. Занимается проектированием объектов, поставкой, монтажом и наладкой оборудования с целью снижения потребления топливно-энергетических ресурсов. Разрабатывает удельные нормы потребления топливно-энергетических ресурсов. Обучает специалистов на курсах повышения квалификации. Проводит семинары, выставки, издает журнал *"Энергоэффективность"*

7.3. Планирование энергосберегающих мероприятий

Для проведения эффективной политики и координации деятельности государственных органов в сфере энергосбережения разрабатываются и утверждаются соответствующие республиканские, отраслевые и региональные программы.

Порядок разработки и утверждения этих программ определен Положением о порядке разработки и выполнения республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережения, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 ноября 1988 г. № 1731.

Организационное и методическое обеспечение разработки республиканских программ, а также контроль ходом их разработки осуществляет Комитет по энергоэффективности, являясь одновременно государственным заказчиком этих программ. Разработка республиканских программ осуществляется на каждые предстоящие 5 лет, начиная с 2001 года. На рис. 7.3.1 представлены этапы разработки программ энергосбережения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

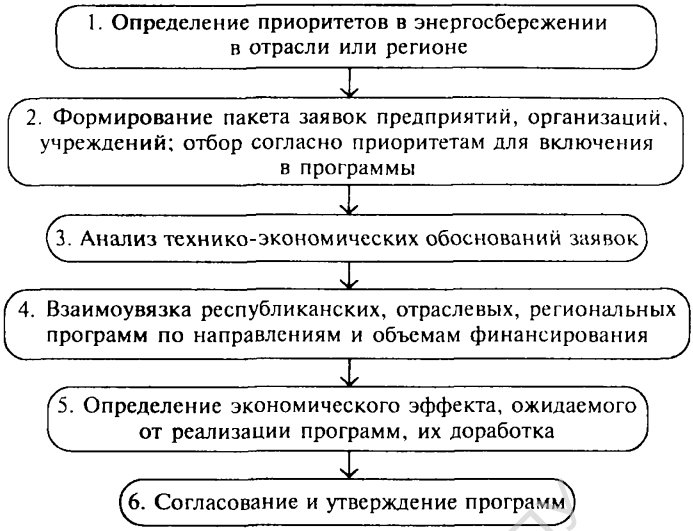


Рис. 7.3.1. Этапы разработки программ энергосбережения

Отраслевые программы разрабатываются как долгосрочные, так и краткосрочные, и предоставляются на согласование в Комитет по энергоэффективности.

Долгосрочные программы разрабатываются на каждые предстоящие 5 лет, а краткосрочные – на один год.

Организационное и методическое обеспечение разработки программ осуществляют облисполкомы и Минский горисполком, являющиеся одновременно заказчиком этих программ. В разработке программ принимают участие ведущие ученые и специалисты областных и Минского городского управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Комитета по энергоэффективности. Региональные программы разрабатываются на один год и согласовываются Комитетом по энергоэффективности и Министерством экономики. О ходе выполнения программ энергосбережения Комитет по энергоэффективности в установленном порядке информирует Совет Министров Республики Беларусь и Министерство экономики.

Таким образом, в области энергосбережения осуществляется краткосрочное (сроком на 1 год) и долгосрочное (сроком на 5 лет) планирование.

Репозиторий БГТУ

7.4. Государственная программа «Энергосбережение»

В настоящее время потребности в энергии за счет собственных энергоресурсов Беларусь обеспечивает приблизительно на 15%. Имеются два пути решения проблемы энергоснабжения страны. Первый путь – это закупки топлива и электроэнергии за рубежом. Второй путь – эффективное использование всех видов энергетических ресурсов (ЭР) на всех стадиях энергетической цепочки, от получения до конечного потребления энергии. Первый путь требует больших затрат, второй – позволяет с минимальными затратами достичь положительного результата за счет снижения потребления энергии на единицу продукции, работы или услуг. Уменьшение потребления энергии позволяет без ущерба для производства повысить удельный вес собственных энергоресурсов в общем количестве потребляемой энергии.

В Беларуси для решения энергетической проблемы выбран второй путь – эффективного использования всех видов энергетических ресурсов как невозобновляемых, так и возобновляемых. Координацию работ в этом направлении и осуществление надзорных функций осуществляет Комитет по энергоэффективности РБ и его территориальные областные управления и минское городское. Под руководством комитета разработана Республиканская программа по энергосбережению, которая является фундаментом для внедрения методов эффективного и рационального использования энергии во всех сферах деятельности, связанной с производством, передачей, распределением и потреблением энергии.

Программа по энергосбережению одобрена Советом Министров Республики Беларусь. В ней изложены основные принципы формирования государственной политики, направления деятельности отдельных отраслей как ближайший период, так и на перспективу, а также осуществлена оценка возможного потенциала энергосбережения.

Стратегической целью политики энергосбережения является снижение энергоемкости ВВП (к 2005 году 15,1–18,7% относительно 2000 года) и уменьшение зависимости от импорта ТЭР.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Кроме того, целью программы является:

выявление потенциала энергосбережения в республике и определение наиболее эффективных путей его реализации;

– максимальное использование местных видов топлива, отходов производства, снижение импорта топливно-энергетических ресурсов;

– создание условий для снижения затрат энергии на производство продукции и повышение ее конкурентоспособности;

– координация усилий и средств всех участников работ по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов.

Основными задачами программы является:

– структурная перестройка отраслей;

– повышение коэффициента полезного использования энергоносителей и увеличение доли менее дорогих видов топлива в общем топливном балансе;

– увеличение доли местного топлива, отходов производства, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Программа энергосбережения охватывает такие вопросы, как состояние и перспективы топливно-энергетического комплекса республики, организационно-экономический механизм энергосбережения, энергосбережение на производстве, транспорте и использование энергии по отраслям. Кроме того, значительное внимание уделяется техническим направлениям энергосбережения, в том числе разработке и внедрению новых технологий и оборудования. Для реализации перспективных, энергосберегающих мероприятий в рамках Республиканской программы энергосбережения даны направления механизма финансирования проектов за счет привлечения средств предприятий, бюджетных и внебюджетных фондов. Успешная реализация программы зависит от информированности как специалистов, так и широких кругов населения. Поэтому одной из первоочередных мер в области энергосбережения является также поддержка информационного обеспечения и пропаганды передового отечественного и зарубежного опыта, обучения всего населения методам и средствам экономии топливно-энергетических ресурсов. Рассмотрим некоторые пункты программы более подробно.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

В ближайшей перспективе по-прежнему в качестве основных видов местного топлива будут использоваться нефть и попутный газ, торф, дрова и древесные отходы. Добыча ископаемого топлива – бурого угля и сланцев – считается нецелесообразной из-за их низкого качества. Более рационально должны использоваться горючие отходы для замещения импортируемого топлива.

Для улучшения топливного баланса программой предусмотрено также более масштабное использование малых и мини-теплоэлектростанций, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Значительная экономия топлива может быть достигнута за счет использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Потенциал высокотемпературных и среднетемпературных ВЭР (дымовые газы, отработанный пар и продуктовые потоки свыше 120 °С) составляет 15 млн. Гкал. Низкопотенциальных (системы оборотного водоснабжения, бытовые стоки, уходящие газы, вентиляционные выбросы ниже 120 °С) составляет 25 млн. Гкал.

Весомый вклад в энергосбережение в перспективе может быть достигнут за счет использования гелиоустановок для горячего водоснабжения и отопления, ветроэнергии для производства электричества, при анаэробной переработке отходов животноводства в биогаз и получении биогаза из твердых бытовых отходов, а также за счет вовлечения древесной массы и древесных отходов для замещения ископаемых топлив.

С учетом результатов, достигнутых в 1996–2000 годах, и вариантов развития экономики республики на 2001–2005 годы, потенциал энергосбережения на эти годы оценивается на уровне 5575–7234 тысяч тонн условного топлива (тыс. т у. т.), в том числе (в тыс. т у. т.):

по отраслям:

- коммунально-бытовой сектор: 2875–3610;
- энергетика: 750–900;
- химия и нефтехимия: 330–594;
- сельское хозяйство: 380–540;
- стройматериалов: 360–380;
- машиностроение: 340–540;
- топливная промышленность: 100–130;
- пищевая: 70–100;
- прочие отрасли промышленности: 150–200;
- прочие потребители: 220–240;

по основным министерствам и концернам (в тыс. т у. т.):

Министерства	Концерны
Минсельхозпрод: 450–640	«Белэнерго»: 750–900
Минстройархитектуры: 360–380	«Белнефтехим»: 330–594
Минжилкомхоз: 220–350	«Беллесбумпром»: 45–108
Минпром: 340–540	«Белбиофарм»: 40–52
Минобразования: 107–140	«Беллегпром»: 15–18
Минздрав: 40–52	«Минскстрой»: 6–8
Минтранс: 10–13	«Белместпром»: 2–3
Минобороны: 7–9	
Минторг: 4–5	
МВД: 3–4	
Минспорта: 1–2	
Минсвязи: 0,5–0,6	
Минкультуры: 0,5–0,6	
Минлесхоз: 0,5–0,6	

Программой определены основные направления энергосбережения:

1. Совершенствование нормативно-правовой базы энергосбережения.

2. Постоянное выполнение отраслями экономики целевых показателей по энергосбережению, устанавливаемых Правительством Республики Беларусь, путем реализации соответствующих программ по энергосбережению и отдельных инвестиционных проектов.

3. Массовое внедрение результатов научно-технических программ по энергосбережению.

4. Разработка и введение в действие стандартов эффективности использования топлива и энергии.

5. Совершенствование механизма государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений.

6. Развитие системы энергетических обследований предприятий, учреждений, организаций.

7 Создание в республике сети демонстрационных объектов высокой энергетической эффективности и, на их базе, специальных энергоэффективных зон.

8. Развитие республиканской информационно-аналитической системы по энергосбережению на базе современных компьютерных технологий.

9. Совершенствование экономического стимулирования энергосбережения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

10. Расширение научно-технического сотрудничества со странами мирового сообщества.

Контроль за выполнением Программы осуществляет Комитет по энергоэффективности на основе информации, представляемой ежеквартально министерствами, ведомствами, облисполкомами и Минским горисполкомом. Ход реализации Программы рассматривается на целевых совещаниях у руководителей всех уровней управления. Комитет по энергоэффективности ежеквартально информирует Совет Министров и Минэкономики о ходе выполнения Программы.

7.5. Эффективность использования и потребления энергии в Республике Беларусь

Быстрый рост населения нашей планеты, требований к качеству жизни в условиях дефицита природных ресурсов (земли и воды) и традиционных видов органического топлива (угля, нефти, газа), ужесточение требований по охране окружающей среды выдвигают на первый план проблему эффективного использования энергии. В настоящее время ежегодно расходуемая всеми странами мира энергия, получаемая из всех доступных источников, составляет 0,1% от возможных для использования запасов угля, природного газа и нефти, вместе взятых. Но потребление энергетических ресурсов всех видов быстро растет. В конце XIX в. появились первые автомобили. Их было несколько сот, и бензина им требовалось меньше сотни тонн в день. А сегодня только для легковых автомобилей нужен миллион тонн в сутки. Сколько же нужно добыть и переработать нефти! Чтобы добыть руду, выплавить металл, построить дом, сделать любую вещь, нужно затратить энергию.

Получить энергию, пригодную для использования, можно только за счет ее преобразования из других форм. Вечные двигатели невозможны. Четыре из каждых пяти произведенных сегодня киловатт-часов энергии получаются в принципе тем же способом, которым пользовался первобытный человек для согревания, то есть сжиганием топлива, использованием запасенной в нем химической энергии, которая затем преобразуется в электрическую энер-

гию на современных электростанциях. Конечно, способы сжигания топлива стали намного совершеннее, но главное сохранилось: в топки тепловых электростанций уходит более 30% добываемого в мире топлива, и лишь около трети его идет на получение электроэнергии. Остальная, большая часть энергии, запасенной в топливе, безвозвратно теряется. Запасы органического топлива: нефти, газа и угля – наиболее популярных в современной энергетике, – весьма ограничены. Рано или поздно они будут исчерпаны. Поэтому в мире очень остро стоит проблема эффективного использования и потребления энергии.

Вот как выглядят общие показатели состояния ТЭР республики в сопоставлении с зарубежным опытом по данным 1990 г. (табл. 7.5.1):

Таблица 7.5.1

Состояние ТЭР Республики Беларусь в сопоставлении с зарубежными странами

Страна	Энергоемкость валового национального продукта, кг у.т./руб	Потребление ТЭР на душу населения, т у.т./чел	Потребление электроэнергии на душу населения, кВт·ч/чел.	Потребление электроэнергии в ком. быту на душу населения, кВт·ч/чел.	Установленная мощность электростанций на душу населения, кВт·ч/чел.	Доля электроэнергии в общем потреблении, %	Сравнение энергоемкости валового национального продукта, %
Беларусь	2,07	5,42	4794	903	0,675	24,2	100
СССР бывший	3,21	7,3	6450	976	1,34	22,0	155
США	0,75	11,1	12240	3600	3,04	37,9	36,2
Великобритания	0,46	5,50	5720	нет данных	1,19	35,0	22,2
Франция	0,33	5,2	5790	1800	1,79	47,4	15,9
Япония	0,37	4,50	6000	н.д.	1,5	44,3	17,8
Канада, 1986	н.д.	9,91	16914	н.д.	3,8	н.д.	
Норвегия, 1986	н.д.	9,25	23706	н.д.	5,6	н.д.	
Финляндия, 1986	н.д.	8,61	10121	н.д.	2,3	н.д.	
Южная Корея	н.д.	н.д.	1663	н.д.	0,47	н.д.	

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

Из рассмотренных данных видно, что суммарное потребление ТЭР на душу населения в республике (5,42 тонн условного топлива/на человека (т у. т/чел.)) равняется таким странам, как Великобритания (5,50 т у. т/чел.) и Франция (5,2 т у.т/чел.) и в 2 раза ниже чем в США (11,1 т у.т/чел.), и в 1,2 раза выше, чем в Японии (4,5 т у.т/чел.). Правда, если бы все население Земли начало потреблять топливно-энергетические ресурсы так же как население США, то всех имеющихся запасов этих ресурсов хватило бы ненадолго.

Однако надо заметить, что составляющая расхода ТЭР на отопление в Беларуси из-за климатических особенностей в 1,4–2 раза, выше, чем в этих государствах.

Потребление электроэнергии на душу населения в Беларуси составляет 4794 кВт·ч/чел., что в 1,2–1,25 раз меньше, чем во Франции – 5790 кВт·ч/чел., Великобритании – 5720 кВт·ч/чел. и Японии – 6000 кВт·ч/чел. и в 2,5 раза меньше, чем в США – 12240 кВт·ч/чел.

При темпах роста удельного энергопотребления периода 1975–1990 гг. после выхода республики из кризиса можно достичь современного уровня США через 45 лет, Японии, Франции, Великобритании – через 6–8 лет.

Существенно отстает республика от удельного потребления электроэнергии в коммунально-бытовом секторе: от США в 4 раза; Франции – в 2 раза (903 кВт·ч/чел., 3600 кВт·ч/чел., 1800 кВт·ч/чел.), что обусловлено низким уровнем обеспеченности электроприборами, бытовыми услугами, отсутствием тепловых насосов для отопления жилого сектора, ограниченным использованием кондиционеров и т. д.

Производство электроэнергии на душу населения в Республике Беларусь существенно отличается от среднеевропейского:

- США – 12240 кВт·ч/чел. (не растет с 1980 г.);
- ФРГ – 7800 кВт·ч/чел.;
- Франция – 5800 кВт·ч/чел.;
- Великобритания – 5700 кВт·ч/чел.
- СНГ – 6450 кВт·ч/чел.;
- Беларусь – 4800 кВт·ч/чел.

Из приведенных данных следуют два вывода:

1. При одинаковых энергозатратах на душу населения качество (уровень) жизни в Великобритании и СНГ различно.

2. Потребление топливных ресурсов в СНГ на душу на-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

селения почти в 4 раза выше среднемирового, а выработка электроэнергии в 2,5–1,5 раза ниже, чем в основных индустриально развитых странах.

Анализ ситуации топлива и энергопотребления Беларуси показывает, что основное промышленное производство в недостаточной мере ориентировано на удовлетворение потребностей человека и перенасыщено энергозатратными отраслями и технологиями. При этом энергетика республики базируется на импорте энергоносителей: импортируется 99% нефти, 95% угля, 25% электроэнергии. Местные энергоресурсы (торф, дрова) занимают незначительную часть, а некоторые (горючие сланцы) вообще не используются.

7.6. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Под нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии понимаются источники электрической и тепловой энергии, использующие энергетические ресурсы рек, водохранилищ и промышленных водостоков; энергию ветра, солнца, редуцированного природного газа, биомассы (включая древесные отходы), сточных вод и твердых бытовых отходов.

Основной особенностью возобновляемых источников энергии является то, что воспроизводство их энергетического потенциала происходит быстрее, чем расходование. Во всем мире усиленно работают над практическим применением нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Их природа определяется процессами на Солнце, в глубинах Земли, гравитационным взаимодействием Солнца, Земли и Луны. На рис. 7.6.1 представлены виды энергии, получаемые от возобновляемых источников, способы ее преобразования. Запасы возобновляемых энергоресурсов (энергии Солнца, ветра, рек, морских приливов, недр Земли, растительных энергетических плантаций) громадны, и по существу, неистощимы.

Установки, работающие на возобновляемых источниках, оказывают гораздо меньшее воздействие на окружающую среду, чем традиционные потоки энергии, естественно циркулирующие в окружающем пространстве. Экологическое воздействие энергоустановок на возобновляемых источни-

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

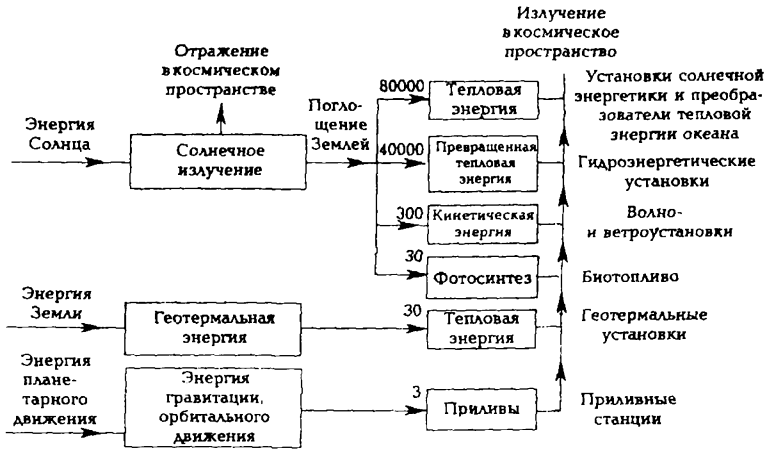


Рис. 7.6.1 Возобновляемые источники энергии и их использование. Числа – мощность источников в тераваттах (10^{12}·Вт)

ках в основном заключается в нарушении естественного ландшафта.

В настоящее время возобновляемые энергоресурсы используются незначительно. Их применение крайне заманчиво, многообещающе, но требует больших расходов на развитие соответствующих техники и технологий. При ориентации части энергетики на возобновляемые источники важно избежать необоснованной эйфории, правильно оценить их долю, технически и экономически оправданную для применения. Если принять мировой объем использования всех возобновляемых источников энергии за 100%, то существующие минимальный и максимальный сценарии на перспективу до 2020 г. оценивают долю их различных видов следующим образом:

- биомассы: 42–45 %;
- солнечной энергии: 20–26 %;
- ветровой: 16 %;
- геотермальной: 7 %;
- энергии малых водотоков: 5–9 %;
- океанической энергии: 3–4 %.

Доля участия возобновляемых источников в покрытии суммарной мировой потребности в первичных ЭР оценивается, согласно этим прогнозам, в 3–12%.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Задача оценить, использовать потенциал возобновляемых ресурсов, найти их место в топливно-энергетическом комплексе стоит перед экономикой Беларуси. Ее решение позволит снизить зависимость экономики республики от импорта ЭР, будет способствовать ее стабильности и развитию. При планировании энергетики на возобновляемых источниках важно учесть их особенности по сравнению с традиционными, невозобновляемыми. К ним относятся следующие:

1. Периодичность действия в зависимости от неуправляемых человеком природных закономерностей и, как следствие, колебания мощности возобновляемых источников — от крайне нерегулярных, как у ветра, до строго регулярных, как у приливов.

2. Низкие, на несколько порядков ниже, чем у невозобновляемых источников (паровые котлы, ядерные реакторы), плотности потоков энергии и рассеянность их в пространстве. Поэтому энергоустановки на возобновляемых источниках эффективны при небольшой единичной мощности, и, прежде всего, для сельских районов.

3. Применение возобновляемых ресурсов эффективно лишь при комплексном подходе к ним. Например, отходы животноводства и растениеводства на агропромышленных предприятиях одновременно могут служить сырьем для производства метана, жидкого и твердого топлива, а также удобрений.

4. Экономическую целесообразность использования того или иного источника возобновляемой энергии следует определять в зависимости от природных условий, географических особенностей конкретного региона, с одной стороны, и в зависимости от потребностей в энергии для промышленного, сельскохозяйственного производства, бытовых нужд, с другой. Рекомендуется планировать энергетику на возобновляемых источниках для районов размером примерно 250 км^2.

При выборе источников энергии следует иметь в виду их качество, оценивающееся долей энергии, которая может быть превращена в механическую работу (здесь не учитываются потери на производство, на передачу электрической и тепловой энергий). С помощью электродвигателя более 95% электрической энергии можно превратить в механическую работу. Доля тепловой энергии, получаемой

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

в результате сжигания топлива на ТЭС и превращаемой в механическую энергию, составляет около 30%. Возобновляемые источники энергии по их качеству условно делятся на три группы:

– источники механической энергии довольно высокого качества: около 30% – ветроустановки, 60% – гидроустановки, 75% – волновые и приливные станции;

– источники тепловой энергии с качеством не более 35% – прямое или рассеянное солнечное излучение, биотопливо;

источники энергии, использующие фотосинтез и фотоэлектрические явления, имеют различное качество на разных частотах излучения; в среднем КПД фотопреобразователей составляет примерно 15%.

Основными нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии для Беларуси, могущими иметь практическое значение, являются биомасса, гидроресурсы, ветроэнергетические ресурсы, солнечная энергия, твердые бытовые отходы, геотермальные ресурсы. Далее, характеризуя возможности различных возобновляемых ЭР, успехи их применения в мире, уделим особое внимание целесообразности их развития и использования в энергобалансе республики.

7.7. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), их классификация

Вторичные энергетические ресурсы – это энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе.

Утилизация ВЭР позволяет получить большую экономию топлива и существенно снизить капитальные затраты на создание соответствующих энергосберегающих установок.

Различают ВЭР: горючие, тепловые и избыточного давления.

Горючие ВЭР – это горючие газы и отходы одного производства, которые могут быть применены непосредственно в виде топлива в других производствах. Это доменный газ –

металлургия; щепа, опилки, стружка деревообрабатывающая промышленность; твердые, жидкие промышленные отходы в химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности и т. д.

ВЭР избыточного давления – это потенциальная энергия покидающих установку газов, воды, пара с повышенным давлением, которая может быть еще использована перед выбросом в атмосферу. Основное направление таких ВЭР – получение электрической или механической энергии.

Тепловые ВЭР – это физическая теплота отходящих газов, основной и побочной продукции производства; теплота золы и шлаков; теплота горячей воды и пара, отработанных в технологических установках; теплота рабочих тел систем охлаждения технологических установок. Тепловые ВЭР могут использоваться как непосредственно в виде теплоты, так и для раздельной или комбинированной выработки теплоты, холода, электроэнергии в утилизационных установках.

Кроме того, по степени концентрации энергии различают источники ВЭР:

– высокопотенциальные, прежде всего тепловые ВЭР высокотемпературных (400–1000 °С) технологий, связанных с нагревом, плавкой, обжигом, термообработкой или возгонкой; величина потерь энергии с уходящими дымовыми газами от нагревательных термических потерь доходит до 70%;

среднепотенциальные дымовые газы, конденсат, отработанный пар, продуктовые потоки с температурой выше 120 °С;

– низкопотенциальные – системы оборотного водоснабжения, охлаждения с изменением температуры воды на 5–10 °С, сбросы пара давлением 1–1,5 атм в атмосферу, бытовые стоки, уходящие газы температурой 100–150 °С, вентиляционные выбросы.

Энергетический потенциал ВЭР реализуется в утилизационных установках и системах, к которым относятся котлы-утилизаторы, теплообменники, печи, газотурбины, системы оборотного водоснабжения для снижения расхода технологической воды, тепловые насосы и т. д.

В настоящее время повышение уровня использования ВЭР включено в перечень мероприятий по энергосбережению, имеющих приоритетное значение в республике.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Согласно правительственному решению, проведена инвентаризация имеющихся ВЭР В результате были разработаны предложения по экономически целесообразному их использованию, утверждено положение о взаиморасчетах между теплоснабжающими организациями и поставщиками утилизируемой теплоты ВЭР в системы централизованного теплоснабжения. Общий энергетический потенциал ВЭР весьма велик и оценивается в интервале 1,9–3,1 млн. т у. т. в год. Однако для вовлечения его в энергетический баланс республики необходимы значительные капитальные вложения, связанные с внедрением энергосберегающего оборудования и технологий. Факторами, затрудняющими использование ВЭР, являются также непостоянство их как источника энергии определенных параметров и несовпадение режимов работы установок, производящих ВЭР, с режимами спроса на тепловую энергию. В связи с этим в схемах использования ВЭР должны найти широкое применение аккумуляторы теплоты.

В топливно-энергетическом балансе производственного потребления промышленных предприятий Беларуси около 18 % составляет непосредственное использование топлива (0,3 млн. т у. т. в год) в технологических процессах (печи, сушилки, термические аппараты и т. п.). Коэффициент полезного действия (КПД) этих процессов колеблется в пределах от 8 до 25%, а уходящие дымовые газы имеют высокий энергетический потенциал, оцениваемый примерно в 150 тыс. т у. т. При его использовании только на 50% возможно получение дополнительной тепловой энергии в количестве около 0,7 млн. Гкал в год. Поэтому на период до 2005 г. на предприятиях промышленности приоритетным направлением использования ВЭР следует принять утилизацию высокопотенциального тепла уходящих дымовых газов от нагревательных и термических печей.

Использование тепловой энергии уходящих газов производится в два этапа: регенерацией (возвратом) газов в первоначальный процесс и преобразованием энергии газов в котлах-утилизаторах в более удобный для потребления вид: энергию пара или горячей воды. Применение полученной теплоэнергии аналогично поступающей из котельной или теплоцентрали. Конструктивно котел-утилизатор представляет собой теплообменник типа «газ-вода» с системой подготовки и подачи питательной воды, сбора

перегретого пара, устройствами управления потоком уходящих газов и очистки внутренних поверхностей. Альтернативным вариантом сбережения энергии высокопотенциальных уходящих газов является замена нагревательных и термических газовых печей отечественного производства с КПД – 2,5–8% на зарубежные, оборудованные рекуператорами, с КПД 30%.

Вторым по значимости источником ВЭР на промышленных предприятиях является теплота конденсата. За счет оснащения потребляющего пар оборудования конденсатоотводами и использования тепла конденсата для подогрева воды для горячего водоснабжения можно снизить расход тепловой энергии на величину, эквивалентную 42 тыс. т у. т.

К способам использования низкопотенциальных ВЭР на предприятиях относятся предварительный подогрев воздуха в системах вентиляции, воды для горячего водоснабжения и автономных систем отопления.

Реализация указанных направлений утилизации ВЭР в промышленности влечет за собой необходимость модернизации схем теплоснабжения самих предприятий и прилегающих потребителей, включая жилые комплексы.

Все более широкое применение для утилизации ВЭР в производственной и непроизводственной сферах находят теплонасосные установки.

7.8. Использование местных видов топлива

Республика Беларусь относится к странам, геологическая структура которых характеризуется крайне бедными природными топливными ресурсами. Лишь 15–18% потребностей республики обеспечивается местными запасами топлива; потенциал, теплота сгорания, объем и степень освоения их приведен в таблице 7.8.1.

Запасов природного газа не обнаружено. Общие извлекаемые ресурсы нефти в республике оценены в 362,1 млн. т (525 млн. т у. т.). В промышленную категорию переведено примерно 48% указанных ресурсов.

В Припятской нефтяной области прогнозируется открытие 470 новых залежей нефти, из них с запасами более 3–4 млн. т – 6 месторождений, от 1 до 3 млн. т – 18, остальные – ниже 1 млн. т.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Таблица 7.8.1

Теплота сгорания распространенных видов топлива

Вид топлива	Q, ккал/кг	Степень освоенности	Примечание
Нефть	10000–10740	Извлекаемость из недр – 30%	W=0,4% A=0,3%
Попутный газ	9870–32000		
Торф	1930	Освоено производство	W=35–95% A=6–50%
Древесно-растительная масса	3110	Совершенствуется технология использования	W=60–100% A=1–2%
Отходы гидролизного производства (лигнин)	1000–1600	Совершенствуется технология использования	W=60–71%
Твердые бытовые отходы	790–2000	Совершенствуется технология использования	
Бурый уголь	1500–1700	Отсутствует технология использования	W=55–60% A=17–23%
Горючие сланцы	1000–1600	Отсутствует технология использования	A=66–87%
Растительная масса (солома, костра)		Отсутствует технология использования	

Примечание: A – минеральные примеси, W – содержание влаги.

Общая производительность существующих скважин снижается, так как многие разработанные нефтяные пласты уже истощаются. Это обстоятельство приведет к спаду добычи нефти и в будущем.

Прогнозируемые объемы годовой добычи нефти составляют в 2005 г. – 1,55 млн. т, 2010 г. – 1,29 млн. т, 2015 г. 1,102 млн. т.

Прогнозируемый уровень добычи попутного газа к 2005 году составит приблизительно 230 млн. м^3, в 2010–2015 – 180 млн. м^3

Для сохранения существующих объемов добычи необходимо применение новейшей технологии и разработка новых месторождений.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

Для сведения: в 2000 году было добыто около 1,88 млн. т нефти и 280 млн. м^3 попутного газа.

В настоящее время в республике используется 2204 тыс. т торфа, что соответствует 769,6 тыс. т у. т. (данные 2000 года), из них брикетов – 665,1 тыс. т у. т., фрезерного и кускового торфа – 104,5 тыс. т у. т. Однако торф в основном используется как удобрение для сельскохозяйственных нужд.

Увеличение производства торфяного топлива возможно за счет добычи более дешевого (примерно в 2 раза), по сравнению с брикетами, кускового торфа. Объемы производства кускового торфа при соответствующей организации и закупке оборудования могут быть доведены к 2005 году до 500 тыс. т у. т.

Таким образом, при условии сохранения производства брикетов суммарное потребление торфа в качестве топлива в 2005 году может быть 1 млн. 100 тыс. т у. т., что составит 3,7%.

Из таблицы 7.8.1 видно, что потенциал бурых углей в Республике Беларусь достаточно высок. В настоящее время наиболее изученными являются неогеновые угли (залегают на глубине 20–80 м) трех месторождений Житковичского, Бриневского и Тонежского с общими запасами 152 млн. т (37 млн. т у. т.), промышленными – 121 млн. т (29,5 млн. т у. т.).

На Житковичском месторождении подготовлены для промышленного освоения два месторождения с общими запасами 46,7 млн. т (11,4 млн. т у. т.), что позволяет проектировать строительство разреза мощностью в 2 млн. т (488 тыс. т у. т.). Два других месторождения разведаны только предварительно.

Однако имеющиеся в Беларуси бурые угли низкокалорийные (теплота сгорания 1500–1700 ккал/кг), влажность – 55–60%, средняя зольность – 17–23%. Поэтому имеющиеся бурые угли можно использовать в качестве коммунально-бытового топлива после подсушки и брикетирования в смеси с торфом или для получения генераторного газа. Кроме того, добыча бурых углей связана с экологическими проблемами в зоне их залегания – белорусском Полесье: необходимо удаление верхнего слоя почвы и лесов, что нанесет невосполнимый ущерб природе.

Однако если учесть проблемы с топливом в Республике Беларусь, то можно констатировать, что существует реальная необходимость в освоении месторождений бурых

углей на территории республики. В ближайшие 6–10 лет промышленные запасы бурых углей предполагается довести до 200 млн. т (48,8 млн. т у. т.), что позволит создать на их базе мощности по добыче в объеме 4 млн. т в год (~ 1 млн. т у. т.).

Из таблицы 7.8.1. также явствует, что запасы горючих сланцев в Беларуси достаточно велики. Общие запасы Любанского и Туровского месторождений Припятского сланцевого бассейна оцениваются в 11 млрд. т, промышленные – в 3,6 млрд. т, что соответствует 792 млн. т у. т. Наиболее изученным является Туровское месторождение. Теплота сгорания этих сланцев – 1000–1600 ккал/кг, зольность – около 75%, выход смолы – 6–12%. Запасы сланцев с теплотой сгорания около 1600 ккал/кг составляют 475 млн. т (108,6 млн. т у. т.). По своим качественным показателям сланцы не являются эффективным топливом из-за высокой зольности и низкой теплоты сгорания. Они требуют предварительной термической подготовки с выходом жидкого и газообразного топлива. Стоимость полученных энергоносителей при этом достаточно высока и приближается к мировым ценам на нефть. Однако результаты научно-исследовательских работ (НИР) и практика освоения месторождений горючих сланцев в других странах, а также экономические расчеты показывают, что при повышении уровня мировых цен на энергоносители (приблизительно в 2 раза), комплексная переработка припятских сланцев в высококалорийное органическое топливо по усовершенствованной технологии может быть эффективной. Учитывая, что в настоящее время наметилась тенденция к повышению цен на энергоносители, вероятно, есть смысл еще раз более тщательно проанализировать перспективы использования горючих сланцев с учетом имеющихся современных технологий.

В районах расположения гидролизных заводов (города Бобруйск и Речица) в отвалах находится около 4–5 млн. т гидролизного лигнина влажностью 65% и теплотой сгорания примерно 1500 ккал/кг. К тому же, при работе заводов на полную мощность ежедневно образуется до 800 т лигнина, большая часть которого вывозится на свалку. До настоящего времени лигнин использовался для приготовления удобрений или в смеси с торфом для производства топливных брикетов.

После подсушки до влажности 20–30% лигнин становится полноценным топливом с теплотой сгорания, близкой к кусковому торфу. В окускованном виде может найти применение как бытовое топливо, так и топливо для небольших котлов, использующих предтопки (газогенераторы).

Потенциальная энергия, заключенная в твердых бытовых отходах (ТБО), образующихся на территории Беларуси, как показано в таблице 7.8.1., равноценна 470 тыс. т у. т. По городу Минску она составляет 150 тыс. т у. т. и при их переработке можно получить 30–40 тыс. т у. т. ежегодно. С учетом областей технический потенциал может составить 200 тыс. т у. т. ежегодно.

Использование топливного потенциала ТБО также важно и с экологической точки зрения.

Что касаясь отходов растениеводства, то потенциал их составляет 1,52 млн. т у. т./год. Целесообразность их сжигания для топливных целей следует решать в сопоставлении с конкретными нуждами хозяйств.

Основным реальным и экономически целесообразным источником замещения части импортируемого топлива в Беларуси является древесная масса: отходы деревообрабатывающего производства, маломерная и сухостойная древесина, кустарники и т. п. Используя ее в качестве топлива, можно ежегодно экономить до 2,5 млн. т у. т. Сегодня доля древесных отходов в потреблении первичных топливных ресурсов республики составляет 2,8%, в будущем ее можно удвоить.

Древесные отходы как топливо обладают целым рядом положительных качеств:

– низкое содержание серы и малая зольность (1–2%);

– возможность сжигания отходов с содержанием влаги до 55–60%;

– меньшая эмиссия двуокиси углерода и низкая коррозионная агрессивность дымовых газов;

– возможность конденсации влаги дымовых газов и утилизации скрытой теплоты парообразования;

– низкая цена в сравнении с ископаемым топливом;

– возможность наращивания объемов ресурсов;

– использование древесных отходов как топлива адаптируется к существующим технологиям энергопроизводства;

– конечной продукцией их преобразования могут являться теплоносители в виде пара, горячей воды, электроэнергии, моторного топлива.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

Таким образом, применение отходов лесозаготовок и деревообрабатывающей промышленности в качестве энергетического топлива – эффективное средство улучшения экологической ситуации и снижения себестоимости производимой энергии.

В Беларуси осуществляется программа строительства малых, мини-ТЭЦ и новых котельных на древесных отходах, реконструкции действующих котельных с переводом их на древесное топливо. Объем отходов деревопереработки, лесозаготовок, санитарных рубок леса составляет энергетический потенциал, на базе которого можно производить ежегодно 2–3 млрд. кВт·ч электроэнергии и несколько сотен тысяч гигакалорий тепловой энергии.

В качестве перспективы рассматривается создание в Беларуси специальных энергетических плантаций на основе быстрорастущих и высокоурожайных растений и древесных кустарниковых пород. Более эффективной по сравнению с традиционным сжиганием в отопительных котлах является утилизация древесных отходов посредством сжигания газообразного топлива, получаемого в результате газогенерации отходов.

Использование всех возможных местных топливных ресурсов в Беларуси, согласно экспертным оценкам, в перспективе способно заменить ежегодно 2,1–2,3 млн. т нефти.

Объем потребления собственных топливно-энергетических ресурсов в 2015 году оценивается в 5,4 млн. т у. т. или 13,9% валового потребления ТЭР в Беларуси. Из них 4,8 млн. т у. т. составляют местные виды топлива и 0,6 млн. т у. т. – нетрадиционные и возобновляемые источники и вторичные энергоресурсы.

Таким образом, можно сделать выводы:

Потенциально Беларусь имеет возможность для использования топливных ресурсов при дальнейшем развитии технологий сжигания различных видов топлива.

– На нынешнем этапе с ограниченными финансовыми возможностями приоритет должен быть отдан расширению использования в качестве топлива древесных отходов различного вида, кускового торфа, горючих бытовых и производственных отходов. Одновременно должны быть проработаны вопросы добычи и использования бурых углей и горючих сланцев, проведена разведка новых залежей нефти, максимально сохраняя ее добычу, по крайней мере, на прежнем уровне.

8 БЫТОВОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

8.1. Экономичные источники света

Освещение используется во всех сферах деятельности человека. На освещение в Беларуси расходуется 10–13% от общего потребления электроэнергии. Анализ структуры потребления по отраслям показывает, что на промышленность приходится 29%, жилищный сектор 26%, административные и общественные здания 20%, уличное освещение – 12% всего объема потребления. Таким образом, 80–90% электроэнергии на нужды освещения расходуется на территории городов и населенных пунктов. В организации энергоэффективного освещения городских объектов производственной и непроизводственной сферы, жилых зданий, территории городов, имеется значительный потенциал энергосбережения за счет перехода к энергоэффективному освещению.

Энергоэффективное освещение означает устройство систем освещения и организацию их функционирования таким образом, чтобы при обеспечении требуемых нормами количественных и качественных характеристик освещения потреблялось минимальное количество электроэнергии. Исполнение этих условий закладывается, в первую очередь, при проектировании освещения путем рационального сочетания естественного света через световые проемы и искусственного – от осветительных установок, общего и локального освещения, выбора оптимальной схемы электрической сети освещения, количества, типов и мощности источников света, их размещения, выбора светильников и пускорегулирующей аппаратуры. Сочетание хорошего естественного освещения за счет оптимальных количества, размещения, размеров оконных проемов, фонарей в потолочных перекрытиях и регулируемого искусственного освещения может обеспечить энергосбережение до 30–70%. Потребность в искусственном освещении уменьшается при светлых интерьерах в помещениях, которые создают ощущение более светлого пространства.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

Необходимо подчеркнуть взаимосвязь между нормами на уровни освещения и потенциалом энергосбережения. Нормы устанавливаются по условиям зрительной работы в результате санитарно-гигиенических исследований и зачастую не являются оптимальными и периодически подвергаются изменениям. Совершенствование действующих норм в направлении более точной адаптации к психофизиологическим характеристикам человека, его практическим нуждам и учета современных конструктивных решений систем освещения содержит значительный резерв экономии энергоресурсов.

Все более широкое применение находят системы автоматического управления включением, отключением светильников и автоматического регулирования освещенности, а также энергоэкономичные источники света. Зарубежный опыт свидетельствует, что автоматизация освещения позволяет снизить энергопотребление на 30–50%. В Республике Беларусь налажено и развивается производство электронных и электромагнитных пускорегулирующих аппаратов для люминесцентных ламп, энергоэкономичных ламп и осветительной арматуры, устройств автоматического управления освещением: фотореле, приборов регулирования светового потока, инфракрасных датчиков.

В настоящее время выпускаются различные источники света, характеристики которых приведены в таблице 8.1.1.

Из приведенных данных видно, что лампы накаливания по своей эффективности в 2 и более раза ниже, чем остальные. Возможность экономии энергии определяется выбором источников света. Обычные лампы накаливания, работающие более 4000 часов в год, лучше заменить более эффективными, т. к. они потребляют в 6 раз больше электроэнергии, чем, например, люминесцентные лампы. С появлением около десяти лет назад электронных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА) возникла возможность создания более энергоэкономичных светильников с компактными люминесцентными лампами (КЛЛ). Сокращение расхода электроэнергии и повышение КПД лампы происходит в результате повышения напряжения питания частотой 20 кГц; многократное увеличение светоотдачи поверхности осветительного прибора позволяет уменьшить его габариты. Срок службы лампы достигает 9000 часов. Компактная лампа мощностью 10 Вт обеспечивает такую

Таблица 8.1.1

Характеристика источников освещения

Тип источника света	Маркировка	Светоотдача, лм/Вт		Коэффициент запаса, Кзп	Срок службы, ч
		диапазон	обычная		
Лампы накаливания	ЛН	8–18	12	1,1	1000
Галогенные лампы накаливания	КГ	16–24	18		2000
Ртутно-вольфрамовые лампы	РВЛ	20–28	22	1,2	6000
Ртутные лампы высокого давления	ДРЛ	36–54	50	1,3	12000
Натриевые лампы высокого давления	ДНаТ	90–120	100	1.3	12000
Металлогенные лампы высокого давления	ДРИ	70–90	80	1,3	12000
Люминесцентные лампы низкого давления	ЛБ	60–80	70	1,3	10000
Люминесцентные лампы низкого давления с улучшенной цветопередачей	ЛБЦТ	70–95	90	1,25	10000
Компактные люминесцентные лампы низкого давления	КЛЛ	60–70	67	1,25	9000
Натриевые лампы низкого давления	ДНаО	120–180		1,3	12000

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

же освещенность, что и обычная лампа накаливания мощностью 50 Вт. Срок окупаемости КЛЛ составляет 1–2 года.

Кроме замены источников света, имеются и другие способы повышения экономии энергии при использовании осветительных установок. Экономия электроэнергии зависит от сочетания и размещения источников свёта и светильников. Использование одной более мощной лампы накаливания или люминесцентной позволяет уменьшить потребление энергии без снижения освещенности. Напри-

мер, четыре люминесцентные лампы по 20 Вт дают две трети светового потока, который можно получить от двух ламп по 40 Вт.

Особенно это ощутимо на примере индивидуальной квартиры. При полной замене ламп накаливания на люминесцентные компактные лампы потребление электроэнергии для освещения уменьшается примерно в пять раз.

Эффективным является пакетный способ размещения светильников вместо линейного способа. При линейном – осветительная арматура располагается в виде отдельных линий, а при пакетном – над рабочим местом располагают несколько светильников. Практика показала, что один и тот же уровень освещенности рабочего места при пакетном способе поддерживается в 2 раза меньшим числом светильников. Использование комбинированного общего и местного освещения, искусственного и естественного освещения позволяет уменьшить потребление электроэнергии. В соответствии с ограничениями по дискомфортности освещения нельзя использовать только местное освещение рабочих мест. Оно должно обязательно дополнятся общим с пониженной освещенностью. Регулярная протирка остекления позволяет снижать продолжительность горения ламп при двухсменной работе предприятия на 15% в зимнее время и на 90% – в летнее.

Замена светильников – наиболее эффективное комплексное мероприятие, включающее замену источников света, расположение мест освещения и в целом повышение КПД использования электроэнергии на освещение. Например, переход на светильники с эффективными отражателями позволяет снизить потребление энергии до 50%, т. е. отказаться от половины используемых ламп. Использование компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) в местах общего пользования по сравнению с лампами накаливания приводит к уменьшению потребления энергии в несколько раз. Однако при этом надо обращать внимание на правильную установку КЛЛ, так как в отличие от ламп накаливания они обладают направленным световым потоком.

8.2. Электробытовые приборы и их эффективное использование

Производство электрических машин и аппаратов зародилось в конце XIX века. В восьмидесятых годах новая отрасль промышленности быстро набирала силу. Электротехника находила применение не только в промышленности, но и в домашнем обиходе.

В 1881 году на Международной электротехнической выставке в Париже впервые были продемонстрированы аппараты для нагревательных целей, в том числе электроплиты, электроутюги и электрокамины. Эти экспонаты вызвали необычайный интерес у посетителей. Энтузиазм, вызванный успехами электротехников по применению электричества в быту, вдохновил изобретателей. Новые электроприборы в то время создавались чуть ли не ежедневно.

Вслед за электроосвещением в обиход вошли не только отдельные приборы, но и целые группы приборов аналогичного назначения. Так, были созданы приборы для тепловой обработки пищевых продуктов: электроплиты, электрические духовые шкафы, электрокастрюли, электрочайники и др. Тогда же появились первые приборы личной гигиены: фены, приборы для глажения белья и др. Группа приборов микроклимата, разработанных в конце XIX века, включала в себя вентиляторы, увлажнители воздуха, электрокамины.

Так, на рубеже XIX–XX веков в течение нескольких лет были созданы практически все типы бытовых электроприборов применяемых и по сегодняшний день. В электроприборах наших дней используются те же принципы и элементы конструкций. А отличаются они от своих далеких предшественников лишь современным внешним оформлением, обеспеченным новыми материалами, и технологией. Только спустя десятилетия перечень бытовых электроприборов пополнился приборами, использующими новые принципы, это, например, микроволновые печи и пьезоэлектрические приборы.

Современная квартира, как правило, оборудована множеством электрических устройств: плита, холодильник, те-

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

левизор, стиральная машина, чайник, кофеварка, приемник, магнитофон, осветительные приборы и т. д.

Уделим внимание практическим приемам правильного пользования электробытовыми приборами для повышения их энергетической эффективности.

Электроплиты. Самым энергоемким потребителем электроэнергии являются электроплиты. Годовое потребление электроэнергии электроплитой составляет 1200–1400 кВт. Их применение вместо газовых плит и плит на твердом топливе существенно улучшает санитарно-гигиенические условия на кухне и в доме (отсутствие угарного газа). Как же рационально пользоваться электроплитой? Технология приготовления пищи требует включения конфорки на полную мощность только на время, необходимое для закипания. Варка пищи может происходить при меньших мощностях. Варка пищи на малых мощностях значительно сокращает расход электроэнергии, поэтому конфорки электроплит снабжают переключателями мощности. Для снижения расхода электроэнергии на приготовление пищи на электроплитах надо применять специальную посуду с утолщенным обточенным дном диаметром, равным или несколько большим диаметра конфорки. Экономия электроэнергии при использовании такой посуды 10–20%. Посуда для электроплиты должна плотно стоять на конфорке. Если диаметр посуды меньше диаметра конфорки, то часть теплоты выделяется в воздух. Выкипевшая вода оставляет в посуде слой нерастворимых солей кальция и магния – накипь. Ее толстая пористая корка проводит тепло почти в 30 раз хуже металла, заставляя увеличивать время нагревания и расход энергии. Поэтому накипь необходимо удалять специальными средствами.

При приготовлении пищи или кипячении воды целесообразно выключать конфорки несколько раньше окончательной готовности или закипания воды, это позволяет сэкономить до 20% электроэнергии за счет тепловой инерции раскаленной конфорки. Более экономично пользоваться электрочайниками, электрокофеварками, яйцеварками, печами СВЧ и т. п., которые имеют КПД в 1,5–1,8 раза выше, чем обычные газовые и электрические плиты. Кстати, пользование электрическим чайником предпочтительнее, чем кипячение воды на плите. КПД чайника 90%, а конфорок электроплиты 50–60%. В этом случае, пользуясь

чайником, можно сберечь до 40% электрической энергии. Иными словами, израсходовав одно и то же количество электроэнергии, в чайнике можно нагреть до кипения воды почти вдвое больше, чем на плите. А рекордсменом по эффективности является обычный кипятильник. При его применении практически вся потребленная электроэнергия расходуется на нагрев воды.

После приготовления пищи одна или две конфорки, как правило, остаются горячими. Следует поставить на них холодную воду перед тем, как заливать ее в чайник или кофеварку. Этим можно сберечь от 10 до 30% электроэнергии (в зависимости от температуры отключенной конфорки) при последующем кипячении, поскольку температура воды, заливаемой в чайник, будет не 8–10 °С (температура холодной воды из-под крана), а 25–40 °С (после подогрева на остывающей конфорке). Кстати, для приготовления как пищи, так чая и кофе желательно пользоваться предварительно отстоявшейся водой, а не из-под крана. Во-первых, отстаиваясь, вода нагревается почти до комнатной температуры (а это уже примерно 10% энергосбережения при ее последующем кипячении). Во-вторых, из воды частично уходят элементы, которые используются при ее обеззараживании (например, хлор), что важно для здоровья.

Коль речь зашла о плите и кухне, приведем рецепт приготовления каши с наименьшими энергозатратами. Для этого крупу надо предварительно на ночь замочить или еще лучше – залить кипятком в термосе. В первом случае каша сварится вдвое быстрее, во втором – вчетверо. Соответственно уменьшатся затраты электроэнергии или газа на ее приготовление.

Микроволновые печи. Предназначены для быстрого приготовления пищи, подогревания готовых блюд и размораживания продуктов и кулинарных изделий. Наиболее распространен у нас сейчас самый простой тип микроволновой печи. Такая печь обычно оборудована освещаемым жарочным шкафом, вращающейся тарелкой для равномерного обжаривания, таймером с сигналом об окончании обработки и регулятором мощности на 5–7 ступеней, включая ступень размораживания. Более совершенные печи этого типа дополнительно оснащены клавишами быстрого старта и памяти, автоматическим управлением размораживанием (в зависимости от веса) и дисплеем, показывающим

время, вид работы и мощность. Наименьшая мощность микроволн в этих печах – 500 Вт, наибольшая – 900 Вт. Кроме того, в печи может быть установлена вращающаяся антенна – дополнительный распределитель микроволн, что позволяет наиболее полно использовать их мощность.

Более совершенными являются комбинированные микроволновые печи. Комбинированная микроволновая печь дают дополнительные возможности: жарить или запекать мясо, рыбу, птицу и т. д.; печь, при этом горячий воздух подается сверху, снизу или циркулирует по всему объему; использовать инфракрасный или обычный гриль.

Такие комбинированные печи дополнительно оснащены грилем с вертелом, электронагревателями, пультом управления и электронными часами – таймером, показывающим время дня, время и вид жаренья. В таких печах возможно комбинированное использование гриля и микроволновой печи. В более сложных системах этого типа используются, кроме обычных, еще и инфракрасные и рециркуляционные грили, специальные вращающиеся системы для оптимального распределения микроволн и каталитические фильтры для удаления запахов. Печи также могут быть оборудованы системой программирования на несколько видов работ в зависимости от вида продуктов и необходимой процедуры обработки.

Наиболее совершенные модели печей оснащены также автоматикой взвешивания: после ввода веса продуктов прибор автоматически сообщает необходимые для оттаивания, подогрева, жарения или подрумянивания время и вид работы.

Микроволновая печь может быть усовершенствована добавлением конвекционного режима.

Конвекционная обработка продуктов, несмотря на необычное название, построена на тех же принципах, что и обычная тепловая обработка.

Отличие конвекционной духовки в том, что в большинстве из них нагревательный элемент располагается снаружи. Все внутреннее пространство может быть использовано для приготовления пищи. Вентилятор обеспечивает высокую скорость циркуляции горячего воздуха, который обволакивает продукты сразу, как только духовка включилась, и пища начинает разогреваться в еще не прогретой духовке. Благодаря циркуляции процесс приготовления идет быстрее, т. к. горячий воздух не скапливается вверху

духовки. Но конвекционная духовка, хорошо обжаривая продукт, не дает полной уверенности в его готовности внутри. Особенно, когда речь идет об объемных продуктах. Если использовать только конвекционную духовку для выпечки хлеба или пирогов, то они могут пригореть или может образоваться толстая корка, прежде чем пироги пропекутся внутри.

Идеальный вариант – конвекционно-микроволновый комбайн, в смешанном режиме которого блюда готовятся микроволновым импульсом и горячим воздухом одновременно.

При работе комбайна в смешанном режиме за счет конвекции прекрасно сохраняется аромат и сочность и обжаривается поверхность продукта, а микроволновая энергия дает уверенность в том, что продукт готов внутри.

Холо́дильники. Примерно 30–40% потребляемой в доме электрической энергии приходится на холодильник. Следует отметить, что компрессорный холодильник (в зависимости от объема) потребляет 250–450 кВт·ч, абсорбционный – 500–1400 кВт·ч в год. Экономичность их использования зависит от режима работы и соблюдения правил эксплуатации. Бытовые холодильники рассчитаны на работу в сухом, отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха 16–32 °С. Холодильник следует ставить в самое прохладное место (но не в коем случае к батарее или плите), желательно возле наружной стены (она холоднее), но не вплотную к ней. Чем ниже температура теплообменника, тем эффективнее он работает и реже включается. При снижении температуры теплообменника с 20 до 19 °С, холодильник начинает расходовать энергии на 6% меньше. Ледяная "шуба", нарастая на испарителе, изолирует его от внутреннего объема холодильника, заставляя его включаться чаще и работать каждый раз дольше. Поэтому холодильник необходимо регулярно размораживать. Это даст 3–5% снижения потребления электроэнергии. Чтобы влага из продуктов не намерзала на испарителе, следует хранить их в коробках, банках и кастрюлях, плотно закрытых крышками, или завернутыми в фольгу. А, регулярно оттаивая и просушивая холодильник, можно сделать его гораздо экономичнее. Нельзя ставить в холодильник теплые (выше комнатной температуры) продукты. В холодную пору года, перед размещением продук-

тов в холодильнике, желательно выдержать их на балконе. В последнее время для получения дополнительного пространства на кухне стали прятать холодильник в стенной шкаф либо в нишу. Мало того, что ниша в стене, как правило, перекрывает вентиляционные каналы соседей, живущих на нижних этажах, при этом резко ухудшаются и условия работы холодильника. На задней стенке любого холодильника находится змеевик конденсатора, который охлаждается комнатным воздухом. Пряча его в закрытое пространство, мы в первую очередь прячем туда змеевик, затрудняя его охлаждение. В таких условиях холодильник будет гораздо чаще включаться и дольше работать в этом режиме. Потребление электрической энергии может увеличиться почти на 20%, а ресурс работы холодильника уменьшиться на такую же величину.

В странах Европейского Союза все холодильники подразделяются на 7 категорий экономичности: A, B, C, D, E, F, G. Холодильники категории A и B являются высокоэффективными и потребляют в год около 300 кВт·ч электроэнергии. Холодильники категории G имеют самую низкую эффективность. Холодильники «Атлант» минского завода соответствуют среднеевропейскому стандарту и отвечают категории C. Имея в виду, что в Беларуси на долю холодильников и морозильников приходится 30–40% общего расхода электроэнергии в быту, переход на выпуск холодильной бытовой техники категории A даст экономию около 170000 т у. т./год.

Утюги. Мощность утюга довольно велика – около киловатта. Чтобы добиться некоторой экономии, порой довольно значительной, белье должно быть слегка влажным: пересушенное или слишком мокрое приходится гладить дольше, тратя лишнюю энергию. Массивный утюг можно выключить незадолго до конца работы: накопленного им тепла хватит еще на несколько минут. Установлено, что оптимальная температура глажения для изделий из искусственного шелка 85–115 °C, шерсти – 140–165 °C, натурального шелка – 115–140 °C, хлопчатобумажной ткани – 165–190 °C, льняной – 190–230 °C. Использование этих данных позволяет повысить производительность труда на 40–60%, а расход электроэнергии снизить на 20–25%.

Стиральные машины. Наиболее энергоэкономными являются автоматические стиральные машины, включение и выключение которых производится по программе.

Пылесосы. Для эффективной работы пылесоса большое значение имеет хорошая очистка пылесборника, что улучшает тягу воздуха.

Бытовые кондиционеры. Для внутриквартирного использования часто применяется кондиционер типа БК–1500, который эффективно работает при закрытых форточках и дверях.

Радиотелевизионная аппаратура. Для ее эффективной работы необходимо своевременное охлаждение и систематическая очистка от пыли. Также нужно учитывать, что многие электронные приборы – видеомагнитофоны, проигрыватели, радиоприемники после выключения продолжают работать в дежурном режиме. Мощность "дежурного" устройства невелика – 10–15 Вт. Но за месяц непрерывной работы оно израсходует довольно ощутимое количество энергии – около 10 кВт.

Приемы рационального освещения. Добиться значительной экономии электроэнергии можно при разумном сочетании общего и локального (местного) освещения на рабочем столе, в гостиной для просмотра телевизионных программ, у зеркала в прихожей и т. п. Хорошо предусмотреть возможность включения части ламп в светильниках, автоматического отключения освещения при выходе из комнаты, использовать современные энергосберегающие лампы. Среди обилия выпускаемых светильников экономичность энергосбережения довольно часто выпадает из поля зрения конструкторов. Расход электроэнергии на освещение может быть сокращен на 10–25% за счет замены ламп накаливания люминесцентными лампами, рационального освещения в квартирах и правильной эксплуатации светильников.

Разработана комплексная программа по созданию и внедрению в производство энергосберегающих источников света: криптоновых ламп мощностью до 100 Вт, компактных и фигурных люминесцентных ламп мощностью 11–25 Вт с резьбовым цоколем.

Правильный выбор типа светильника, мощности и места его установки позволяет экономить 40–50% расходуемой на освещение электроэнергии.

Люминесцентные лампы по сравнению с лампами накаливания потребляют электроэнергии в 3—4 раза меньше. Их свет можно сочетать со светом ламп накаливания. Люминесцентные светильники предпочтительней использовать для местного освещения.

В настоящее время в продаже появились компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), которые потребляют в 6—7 раз меньше электрической энергии по сравнению с лампами накаливания при одинаковой освещенности.

Чтобы освещенность различных зон квартиры соответствовала норме, а расход электроэнергии был минимальным, нужно правильно выбирать мощность ламп. Для любых типов ламп светоотдача увеличивается с увеличением мощности. Лампы большой мощности (60, 100, 150 Вт) более эффективны и экономичны для общего освещения, чем лампы мощностью 25, 40 Вт. Например, 4 люминесцентных лампы по 20 Вт дают 2/3 света, который можно получить от двух ламп по 40 Вт, или 4/7 света, который дает одна лампа 75 Вт. Таким образом, использование нескольких ламп малой мощности вместо одной мощной лампы в осветительных устройствах требует больше энергии.

Режим осветительных приборов можно регулировать по своему усмотрению: ступенчатым переключателем или светорегулятором с плавным изменением мощности светильника. В результате увеличивается срок службы ламп и экономится электроэнергия до 30%.

Использование местного освещения дает большой эффект и экономию. Необходимо учитывать, что освещенность поверхности пропорциональна квадрату расстояния от источника света, и поэтому лампочка 30 Вт в настольной лампе позволяет достичь лучшей освещенности на рабочем столе, чем люстра с тремя и даже пятью лампочками общей мощностью 180—300 Вт В результате двойной выигрыш: сохранение зрения и сбережение электрической энергии. Два-три маломощных светильника в разных углах комнаты вполне заменят верхний свет, да и выглядеть комната будет уютнее.

Нет, вероятно, ничего более угнетающего, чем тусклый свет в квартире. Лампочка, покрытая слоем пыли, дает света на 10—15%, а то и на все 30% меньше чистой. Поэтому светильники необходимо содержать в чистоте.

Таким образом, выбор и использование наиболее экономичных электроприборов позволяет существенно сократить потребление электроэнергии.

8.3. Бытовые приборы регулирования, учета и контроля теплоты

На цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в Республике Беларусь расходуется 40% от общего потребления топлива. Потенциал энергосбережения, по оценкам отечественных и зарубежных экспертов, в системах теплоснабжения республики составляет около 50%. Следовательно, за счет энергосберегающих мероприятий можно снизить потребление топлива на нужды теплоснабжения на 20% от общего потребления республикой. Именно поэтому одной из приоритетных задач действующей Государственной программы «Энергосбережение» для увеличения эффективности использования теплоты в системах отопления зданий необходимо внедрение системы регулирования отпуска тепла. Необходимость оперативного определения расхода теплоты и теплопотерь с особой остротой выявилась в последнее время в связи с требованием экономии топливно-энергетических ресурсов.

Измерительная система теплосчетчика «Квант» (рис. 8.3.1) состоит из электромагнитного (индукционного) расходометра (ИР), платиновых терморезисторов

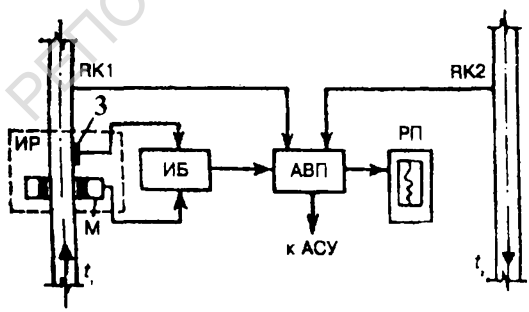


Рис. 8.3.1. Измерительная система теплосчетчика "Квант": ИР – электромагнитный расходомер, АВП – автоматический вычислительный прибор, М – магнит, Э – электроды, ИБ – измерительный блок, RK1, RK2 – терморезисторы

РЕПОЗИТОРИЙ БНТУ

датчиков температуры прямого и обратного потоков и автоматического вычислительного прибора (АВП).

Подающий трубопровод расположен между полюсами электромагнита М, под действием которого ионы жидкости отдают заряды измерительным электродам Э, создавая ток, пропорциональный расходу V Измерительный блок (ИБ) трансформирует сигнал о расходе и передает на АВП, куда также поступают сигналы от терморезисторов RK 1 и RK 2. АВП производит счетные операции с выходом на регистрирующий прибор (РП) и АСУ

На рис. 8.3.2 показан комплект приборов теплосчетчика НПТО «Термо». В состав комплекта входят: электромагнитный расходомер РОСТ–1; измерительный преобразователь ЭП–8006; термометры сопротивления КТСПР для измерения разности температур.

Теплосчетчик отличается высокой точностью измерения, отсутствием требований к прямолинейности участков трубопровода, отсутствием подвижных элементов в потоке. Комплект имеет цифровой шестиразрядный счетчик количества теплоты в гигаджоулях, цифровую индикацию расхода теплоносителя, аналоговые выходные сигналы постоянного тока, частотный выходной сигнал, температурный датчик для передачи данных в систему учета энергии ИИСЭ.

На рис. 8.3.3 показан комплект приборов теплосчетчиков ТЭМ–05М. В состав комплекта входят: измерительно-вычислительный блок (ИВБ); первичный преобразователь расхода электромагнитного типа (ППР); термопреобразо-

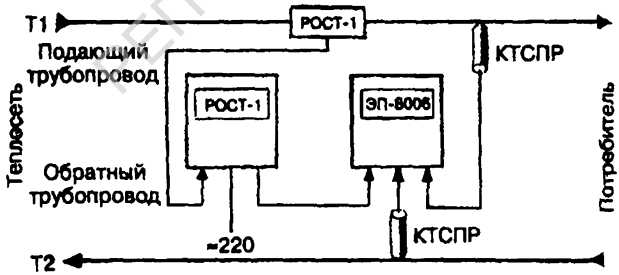


Рис. 8.3.2. Комплект приборов теплосчетчика НПТО "Термо":

РОСТ-1 – электромагнитный расходомер, ЭП-8006 – измерительный преобразователь, КТСПР – термометры сопротивления КТСПР для измерения разности температур

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

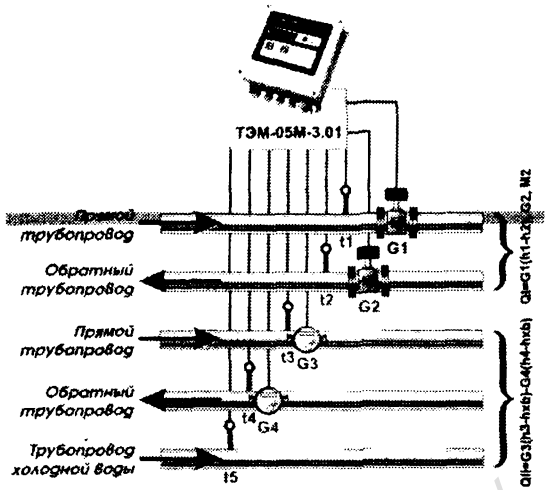


Рис. 8.3.3. Схема установки ТЭМ–05М3

ватель сопротивления платиновый (ТСП); расходомер-счетчик РМС–05.05.

Теплосчетчики ТЭМ–05М предназначены для измерения, регистрации и коммерческого учета тепловых параметров в системах горячего водоснабжения, а также в закрытых и открытых системах теплоснабжения. Они применяются для работы на жилых, общественных и производственных зданиях самого широкого спектра: от офисов и коттеджей до промышленных предприятий, а также могут использоваться для автоматизированных систем учета, контроля и регулирования тепловой энергии.

Теплосчетчики имеют отличительные особенности и преимущества: отсутствие гидравлического сопротивления жидкости; возможность выбора типовой схемы установки; возможность выбора диапазона измерения расхода по месту монтажа самим потребителем; возможность объединения приборов в системы автоматизированного контроля и управления благодаря наличию у теплосчетчиков архива статистических данных о параметрах систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, стандартных последовательных интерфейсов RS 232C, RS 485, адаптеров переноса данных (АПД–01П, АПД–01С) и сервисного программного обеспечения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Теплосчетчики ТЭМ–05М осуществляют автоматическое измерение: расхода теплоносителя в трубопроводах систем теплоснабжения и горячего водоснабжения; температуры теплоносителя в трубопроводах систем теплоснабжения или горячего водоснабжения и в трубопроводах холодного водоснабжения; избыточного давления теплоносителя в трубопроводах (при наличии датчиков давления с токовым выходом); времени наработки при поданном напряжении питания; времени работы в зоне ошибок и вычисление: разности температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах (трубопроводе холодного водоснабжения); потребляемой тепловой мощности; объема теплоносителя, прошедшего по трубопроводам; потребленное количество теплоты.

Система индивидуального расчета за тепло широко распространена в ряде европейских стран и оценивает расход теплоты индивидуальными потребителями, например радиаторами центрального отопления. Она состоит из так называемого распределителя тепла и радиаторного термостата. Распределитель тепла устанавливается на каждый радиатор в квартире и фиксирует количество тепла, отданного радиатором. Можно использовать испарительный распределитель тепла «Экземпер» или электронный – «Допримо».

В испарительном распределителе тепла (рис. 8.3.4) тепло радиатора действует на специальную жидкость в измерительной ампуле, которая испаряется в зависимости от температуры и продолжительности действия тепла от радиатора. Чем горячее радиатор и чем дольше его тепло действует на ампулу, тем больше испаряется жидкости. Количество испарившейся жидкости показывает, сколько тепла использует данный радиатор.

Чтобы компенсировать дополнительное уменьшение жидкости, которое возникает, например, летом, когда на радиатор светит солнце, ампулы содержат определенный переизбыток жидкости, представляющий собой излишек для так называемого холодного испарения.

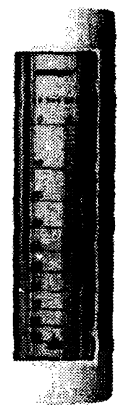


Рис. 8.3.4. Испарительный распределитель тепла "Экземпер"

Электронный распределитель тепла (рис. 8.3.5) с помощью датчика регистрирует температуру радиатора аккуратнее, быстрее и точнее, чем жидкостной.

Микросхема внутри распределителя моментально подсчитывает, принимая во внимание малейшие температурные различия, величины, образовавшиеся из разницы между температурой датчика и закодированной температурой помещения 20 °С (система с одним датчиком). Она переводит данные в цифровые величины для считывания.

Распределитель с двумя датчиками, помимо температуры радиатора, измеряет также температуру окружающей среды и из этих данных рассчитывает количество отданного радиатором тепла.

Показания распределителя считываются с жидкокристаллического дисплея прибора.

Радиаторный термостат позволяет регулировать количество тепла, отдаваемого радиатором, но, в отличие от обычного вентиля, он автоматически поддерживает желаемую температуру, создавая комфортную тепловую обстановку и экономя тепло.

Термостат состоит из двух основных частей – клапана и термостатической головки (рис. 8.3.6). Клапан увеличивает или уменьшает подачу горячей воды в радиатор под воздействием поршня, положение которого регулируется тер-

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ



Рис. 8.3.5. Электронный распределитель тепла "ДОПРИМО"

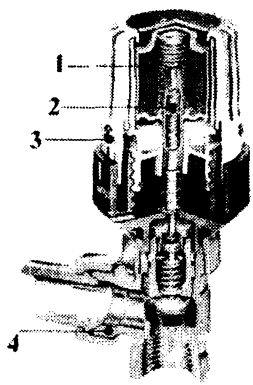


Рис. 8.3.6. Радиаторный термостат: *1* – термостатический элемент, *2* – сильфон, *3* – регулировочная рукоятка (настройка), *4* – корпус клапана.

мостатической головкой. Внутри нее расположен так называемый сильфон, заполненный специальным газом, изменяющим свой объем в зависимости от температуры воздуха около термостатической головки.

Выбор желаемой температуры производится поворотом головки в определенную позицию.

Термостаты позволяют задать оптимальный тепловой режим в помещениях, например, в детской теплее, а в комнатах, которые долгое время не используются, можно установить минимальную температуру, не расходуя лишнее тепло. Уезжая на длительное время, также можно уменьшить температуру во всех помещениях, причем термостат не позволит температуре опустится до того значения, когда из-за сконденсировавшейся влаги могут быть повреждены мебель и оборудование.

Термостаты используют так называемое «бесплатное» тепло – тепло, выделяемое людьми, оборудованием и бытовой техникой, солнцем. Это тепло – источник дополнительной экономии средств, и, кроме того, применение термостата избавит от необходимости открывать зимой форточки для уменьшения температуры в помещениях, где слишком тепло, что значительно уменьшает риск простуды.

8.4. Учет холодной и горячей воды, учет газа

Одним из наиболее распространенных и применяемых средств сбережения энергоресурсов, является использование счетчиков воды и тепла. Не имея счетчика, нельзя судить, насколько эффективны мероприятия по снижению энергопотребления. Сам по себе счетчик не снижает потребление, однако создает стимул к сбережению энергии. За счет установки счетчика, а также правильных расчетов с поставщиком энергии снижается сумма оплаты за тепловую энергию на 20–30%.

В настоящее время получили распространение приборы для учета расхода жидкости, газа и теплоты. Физическая потребность в воде, по современной рациональной норме, составляет для одного человека 5 л в сутки. С учетом санитарных и хозяйственных нужд: 100–120 л. У нас же «рациональность» возросла до 300 л (120 л горячей и 180 л

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

холодной воды на каждого жителя в сутки). На первый взгляд, вроде бы неплохо: чем больше потребляется воды (и мыла), тем культурнее выглядит народ. Оно бы и так, – если бы третья часть бесценного ресурса не уходила в никуда: из-за неисправности водопроводных сетей и водоразборных кранов. Для учета расхода воды применяют крыльчатые и турбинные водосчетчики, которые со временем окупаются, так как расход воды, согласно показаниям счетчика, значительно снижается. Самые простые способы водосбережения – это мытье посуды в наполненной раковине, а не в проточной воде, прием душа вместо ванной: экономия 40% воды; своевременный ремонт кранов.

Для учета расхода газа применяются бытовые счетчики ротационного типа РЛ-2,5, РЛ-4, РЛ-6, которые обеспечивают надежную работу при пульсирующих давлениях газа.

В жилых и общественных зданиях температура поверхности отопительных приборов (в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических норм) не должна превышать 95, а температура воды в кранах горячего водоснабжения должна быть не ниже 50–60 и не выше 70 °С. Поэтому эффективный учет тепла возможен с помощью теплосчетчиков. Среди теплосчетчиков известен "Струмень ТС400", работа которого основана на электромагнитном принципе без механических устройств. Они используются в системах отопления и горячего водоснабжения. В комплект входят расходомер, термосопротивления и процессор. Диапазон измерения температур теплоносителя 5–180 °С, диапазон измерения расхода теплоносителя 0,2–120 $м^3/ч$, диаметр условного прохода трубы 20–80 мм.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

8.5. Повышение эффективности систем отопления

Особенностью существующих систем отопления является то, что они рассчитаны на постоянный расход теплоносителя. Регулирование поступления теплоносителя в нагревательные приборы потребителями может привести к нарушению гидравлического режима системы отопления. Поэтому, прежде чем установить индивидуальные средства регулирования (автоматические или ручные) в зданиях

(у жильцов), необходимо провести изменения схемы теплового узла.

Рассмотрим пример такой системы отопления (рис. 8.5.1).

На тепловом узле должны быть установлены: запорная арматура (краны, задвижки); фильтры механической очистки, автоматические регуляторы температуры воды, подаваемой на каждый фасад здания. Они работают в зависимости от температуры наружного и внутреннего воздуха (для этого система должна быть разделена на две половины: южную и северную); циркуляционный насос; регулятор расхода (давления). Трубы, задвижки и другие элементы должны быть изолированы.

В здании на радиаторах устанавливаются: индивидуальные средства регулирования (ручные либо термостатические вентили); счетчики-распределители тепла, предназначенные для оценки индивидуального энергопотребления.

Мероприятия по совершенствованию систем отопления представлены в таблице 8.5.1. Из таблицы видно, что наиболее эффективными являются автоматизация теплового узла и установка ручных регуляторов на каждом отопительном приборе, чем обеспечивается наименьший срок окупаемости затрат.

Для обеспечения надежной работы все системы должны проектироваться индивидуально, с предварительным энергетическим обследованием.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

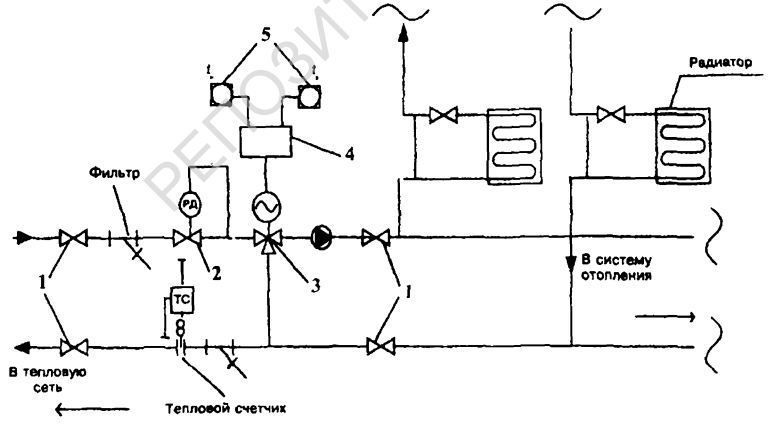


Рис. 8.5.1. Схема усовершенствованной системы отопления:

1 – запорные задвижки, 2 – регулятор давления, 3 – трехходовой клапан, 4 – блок управления, 5 – датчики температуры

Таблица 8.5.1

Мероприятия по совершенствованию систем отопления

Мероприятия	Затраты, $ США у.е./м^2	Сбережение, %	Окупаемость, лет
Автоматизация теплового узла	4000	15–20	1,5
Установка надежных ручных регулировочных кранов на каждом нагревательном приборе	10	5–7	1,5
Установка автоматических термостатических кранов	40	10	9,3

В последнее время получили распространение электронные системы регулирования. Одним из удобных, наиболее гибких по своим функциям устройств, является семейство регуляторов ДИТ–541 и ДИТ–520. Эти устройства выполнены на основе однокристальных микроЭВМ. Они имеют программируемый календарь с возможностью учета выходных и праздничных дней и гибкое программирование режимов работы. Изменяя степень закрытия клапана, устройство регулирует температуру подаваемого в здание теплоносителя. Постоянство объема циркуляции теплоносителя достигается наличием циркуляционного насоса. Управляется и программируется устройство с помощью инфракрасного пульта ручного управления. Датчики температуры, выполняемые на основе микросхем, позволяют вести опрос любого количества датчиков по трехпроводной линии. С помощью стандартного интерфейса RS 485 можно объединить устройства в сеть и программировать их работу с центральной ЭВМ.

Учитывая, что значительная часть отопительного сезона в Республике Беларусь имеет положительную температуру наружного воздуха, можно утверждать, что автоматическое регулирование расхода теплоносителя позволяет сэкономить не менее 15% тепловой энергии за отопительный сезон. Для зданий, которые потребляют за отопительный сезон 1000 и более Гкал тепловой энергии, при нынешней стоимости энергоресурсов окупаемость программируемых устройств автоматического управления теплоснабжением составляет 2–3 месяца отопительного сезона.

8.6. Автономные энергоустановки

В последнее время широко применяются газовые отопительные приборы для квартир, особняков, офисов, магазинов, мастерских, коммунальных сооружений. Приборы монтируются на стену и подключаются к дымоходу, благодаря чему производится нагрев воды и отопления зданий. Преимущества таких приборов – энергоэкономичность, рентабельность, равномерное отопление, чистота и удобство в эксплуатации, простота в обращении.

Постоянная температура отопительной воды обеспечивается термостатом. Эффективная циркуляция и давление воды с помощью насоса дают возможность применять трубы небольшого диаметра. Тепловая энергия сожженного на горелке газа передается воде, циркулирующей от насоса через теплообменник и радиаторы, подключенные к нему, а затем передается воздуху в помещение.

В последние годы в Республике Беларусь различными фирмами производится большое количество энергоэкономичных газогенераторных установок, котлоагрегатов, которые предназначены для теплоснабжения зданий и сооружений, получения горячей воды и пара в различных технологических процессах и для бытовых нужд. Основным топливом для них служат отходы деревообработки, мелочь торфяных брикетов, щепа, кора, лигнин и другие твердые горючие материалы. Их преимущество: высокий КПД, низкая стоимость, простота конструкций и обслуживания, а также возможность использования дешевых местных видов топлива и отходов промышленности.

В закрытом акционерном обществе (ЗАО)"Амкодор" (Республика Беларусь) производят эффективные системы отопления, основанные на отоплении мягким инфракрасным излучением, которое, в отличие от конвективного способа обогрева, позволяет снизить на 90% потребление энергоресурсов. Работа систем основана на принципе преобразования теплоты сгорания газа в тепловые лучи без промежуточных теплоносителей (вода, пар). Источниками инфракрасного излучения служат специальные теплоизлучающие трубы, внутри которых циркулируют высокотемпературные газы низкого давления.

Для обогрева садовых домиков и хозяйственных помещений, бытовок, мастерских, складов, теплиц, передвиж-

ных торговых точек, приготовления пищи может применяться «чудо–печь». Тепловая мощность 1,8 кВт позволяет нагреть помещение объемом 50 м^3 от 0 до +15 °С за 1,5–2 часа. Конструкция прибора позволяет ставить его в любое место без дополнительной теплоизоляции. В качестве топлива используется дизельное топливо или керосин. «Чудо–печь» экологически безопасна, не дает копоти, запаха и дыма, так как 95% продуктов горения остается на каталитический сетке и поэтому не требуется вытяжной трубы. Производится в России по немецкой технологии.

8.7. Тепловые потери в зданиях и сооружениях

В холодное время года обязательно отапливаются комнаты, в которых люди живут и работают. Чем холоднее погода, тем больше приходится топить, потому что при похолодании увеличиваются теплопотери через стены, окна и все наружные ограждающие конструкции. Тепло может передаваться разными способами: теплопроводностью, конвекцией, излучением.

В чистом виде теплопроводность наблюдается только в сплошных твердых телах. Теплота передается непосредственно через материал или от одного материала другому при их соприкосновении (рис. 8.7.1). Высокой теплопроводностью обладают плотные материалы – металл, железобетон, мрамор. Воздух имеет низкую теплопроводность. Поэтому через материалы с большим количеством замкнутых пор, заполненных воздухом, тепло передается плохо, и они могут использоваться как теплоизоляционные (семищелевой кирпич, пенобетон, вспененный полиуретан, пенопласт).

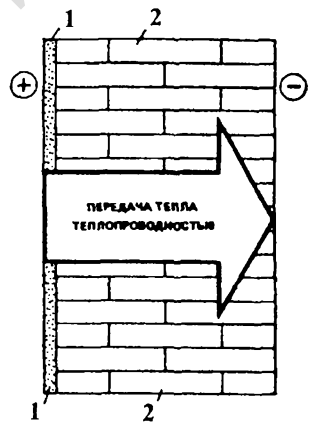


Рис. 8.7.1. Передача тепла через кирпичную стену теплопроводностью:

1 – кирпичная кладка,
2 – штукатурка

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Конвекция характерна для жидких и газообразных сред, где перенос тепла происходит в результате движения молекул. Конвективный теплообмен наблюдается у поверхности стен при наличии температурного перепада между конструкцией и соприкасающимся с ней воздухом. В окнах жилых домов конвективный теплообмен происходит между поверхностями остекления, обращенными внутрь воздушной прослойки. Нагреваясь от внутреннего стекла, теплый воздух поднимается вверх. При соприкосновении с холодным наружным стеклом воздух отдает свое тепло и, охлаждаясь, опускается вниз (рис. 8.7.2.). Такая циркуляция воздуха в воздушной прослойке обусловливает конвективный теплообмен. Чем больше разность температур поверхностей, тем интенсивнее теплообмен между ними.

Излучение происходит в газообразной среде путем передачи тепла с поверхности тела через пространство (в виде энергии электромагнитных волн). Нагретая поверхность радиатора излучает тепло и обогревает помещение. Чем выше температура поверхности отопительного прибора, тем сильнее обогревается помещение (рис. 8.7.3).

На теплопотери через ограждения наибольшие влияние оказывает их способность передавать теплоту, которая зависит от коэффициента теплопередачи и толщины материала. Чем меньше коэффициент теплопередачи и толще стена, тем больше ее термическое сопротивление (передача тепла) и лучше ее теплозащитные свойства (см. рис. 8.7.4).

Кроме того, количество теряемой теплоты зависит от сопротивления теплообмену конвекцией и излучением у поверхности внутренней и наружной стен. Чем интенсивнее происходит теплообмен, тем больше тепла теряется из помещения и передается

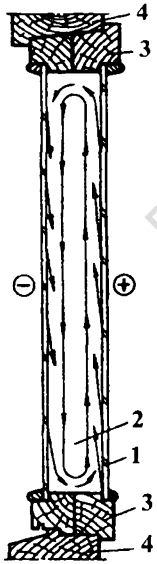


Рис. 8.7.2. Передача тепла конвекцией в межстекольном пространстве оконного блока со спаренным остеклением:

1 – стекло, *2* – воздушная прослойка, *3* – переплет, *4* – оконная коробка

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

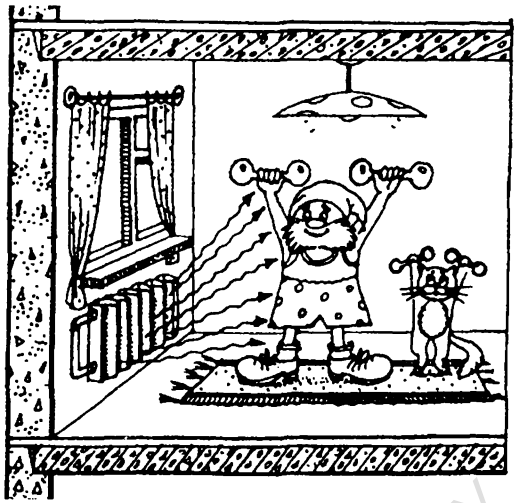


Рис. 8.7.3. Теплообмен излучением между отопительным прибором и человеком

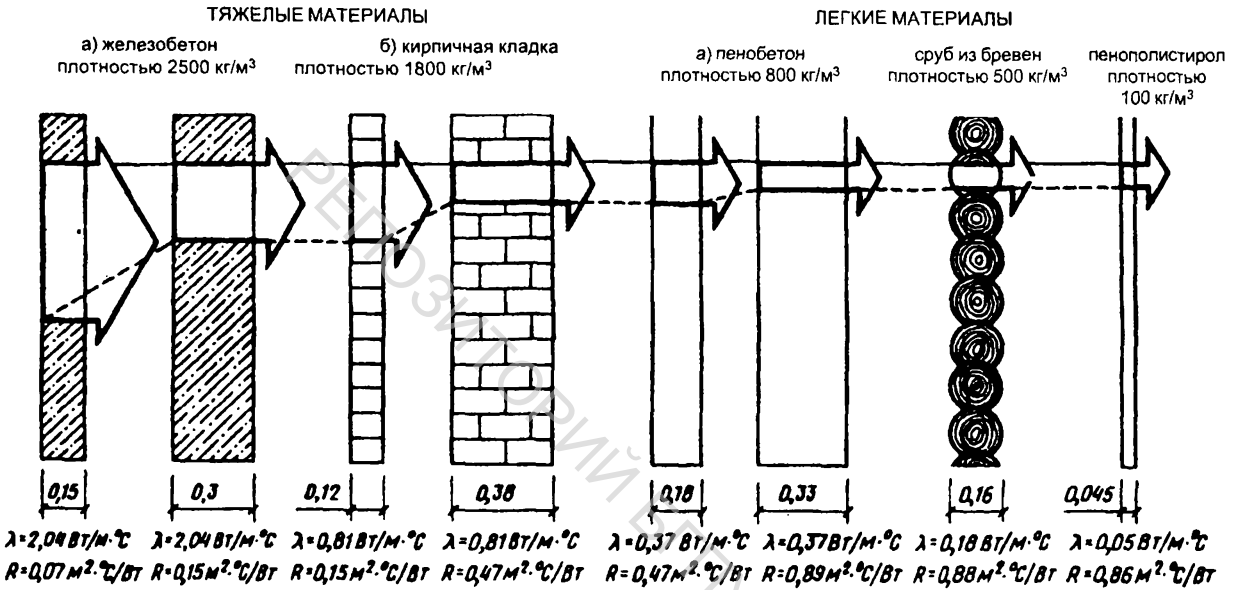
внутренней поверхности конструкции или отдается поверхностью стены наружу, тем меньше сопротивление теплообмену и хуже теплозащита.

Теплопотери через отдельные наружные элементы дома различены и во многом зависят от теплоизоляционных качеств отдельных конструкций, а также их размеров.

Наибольшая площадь наружных ограждений приходится на наружные стены (рис. 8.7.5). Поэтому их теплозащитные качества во многом определяют условия внутреннего микроклимата помещения. Чем выше сопротивление стены теплопередаче, тем меньший поток тепла через нее проходит и тем меньше теплопотери. В зависимости от конструкции стен дома через них теряется до 35–45%.

Передача тепла через стены осуществляется главным образом вследствие теплопроводности. Количество тепла, проходящего через стену, зависит от коэффициента теплопередачи материала k. Чем он выше, тем больше теплоты проходит через материал и тем хуже его теплозащита (рис. 8.7.4). Различные строительные материалы имеют разные коэффициенты теплопередачи. На них влияют различные факторы, в частности, плотность и влажность материала.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ



РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Рис. 8.7.4. Влияние коэффициента теплопроводности и толщины материала на теплозащитные качества наружных ограждений:

а – железобетон плотностью 2500 кг/м³; *б* – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементном растворе плотностью 1800 кг/м3, *в* – пенобетон плотностью 800 кг/м³, *г* – рубленая стена из бревен плотностью 500 кг/м³, *д* – пенополистирол плотностью 100 кг/м³.

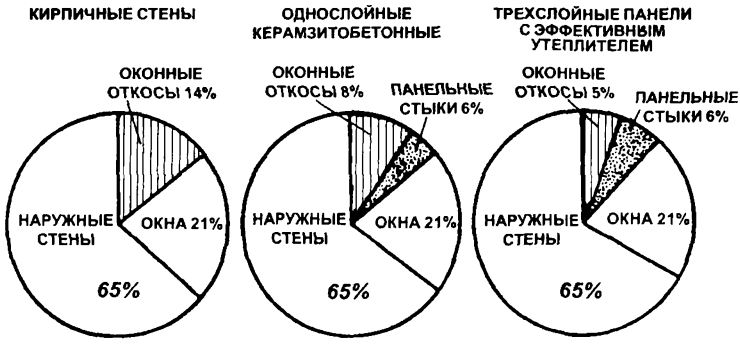


Рис. 8.7.5. Площади различных элементов наружных ограждений и теплопотери

Плотный материал имеет больший коэффициент теплопередачи по сравнению с пористым материалом. Увеличение плотности способствует повышению k. Уменьшение плотности приводит к снижению k. Это объясняется тем, что поры строительного материала заполнены воздухом, имеющим низкий коэффициент теплопередачи. Чем больше пор в материале, тем меньше его плотность и теплопроводность. Например, у железобетона плотностью 2500 кг/м^3 коэффициент теплопередачи $k = 2{,}04$ Вт/(м^2·К), у кладки из обыкновенного глиняного кирпича плотностью 1800 кг/м^3 – $k = 0{,}81$ Вт/(м^2·К), у фанеры плотностью 600 кг/м^3 – $k = 0{,}18$ Вт/(м^2·К), у плит из полистирольного пенопласта плотностью 100 кг/м^3 – $k = 0{,}05$ Вт/(м^2·К).

Коэффициент теплопередачи k – единица, которая обозначает прохождение теплового потока мощностью 1 Вт сквозь элемент строительной конструкции площадью 1 м^2 при разнице температур наружного воздуха и внутреннего в 1 Кельвин Вт/(м^2·К).

Сопротивление теплопередаче R_0 – величина, обратная коэффициенту теплопередачи.

Влажность способствует повышению теплопроводности: сырой материал имеет больший коэффициент теплопередачи и обладает худшими теплозащитными характеристиками по сравнению с сухим. Это вызвано тем, что при увлажнении материала его поры заполняются водой, имеющей высокий коэффициент теплопередачи (приблизительно в 20 раз больший, чем воздух). Чем больше влаги впи-

тывает материал, тем выше становится его теплопроводность. Например, при повышении влажности кирпичной стены толщиной 0,5 м из обыкновенного глиняного кирпича от нормальной, равной 2%, до 8%, ее теплозащита ухудшается более чем на 30%. И если при температуре внутреннего воздуха +20 °С и наружного −20 °С на поверхности сухой стены температура составляет 14,4 °С, то на сырой стене на 2,7 °С ниже и равняется 11,7 °С (рис. 8.7.6). Поэтому для теплозащиты домов очень важно, чтобы строительный материал, и в первую очередь утеплитель, был обязательно сухим, а конструкции наружных ограждений были сделаны с таким расчетом, чтобы в них не образовывался конденсат, не скапливалась влага, приводящая к ухудшению теплоизоляционной способности стен, окон, чердачных перекрытий, полов первого этажа.

Таким образом, теплозащитная способность стены, ее сопротивление теплопередаче зависят от интенсивности передачи тепла на трех участках (у внутренней поверхности, в толще ограждения, у наружной поверхности), каждый из которых имеет свое сопротивление. Общее сопротивление теплопередаче представляет собой их сумму (рис. 8.7.7).

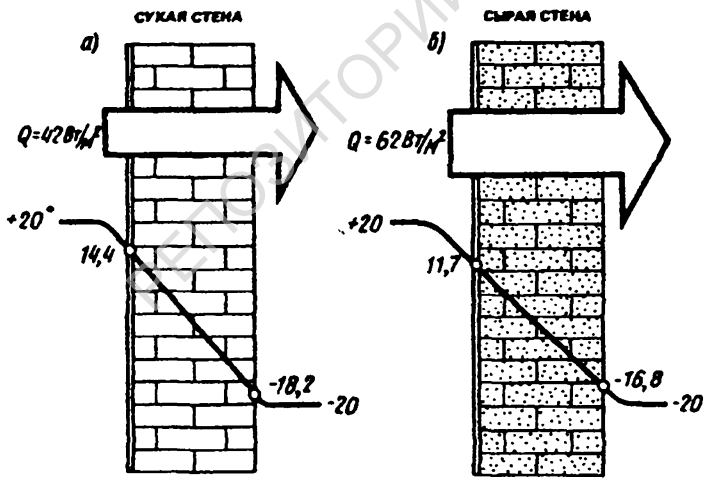


Рис. 8.7.6. Влияние влажности материала на теплозащитные свойства кирпичной стены:

а — сухая стена, влажность материала 5%, *б* — сырая стена, влажность материала 15%

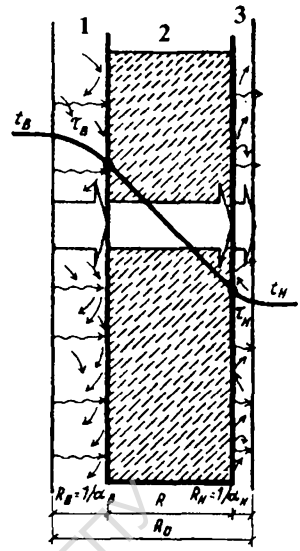


Рис. 8.7.7. Сопротивление теплопередаче стены:

1 – теплообмен у внутренней поверхности стены, *2* – теплопередача через толщу ограждения, *3* – теплообмен у наружной поверхности стены, $\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м² К), $\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, Вт/(м² К)

Оконные проемы в общей площади наружных ограждений составляют значительно меньший процент по сравнению со стенами. Однако они имеют худшую теплозащиту: сопротивление теплопередаче оконного блока с двойным остеклением в 2–3 раза меньше, чем у наружных стен. Поэтому через окна теряется значительное количество теплоты: 20–30% всех теплопотерь дома.

На потери тепла через стены (и особенно через окна и стыки оконных коробок со стенами) сильное влияние оказывает ветер. Поскольку строительные материалы и конструкции являются в большей или меньшей степени воздухопроницаемыми, то через них воздух может проникать с улицы в помещение и из помещения на улицу. Если воздух попадает снаружи внутрь дома, то это называют инфильтрацией, если из помещения наружу, то эксфильтрацией.

При инфильтрации через конструкцию стены, стыки и неплотности окон в зимний период проникает холодный воздух. Проходя через толщу стены, он вызывает снижение температуры внутри ограждения и на его поверхности, а проникая в комнату, охлаждает внутренний воздух и вызывает дополнительные потери тепла. Наибольшие теплопотери при инфильтрации происходят через окна и стыковые соединения оконных блоков со стенами. В табли-

Библиотека ПГУ

Таблица 8.7 1

Теплопотери через ограждения при инфильтрации и без нее

Вертикальная неоднородная ограждающая конструкция	Температура на внутренней поверхности оконного откоса, °С	Теплопотери через наружное ограждение, Вт/м²		
		Оконный откос	Простенок стены	Окно
Керамзитобетонная (R_0 = 0,84 м²·К/Вт) с деревянным оконным блоком с двойным остеклением в спаренных переплетах (R_0 = 0,34 м²·К/Вт)	10,1 7,8	48 98	59 61	145 233
Трехслойная керамзитобетонная панель толщиной 340 мм с утеплителем из полистирольного пенопласта и обрамляющими ребрами из керамзитобетона (R_0=1,91 м²·К/Вт) с деревянным оконным блоком с двойным остеклением в деревянных раздельных переплетах (R_0=0,38 м²·К/Вт)	13,7 9,1	27 61	26 27	132 284

Примечание: над чертой — без учета инфильтрации, под чертой — с учетом инфильтрации.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

це 8.7.1 приведены теплопотери через наружные ограждения различных конструкций, включающие участок стены, оконный откос и окно при инфильтрации и без нее.

При эксфильтрации теплый воздух проходит из помещения через наружное ограждение, повышая температуру на его поверхности и в толще и способствуя увеличению теплопотерь жилым домом. Помимо этого при эксфильтрации повышается вероятность выпадения конденсата на стене, остеклении, оконных откосах и внутри ограждений.

Из таблицы 8.7 1. видно, что фильтрация воздуха приводит к увеличению теплопотерь через ограждения почти в 2 раза.

Потери тепла через перекрытия первого этажа в большинстве случаев составляют 3—10% общих теплопотерь. При строительстве дома необходимо качественно выполнить те-

плоизоляцию цокольного перекрытия и обеспечить на поверхности пола температуру не более чем на 2 °С ниже температуры внутреннего воздуха.

В холодное время года часть тепла теряется через крышу, причем в одноэтажных, двухэтажных домах потери больше, чем в многоэтажных. Они составляют соответственно 30–35 и 5–10%. Поэтому при проектировании и строительстве индивидуальных малоэтажных домов особое внимание должно быть уделено теплоизоляции перекрытия верхнего этажа или чердачного перекрытия. Часто на втором этаже индивидуального двухэтажного дома устраивают жилые комнаты – мансарды. В них крыша выполняет роль наружного ограждения, защищающего помещение от дождя, ветра, холода. Его хорошие теплоизоляционные качества создают уют и тепловой комфорт для живущих людей, снижают затраты на отопление дома, а в солнечную погоду позволяют защитить комнату от перегрева.

Каждая квартира оборудована системой естественной вытяжной вентиляции. Вентиляционные отверстия расположены в ванной комнате, в туалете и на кухне на внутренних стенах, в верхней их части, и прикрыты металлическими или пластмассовыми решетками. Это – вытяжные отверстия. Через них вытяжной воздух из помещений удаляется на улицу. По законам физики работа этой системы зависит от разности температуры в помещении и на улице. Чем ниже температура воздуха на улице, тем лучше она работает и больше теплого воздуха удаляется. На смену ему, благодаря создаваемому вытяжной вентиляцией разрежению в квартире через щели в окнах, открытые форточки, двери, поступает холодный наружный воздух. Причем в холодную пору года действительный объем вентиляции зачастую намного превышает требуемую норму, приводя к увеличению затрат на отопление, так как через систему вентиляции теплопотери составляют до 15%.

Таким образом, типовая структура расхода тепловой энергии зданием выглядит следующим образом:

- наружные стены: 35–45%;
- окна: 20–30%;
- вентиляция: 15%;
- горячая вода: 10%;
- крыша, пол: 5–10%;
- трубопровод, арматура: 2%.

8.8. Тепловая изоляция зданий и сооружений

В холодную, дождливую, ветреную погоду мы всегда стремимся вернуться в теплый дом, где можно, сняв пальто, почувствовать себя в тепле и уюте. Наружные стены, окна, крыша защищают наш дом от низких температур, сильного ветра, осадков в виде дождя и снега и других атмосферных воздействий. При этом они препятствуют прониканию тепла из внутреннего помещения наружу вследствие своего сопротивления теплопередаче. Все строительные конструкции, ограждающие и защищающие внутренние помещения от атмосферных воздействий, называются ограждающими. А конструкции, воспринимающие нагрузку и обеспечивающие прочность здания, называют несущими. Это колонны, балки, перекрытия, стропила. И, чтобы сделать дом теплым, необходимо правильно выбрать материал, учитывая его теплозащитные свойства именно для ограждающих конструкций.

Качество теплоизоляции является важнейшим параметром энергопотребления здания. Коэффициент теплопередачи должен находиться в пределах от 0,3 Вт/(м^2·К) до 0,2 Вт/(м^2·К). Следует запомнить, что снижение потерь тепла на 7–9% позволяет увеличить температуру в помещении на 1 °С.

В строительной практике применяются разнообразные теплоизоляционные материалы. К основным из них относятся:

– легкие бетоны (керамзитобетон, перлитобетон, шлакобетон, газобетон, пенобетон и др.);

«теплые» растворы (цементно-перлитовый, гипсоперлитовый, поризованный и др.);

– изделия из дерева и других органических материалов (плиты древесностружечные, фибролитовые, камышитовые и др.);

минераловатные и стекловолокнистые материалы (минераловатные маты, минераловатные плиты мягкие, полужесткие, жесткие и повышенной жесткости на различных связующих, плиты из стекловолокна и др.);

– полимерные материалы (пенополистирол, пенопласт, пенополиуретан, перлитопластобетон и др.);

– пеностекло или газостекло, а также другие композиционные материалы и изделия из них.

Использование конкретного материала для теплозащиты стен зависит от целого ряда факторов, определяющими из которых являются: долговечность; требуемая толщина слоя теплоизоляции; возможное место расположения материала на стене; масса теплоизоляционной конструкции; стоимость материала; трудоемкость устройства; возможность поставки материала на строительную площадку.

В современном строительстве стеновые конструкции для облегчения делают многослойными. Утеплитель, как правило, располагают между слоями из бетона или кирпичной кладки. При утеплении уже возведенных зданий утеплитель может крепиться на наружной или внутренней стенах. Предпочтительней изоляцию проводить снаружи (рис. 8.8.1, *а, б*), так как в противном случае сокращается полезная площадь помещений, возникает необходимость переноса электрооборудования, имеется вероятность выпадения конденсата и образования плесени, требуется выселение жильцов на время ремонта. Внутреннюю теплоизоляцию стен обычно проводят для зданий, являющихся памятниками архитектуры. Разработаны и внедрены различные технологии теплоизоляции существующих зданий. Стеновые конструкции утепляют плитными материалами, закрепляемыми на стенах, поверх которых наносится штукатурка или другие защитные влагостойкие материалы. Одним из наиболее распространенных утеплителей является минеральная вата. Утепление стен повышает комфортные условия в помещении. Температура внутренней поверхности стены увеличивается с 13–14 до 18–19 °С, что ведет к уменьшению излучения. При этом относительная влажность в стеновой конструкции уменьшается с 82 до 36%, снижая риск конденсации и разрушения. Система утепления наружных стен позволяет снизить потери тепла до 40%.

Для теплоизоляции перекрытий применяют как плитные, так и насыпные материалы. Для утепления крыш весьма удобными являются рулонные материалы, укладываемые между стропилами. При утеплении крыш и перекрытий дополнительно используются парозащитные пленки, которые препятствуют выпадению конденсата. Эффективность изоляции крыш и чердачных перекрытий выше у малоэтажных зданий, чем у многоэтажных. Для одно-двухэтажного коттеджа потери уменьшаются на 20%, а для девятиэтажного дома – на 3,5%.

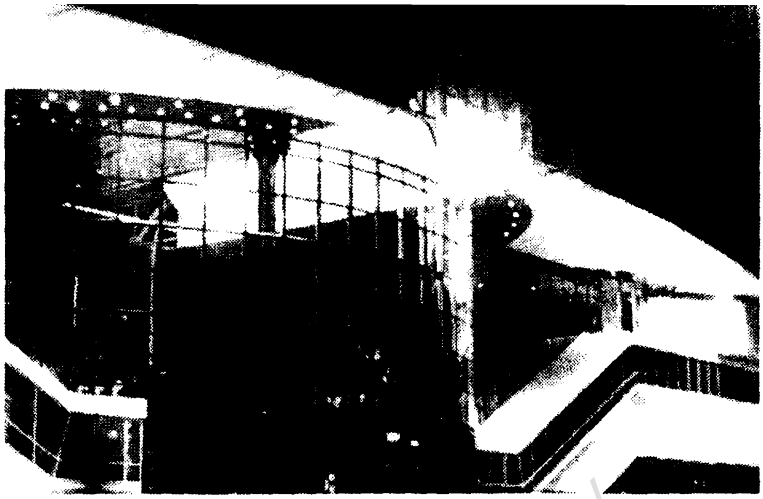


Рис. 8.8.1. *а.* Новое здание железнодорожного вокзала (г Минск), утепленное «мокрым легким» способом



Рис. 8.8.1. *б.* Утепление зданий «легким мокрым» способом

Наибольшие потери тепла сосредоточены в мостиках холода. Различают геометрически обусловленные мостики холода и обусловленные конструкцией и материалами. В первом случае потери тепла возрастают за счет увеличения наружных поверхностей теплообмена в углах зданий, при наличии выступов. Во втором – за счет отличий теплотехнических свойств материалов стен и опор перекрытия перемычек. Например, кирпичная кладка и железобетон име-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ют коэффициенты теплопроводности 0,7 и 1,5 Вт/(м^2·К). Специальные приемы теплоизоляции мостиков холода позволяют снизить теплопотери приблизительно в два раза.

Значительное количество тепла, как мы говорили выше, теряется через окна. В домах старой постройки, значение коэффициента теплопередачи окон может достигать 3,5 Вт/(м^2·К). При этом потери составляют почти 50% от тепла, потребляемого на отопление.

В идеале заполнения оконных проемов должны обладать такими же характеристиками по защите от шума, потери тепла и прочности, как и стеновые ограждающие конструкции, обеспечивая при этом необходимую освещенность, комфортное проветривание, простоту и удобство в эксплуатации.

Сопротивление теплопередаче применяемых окон должно быть не ниже установленного в Республике Беларусь показателя $R_0 > 0,6$ (м^2·К)/Вт. Это можно достичь следующими средствами:

– установка дополнительного остекления или переплета в оконный проем (рис. 8.8.2);

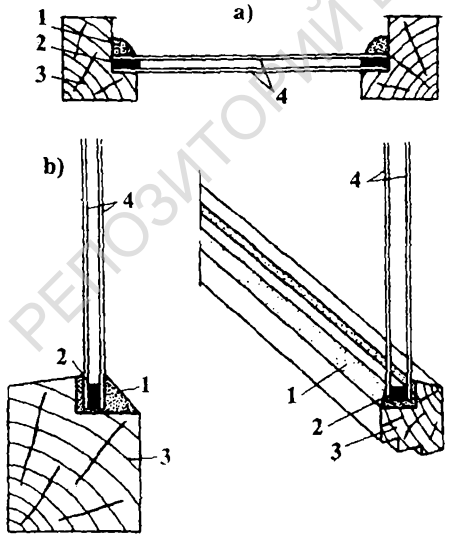


Рис. 8.8.2. Установка дополнительного стекла на картонную или резиновую прокладку:

а – вид в плане, *б* – вид в разрезе, *1* – замазка *2* – резиновая или картонная прокладка, обмазанная краской, *3* – переплет, *4* – скрепленные между собой стекла.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

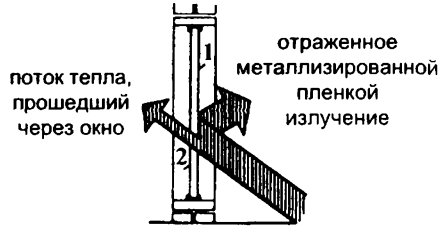


Рис. 8.8.3. Установка металлизированной пленки: *1* – стекло, покрытое металлизированной пленкой, *2* – стекло из пленки.

– установка металлизированной пленки (рис. 8.8.3);

устройство с наружной стороны окна экрана, выполненного из непрозрачных пластин (рис. 8.8.4);

– установка штор, жалюзи-экранов с внутренней стороны помещения (рис. 8.8.5);

размещение различных экранов в межстекольном пространстве (рис. 8.8.6).

В таблице 8.8.1 приведены данные по сопротивлению теплопередаче с использованием различных вариантов конструкционных решений при заполнении оконных проемов.

Один из путей снижения затрат тепловой энергии применение вентилируемых окон, которые позволяют по-

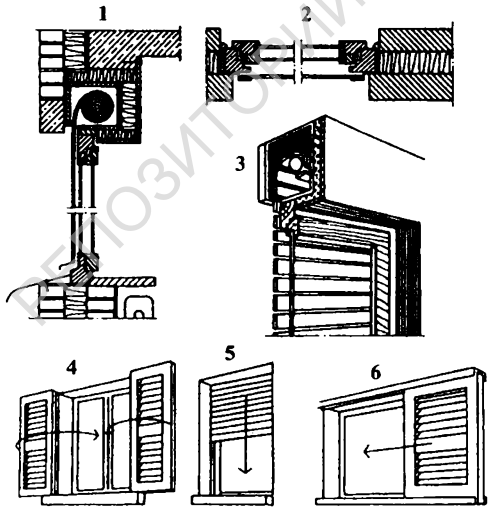


Рис. 8.8.4. Окна со свертывающимися экранами:

1 – вертикальный разрез, *2* – горизонтальный разрез, *3* – аксонометрия, *4* – окна с закрывающимися ставнями, *5* – окна с опускающимися жалюзями, *6* – окна с задвигающимися ставнями

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

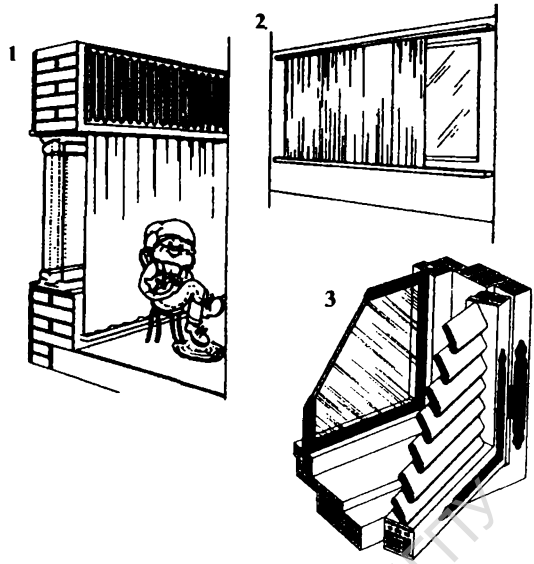


Рис. 8.8.5. Установка штор (1, 2) и жалюзи (3) с внутренней стороны помещения

высить температуру внутренней поверхности остекления и дать экономию энергии в результате обеспечения жилых домов свежим подогретым воздухом, необходимым для вентиляции помещения. В окнах такой конструкции дела-

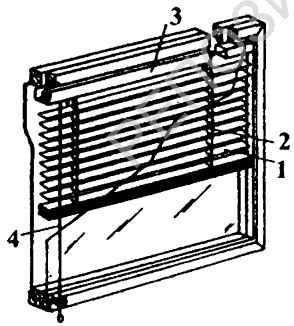


Рис. 8.8.6. *а* – Межстекольная штора-жалюзи:
1 – алюминиевая пластина, *2* – гибкая связь, *3* – короб, *4* – шнур

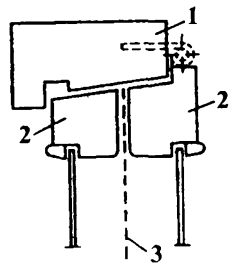


Рис. 8.8.6. *б* – Установка металлизированной пленки в межстекольном пространстве:
1 – оконная коробка, *2* – переплет, *3* – теплоотражающая пленка

Таблица 8.8.1

Сопротивление теплопередаче различных вариантов конструкционных решений при заполнении оконных проемов

Конструкции	*Общее сопротивление* теплопередаче, $м^2 \cdot К/Вт$
Одинарное стекло	0,17
Двойное стекло	0,38
Тройное стекло	0,62
Двойное стекло + штора	0,46
Двойное стекло + две шторы	0,55
Двойное стекло + штора, покрытая алюминиевым лаком	0,64
Двойное стекло + деревянные ставни	0,52
Тройное стекло + штора	0,70
Тройное стекло + две шторы	0,73
Тройное стекло + штора, покрытая алюминиевым лаком	0,88
Тройное стекло + деревянные ставни	0,76
Тройное стекло + ставни, покрытые алюминиевым лаком	0,83

ют дополнительные отверстия в нижней части наружного и в верхней части внутреннего переплетов.

Улучшить условия теплового комфорта и повысить температуру внутренней поверхности окна можно за счет обдува остекления теплым воздухом. Наиболее простым способом создания восходящих струй теплого воздуха является просверливание отверстий в подоконной доске, находящейся над отопительным прибором. Нагретый воздух, поднимаясь вверх, позволит не только повысить температуру остекления, но и уменьшить влияние инфильтрующего через окно холодного воздуха (рис. 8.8.7).

Поверхность стены, находящуюся под окном за отопительным прибором, рекомендуется утеплить, а поверх теплоизоляции устроить экран из блестящей алюминиевой фольги, отражающий излучаемое батареей тепло внутрь комнаты.

Сейчас для заполнения оконных проемов широко применяются стеклопакеты. Стеклопакет представляет собой изделие, состоящее из двух или более слоев стекла, соединенных между собой по контурам таким образом, что между

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

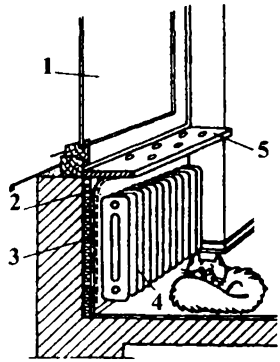


Рис. 8.8.7 Утепление зарадиаторной стенки с установкой отражающего экрана из алюминиевой фольги и обдув стекла поднимающимся от радиатора теплым воздухом через отверстие в подоконнике:
1 – стекло, *2* – алюминиевая фольга, *3* – утеплитель, *4* – отопительный прибор, *5* – отверстия в подоконнике

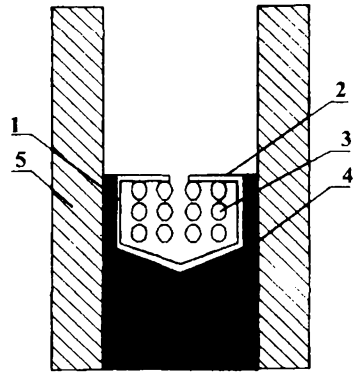


Рис. 8.8.8. Принципиальная схема конструкции традиционного изолирующего стеклопакета:
1 – внутренний шов, *2* – средник, *3* – осушитель, *4* – наружный шов, *5* – стекло

ними образуются герметически замкнутые полости, заполненные обезвоженным воздухом или другим газом (рис. 8.8.8).

Наибольший эффект достигается при использовании в стеклопакете одного из стекол с селективным покрытием, способным отражать тепловые волны внутрь помещения и одновременно пропускать снаружи солнечное тепловое излучение. Только за счет применения в стеклопакете такого стекла, а также введения в межстекольное пространство более плотного, чем воздух, газа, например аргона, криптона или ксенона, можно добиться величины термического сопротивления, приближающейся к единице. Исследования показывают, что конструктивные решения окон, и прежде всего их стеклянной части, смогут способствовать достижению термического сопротивления теплопередаче, равного 1,8–2,0 $(м^2 \cdot К)/Вт$.

Для того чтобы снизить объем вентиляции зимой, рекомендуется частично прикрывать вытяжные вентиляционные отверстия. Поскольку они оборудованы нерегулируемыми решетками, прикрыть их можно плотной бумагой или картоном. Вентиляционное отверстие, располо-

женное в ванной комнате, лучше всего совсем закрыть. Хозяйки могут возразить: "А как же быть с бельем после стирки? Будет ли оно сохнуть?" Да, будет, так как зимой воздух в помещениях очень сухой. В это время даже необходимо его увлажнять. Эту роль и будет выполнять высушиваемое в ванной белье. При открытом вентиляционном отверстии влага сразу же из ванной комнаты удалялась на улицу, а при закрытом она будет поступать в комнаты, увлажняя воздух. Это благоприятно скажется на микроклимате квартиры и самочувствии жильцов. Дело в том, что влажный воздух дает ощущение теплоты, а сухой – холода. Поэтому зимой увлажнение воздуха в помещении улучшает комфортное состояние людей.

Таким образом, существующий потенциал энергосбережения в жилищно-бытовом секторе может быть реализован за короткое время самими жильцами с помощью простых, недорогих и эффективных способов, представленных в таблице 8.8.2.

Таблица 8.8.2

Способы энергосбережения в жилищно-бытовом секторе

Способ	Мероприятия	Результат
Снижение тепловых потерь сквозь оконные, дверные проемы и притворы, на нагрев поступающего извне холодного воздуха	Устранить щели, неплотности ватой, герметиком, монтажной пеной; утеплить дверные и оконные рамы толстой бумагой, липкой лентой, завесить окна и балконные двери толстыми занавесками, но не закрывать ими радиаторы; укрепить прозрачную полиэтиленовую пленку на окнах (тройное остекление) или установить стеклопакеты; остеклить лоджию или балкон; установить регулируемые решетки на вентиляционных каналах или закрыть частично вентиляционные отверстия в туалете, ванной, на кухне плотной бумагой или картоном.	Потери тепла снижаются на 20—25 % 15—35 % 39 %
Повышение теплопередачи отопительных приборов	Установить отражающий экран за радиатором и под подоконником из блестящей пленки, алюминиевой фольги; между экраном и стеной положить теплоизолирующий слой из войлока; не загораживать радиаторы мебелью, коврами, шторами и т. п.	Потери тепла снижаются на 2—3 %

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

8.9. Пофасадное регулирование теплового режима зданий

Наружные ограждения конструкции стены, окна, крыши – защищают помещения жилого дома от влияния непогоды, ветра, холода. Чем лучше теплоизоляция, тем меньшее влияние оказывают низкие температуры на внутренний микроклимат. Вместе с тем в жаркое время года ограждения с хорошими теплозащитными качествами предохраняют помещения от перегрева. В летний, ясный день многие стараются уйти подальше от нагретого солнечными лучами дома, спрятаться в прохладе деревьев и не задумываться над тем, как можно было бы использовать тепло солнечных лучей.

Солнце постоянно излучает в окружающее пространство энергию. Примерно 9% излучения приходится на ультрафиолетовые лучи, 44% – на видимые, которые нам светят, и 47% – на инфракрасные, которые нас греют. Проходя через атмосферу, интенсивность солнечного излучения резко уменьшается и на поверхность земли падает энергия, состоящая из 1% ультрафиолетовых, лучей, 45% видимых и 54% инфракрасных лучей.

Тепловой пункт с пофасадным регулированием обеспечивает корректировку теплового режима отопления фасада здания в зависимости от отклонения температуры воздуха помещения, изменения температуры наружного воздуха, величины солнечной радиации на наружную стену и влияния инфильтрации. За счет регулирования повышаются комфортные условия в отапливаемых помещениях и обеспечивается сокращение расхода теплоты на отопление от 4 до 15%.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов на фасадах производится за счет изменения количества теплоносителя. Для этого используется регулятор температуры (тип РГК–2216–ДН) имеющий датчик сопротивления. Датчики внутренней температуры размещают на каждом фасаде. Их устанавливают на первом (t_B^H, °С) и на верхнем t_B^B, °С этажах на внутренней стенке, на высоте 1,5 м от пола. Датчики температуры наружного воздуха (t_H, °С), на каждом фасаде устанавливаются на высоте не менее 2 м от земли с защитным кожухом от солнечной радиации.

Датчики t_B^H и t_B^B регулируют дефицит или избыток теплоты и дают команду регуляторам температуры на каждой фазе. При этом происходит открытие или закрытие прохода и соответственно перераспределение расходов теплоносителя в зависимости от потребности в теплоте обоих фасадов. Общий расход теплоносителя на вводе остается постоянным, что обеспечивает гидравлическую и тепловую устойчивость системы отопления и тепловых сетей.

9 ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

9.1. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы

Почти вся энергия поступает на поверхность Земли от Солнца, за исключением небольшого количества теплоты за счет радиоактивности земной коры, наличия раскаленного земного ядра, а также гравитационной энергии взаимодействия Земли с Луной и Солнцем. Даже органическое топливо, используемое сегодня, обязано своим происхождением фотосинтезу растительности болот доисторической эпохи. Однако не весь поток энергии солнечного излучения, интенсивность которого составляет примерно 1,4 кВт/м^2, утилизируется. Примерно 30–40% этого потока энергии рассеивается прямым отражением. Коэффициент отражения (альбедо) зависит от характерных особенностей поверхности, на которую падают лучи Солнца: от того, является ли она песчаной пустыней, снежной равниной, водной гладью, облачностью и т. д.

Возможная для практического использования человеком энергия сосредоточена в материальных объектах называемых топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР).

Топливно-энергетические ресурсы – совокупность всех природных и преобразованных видов топлива и энергии, используемых в республике.

Топливо – горючее вещество, применяемое для получения теплоты путем его сжигания.

Энергия – способность тела или системы тел совершать работу.

Энергетический ресурс носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть использован в перспективе.

В настоящее время основными потребляемыми энергетическими ресурсами являются природные виды топлива и энергия потоков воды, которые представляют собой не что иное, как преобразованную (саккумулированную) энергию Солнца.

Предварительно переработанный, преобразованный энергетический ресурс, непосредственно используемый на стадии конечного потребления, а также природный энергетический ресурс, потребляемый на этой стадии, называется ***энергоносителем***. Примеры энергоносителя – природный газ, мазут (котельное топливо), горячая вода и пар в системах центрального теплоснабжения и т. д.

Энергетические ресурсы по способу преобразования заключенной в них энергии делятся на первичные и вторичные. ***Первичный*** – энергоресурс, который не был подвергнут какой-либо переработке. ***Вторичный*** – энергоресурс, получаемый в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемый в этом технологическом процессе.

По возобновляемости энергетические ресурсы разделяют на возобновляемые и невозобновляемые.

Невозобновляемые – это естественно образовавшиеся и накопившиеся в недрах планеты запасы веществ, способные при определенных условиях высвобождать заключенную в них энергию. Но образование новых веществ и накопление в них энергии происходит значительно медленнее, чем их использование. К ним относятся ископаемые виды топлива и продукты их переработки: каменный и бурый уголь, сланцы, торф, нефть, природный и попутный газ. Особыми видами невозобновляемых энергетических ресурсов являются расщепляющиеся (радиоактивные) вещества, находящиеся в недрах нашей планеты.

Возобновляемые – это те энергетические ресурсы в которых происходит постоянное восстановление энергии. Источниками возобновляемой энергии являются солнечное излечение, энергия приливов и отливов, энергия химиче-

ских реакций и радиоактивного распада в недрах Земли (проявляется в виде геотермальных источников), энергия Солнца (проявляется в виде энергии ветра, гидроэнергии и биомассы).

На классификационной схеме невозобновляемые и возобновляемые виды энергетических ресурсов обозначены соответственно белыми и серыми прямоугольниками (см. рис. 10.1.1, стр. 181).

9.2. Виды топлива (твердое, жидкое, газообразное, ядерное)

По определению Д.И. Менделеева, «топливом называется горючее вещество, умышленно сжигаемое для получения теплоты».

В настоящее время термин «топливо» распространяется на все материалы, служащие источником энергии (например, ядерное топливо).

Топливо по происхождению делят на:

природное топливо (уголь, торф, нефть, горючие сланцы, древесина и др.)

– искусственное топливо (моторное топливо, генераторный газ, кокс, брикеты и др.).

По своему агрегатному состоянию его делят на твердое, жидкое и газообразное топливо, а по своему назначению при использовании – на энергетическое, технологическое, бытовое. Наиболее высокие требования предъявляются к энергетическому топливу, а минимальные требования – к бытовому.

Твердое топливо – древесно-растительная масса, торф, сланцы, бурый уголь, каменный уголь.

Жидкое топливо – продукты переработки нефти (мазут).

Газообразное – природный газ; газ, образующийся при переработке нефти, а также биогаз (см. стр. 160).

Ядерное – расщепляющиеся (радиоактивные) вещества (уран, плутоний).

Органическое топливо, т. е. уголь, нефть и природный газ, составляет подавляющую часть всего энергопотребления. Образование органического топлива является результатом теплового, механического и биологического воздей-

Репозиторий БГПУ

ствия в течение многих столетий на останки растительного и животного мира, откладывавшиеся во всех геологических формациях. Все это топливо имеет углеродную основу, и энергия высвобождается из него, главным образом, в процессе образования диоксида углерода.

Твердое топливо. Ископаемое твердое топливо (за исключением сланцев) является продуктом разложения органической массы растений. Самое молодое из них – торф – представляет собой плотную массу, образовавшуюся из перегнивших остатков болотных растений. Следующими по «возрасту» являются бурые угли – землистая или черная однородная масса, которая при длительном хранении на воздухе частично окисляется («выветривается») и рассыпается в порошок. Затем идут каменные угли, обладающие, как правило, повышенной прочностью и меньшей пористостью. Органическая масса наиболее старых из них – антрацитов – претерпела наибольшие изменения и на 93% состоит из углерода. Антрацит отличается высокой твердостью.

Мировые геологические запасы угля, выраженные в условном топливе, оцениваются в 14000 млрд. т, из которых половина относится к достоверным (Азия – 63%, Америка – 27%). Наибольшими запасами угля располагают США и Россия. Значительные запасы имеются в ФРГ Англии, Китае, на Украине и в Казахстане.

Все количество угля можно представить в виде куба со стороной 21 км, из которого ежегодно изымается человеком «кубик» со стороной 1,8 км. При таких темпах потребления угля хватит примерно на 1000 лет. Но уголь – тяжелое неудобное топливо, имеющее много минеральных примесей, что усложняет его использование. Запасы его распределены крайне неравномерно. Известнейшие месторождения угля: Донбасский (запасы угля 128 млрд. т), Печорский (210 млрд. т), Карагандинский (50 млрд. т), Экибастузский (10 млрд. т) Кузнецкий (600 млрд. т), Канско-Ачинский (600 млрд. т), Иркутский (70 млрд. т) бассейны. Самые крупные в мире месторождения угля – Тунгусское (2300 млрд. т – свыше 15% от мировых запасов) и Ленское (1800 млрд. т – почти 13% от мировых запасов).

Добыча угля ведется шахтным методом (глубиной от сотен метров до нескольких километров) или в виде открытых карьерных разработок. Уже на этапе добычи и транспортировки угля, применяя передовые технологии, мож-

но добиться снижения потерь при транспортировке, уменьшения зольности и влажности отгружаемого угля.

Возобновляемым твердым топливом является древесина. Доля ее в энергобалансе мира сейчас чрезвычайно невелика, но в некоторых регионах древесина (а чаще ее отходы) также используется в качестве топлива.

В качестве твердого топлива могут быть также использованы брикеты – механическая смесь угольной или торфяной мелочи со связующими веществами (битум и др.), спрессованная под давлением до 100 МПа в специальных прессах.

Жидкое топливо. Практически все жидкое топливо пока получают путем переработки нефти. Нефть, жидкое горючее полезное ископаемое, представляет собой бурую жидкость, содержащую в растворе газообразные и легколетучие углеводороды. Она имеет своеобразный смоляной запах. При перегонке нефти получают ряд продуктов, имеющих важное техническое значение: бензин, керосин, смазочные масла, а также вазелин, применяемый в медицине и парфюмерии.

Сырую нефть нагревают до 300–370 °С, после чего полученные пары разгоняют на фракции, конденсирующиеся при различной температуре t_k: сжиженный газ (выход около 1%), бензиновую (около 15%, t_k = 30–180 °С), керосиновую (около 17%, t_k = 120–135 °С), дизельную (около 18%, t_k = 180–350 °С. Жидкий остаток с температурой начала кипения 330–350 °С называется мазутом. Мазут, как и моторное топливо, представляет собой сложную смесь углеводородов, в состав которых входят, в основном, углерод (84–86%) и водород (10–12%).

Мазут, получаемый из нефти ряда месторождений, может содержать много серы (до 4,3%), что резко усложняет защиту оборудования и окружающей среды при его сжигании.

Зольность мазута не должна превышать 0,14%, а содержание воды должно быть не более 1,5%. В состав золы входят соединения ванадия, никеля, железа и других металлов, поэтому ее часто используют в качестве сырья для получения, например, ванадия.

В котлах котельных и электростанций обычно сжигают мазут, в бытовых отопительных установках – печное бытовое топливо (смесь средних фракций).

Мировые геологические запасы нефти оцениваются в 200 млрд. т, из которых 53 млрд. т составляют достоверные запасы. Более половины всех достоверных запасов нефти расположено в странах Среднего и Ближнего Востока. В странах Западной Европы, где имеются высокоразвитые производства, сосредоточены относительно небольшие запасы нефти. Разведанные запасы нефти все время увеличиваются. Прирост происходит в основном за счет морских шельфов. Поэтому все имеющиеся в литературе оценки запасов нефти являются условными и характеризуют только порядок величин.

Общие запасы нефти в мире ниже, чем угля. Но нефть более удобное для использования топливо, особенно в переработанном виде. После подъема через скважину нефть направляется потребителям в основном по нефтепроводам, железной дорогой или танкерами. Поэтому в себестоимости нефти существенную часть имеет транспортная составляющая.

Газообразное топливо. К газообразному топливу относится, прежде всего, природный газ. Это газ, добываемый из чисто газовых месторождений, попутный газ нефтяных месторождений, газ конденсатных месторождений, шахтный метан и т. д. Основным его компонентом является метан CH_4; кроме того, в газе разных месторождений содержатся небольшие количества азота N_2, высших углеводородов C_nH_m, диоксида углерода CO_2. В процессе добычи природного газа его очищают от сернистых соединений, но часть их (в основном сероводород) может оставаться.

При добыче нефти выделяется так называемый попутный газ, содержащий меньше метана, чем природный, но больше высших углеводородов и поэтому выделяющий при сгорании больше теплоты.

В промышленности и особенно в быту находит широкое распространение сжиженный газ, получаемый при первичной переработке нефти и попутных нефтяных газов. Выпускают технический пропан (не менее 93% C_3H_8+C_3H_6), технический бутан (не менее 93% C_4H_{10}+C_4H_8) и их смеси.

Мировые геологические запасы газа оцениваются в 140—170 триллионов $м^3$.

Природный газ располагается в залежах, представляющих собой «купола» из водонепроницаемого слоя (типа глины), под которым в пористой среде (песчаник) под

давлением находится газ, состоящий в основном из метана CH_4. На выходе из скважины газ очищается от песчаной взвеси, капель конденсата и других включений и подается на магистральный газопровод диаметром 0,5–1,5 м длиной несколько тысяч километров. Давление газа в газопроводе поддерживается на уровне 5 МПа при помощи компрессоров, установленных через каждые 100–150 м. Компрессоры вращаются газовыми турбинами, потребляющими газ. Общий расход газа на поддержание давления в газопроводе составляет 10–12% от всего прокачиваемого. Поэтому транспорт газообразного топлива весьма энергозатратен.

В последнее время в ряде мест все большее применение находит биогаз – продукт анаэробной ферментации (сбраживания) органических отходов (навоза, растительных остатков, мусора, сточных вод и т. д.). В Китае на самых разных отбросах работают уже свыше миллиона фабрик биогаза (по данным ЮНЕСКО – до 7 млн.). В Японии источниками биогаза служат свалки предварительно отсортированного бытового мусора. «Фабрика», производительностью до 10–20 $м^3$ газа в сутки, обеспечивает топливом небольшую электростанцию мощностью 716 кВт.

Анаэробное сбраживание отходов крупных животноводческих комплексов позволяет решить чрезвычайно острую проблему загрязнения окружающей среды жидкими отходами путем превращения их в биогаз (примерно 1 куб.м в сутки на единицу крупного рогатого скота) и высококачественные удобрения.

Весьма перспективным видом топлива, обладающим в три раза большей удельной энергоемкостью по сравнению с нефтью, является водород, научно-экспериментальные работы по изысканию экономичных способов промышленного преобразования которого активно ведутся в настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом. Запасы водорода неистощимы и не связаны с каким-то регионом планеты. Водород в связанном состоянии содержится в молекулах воды (H_2O). При его сжигании образуется вода, не загрязняющая окружающую среду. Водород удобно хранить, распределять по трубопроводам и транспортировать без больших затрат.

В настоящее время водород в основном получают из природного газа, в ближайшем будущем его можно будет по-

лучать в процессе газификации угля. Для получения химической энергии водорода используется также процесс электролиза. Последний способ имеет значительное преимущество, так как приводит к обогащению кислородом окружающей среды. Широкое применение водородного топлива может решить три актуальные проблемы:

уменьшить потребление органического и ядерного топлива,

– удовлетворить возрастающие потребности в энергии,

– снизить загрязнение окружающей среды.

Ядерное топливо. Единственный природный вид ядерного топлива – тяжелые ядра урана и тория. Энергия в виде теплоты высвобождается под действием медленных нейтронов при делении изотопа ^{235}U, который составляет в природном уране 1/140 часть. В качестве сырья могут использоваться ^{238}U и ^{232}Th, которые при облучении нейтронами превращаются в новое ядерное топливо – соответственно ^{239}Pu и ^{239}U. При делении всех ядер, содержащихся в 1 кг урана, выделяется энергия $2 \cdot 10^7$ кВт·ч, что эквивалентно 2,5 тыс. т высококачественного каменного угля с теплотой сгорания 35 МДж/кг (8373 ккал/кг).

9.3. Соотношение и калорийность топлива

Твердое и жидкое топливо в общем случае состоит из углерода водорода, серы, кислорода, азота, минеральных примесей A и влаги W (табл. 9.3.1). Состав топлива в рабочем состоянии, в том виде, в котором оно сжигается, выражается следующим образом:

$$C^p + H^p + S^p + O^p + N^p + A^p + W^p = 100\%.$$

Если из рассмотрения исключить влагу, такое топливо перейдет в сухое состояние. Состав его записывается с индексом «*c*». Состав топлива как горючего материала, не содержащего минеральные примеси и влагу, определяется в сухом беззольном (горючем) состоянии и записывается с индексом «*r*».

Собственно горючими в органическом топливе являются углерод, водород и сера. Чем выше содержание углерода в топливе, тем больше выделяется теплоты при его

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

сгорании. С увеличением возраста топлива содержание углерода увеличивается (от 40 % у древесины до 93 % у антрацита), а водорода – уменьшается (от 6 до 2 %). Кислород, как и остальные элементы, содержится в виде сложных органических соединений. Чем больше в них кислорода, тем большая доля водорода и углерода топлива химически связана с ним, то есть фактически сгорела, и тем меньше выделится теплоты при сгорании единицы массы топлива. С увеличением возраста топлива O_p уменьшается от 42 % у древесины до 2 % у антрацита.

При полном сгорании углерода образуется относительно безвредный диоксид углерода CO_2 и выделяется 32,8 МДж теплоты на 1 кг углерода. При неправильной организации процесса горения (обычно при недостатке воздуха) продуктом сгорания является очень токсичный оксид углерода CO и выделяется всего 9,2 МДж теплоты.

При сгорании серы образуется токсичный сернистый ангидрид SO_2; и в небольших количествах, еще более токсичный серный ангидрид SO_3. Выброс их с продуктами сгорания вызывает загрязнение воздушного бассейна. Количество серы, входящей в состав органической массы топлива, не зависит от возраста угля и различно в углях разных месторождений (от 1% в углях восточных районов России до 6–9% в украинских и некоторых других углях).

Содержание азота в сухом беззольном состоянии твердого топлива обычно составляет 1–2% по массе. Несмотря на столь малое количество, азот является весьма вредным компонентом, поскольку при сгорании азотсодержащих компонентов в высокотемпературных топках образуются сильно токсичные оксиды NO и диоксиды NO_2.

Максимальная влажность в рабочем состоянии доходит до 50% и более и определяет экономическую целесообразность использования данного горючего материала и возможность его сжигания, поскольку для превращения 1 кг воды, взятой при 0 °С, в пар комнатной температуры нужно затратить примерно 2,5 МДж теплоты.

Зола включает в себя минеральные примеси, занесенные водой и ветром в период образования пластов топлива, и просто частицы породы, захватываемые вместе с ним при добыче. Небольшое количество минеральных примесей (не более 1–2%) входит в состав растений, из которых образовалось топливо.

В соответствии с существующими санитарными нормами, образующуюся при сгорании топлива золу необходимо улавливать. Транспортировка ее в отвалы усложняет и удорожает производство, поэтому ее стараются использовать в народном хозяйстве (добавка к цементу, раскисление почв).

Зола и шлак (спекшаяся зола) оказывают большое влияние на КПД топочного оборудования (загрязнение, зашлаковка) и его надежность работы (пережог труб и пр.).

Встречается твердое топливо (прежде всего древесина, торф, угли некоторых пластов), зольность которого в сухом состоянии не превышает 10%. Максимальное значение зольности доходит до 50% и более. Поскольку большая часть золы не связана с органической массой, зольность можно существенно уменьшить путем обогащения, то есть отделения пустой породы. Процесс этот достаточно дорогой, поэтому применяется главным образом для углей, предназначенных для коксования. Отходы обогащения часто используют в энергетике в качестве топлива.

Важной характеристикой, влияющей на процесс горения твердого топлива, является выход летучих веществ (убыль массы топлива при нагреве его без кислорода при 850 °С в течение 7 мин). По этому признаку угли делятся на: бурые (выход летучих веществ более 40%), каменные (10–40%), антрациты (меньше 10%). У древесины выход летучих веществ составляет 85–90%.

На определенной стадии разложения органической массы при нагревании она может становиться вязкой, текучей, пластичной. При дальнейшем разложении пластичная масса снова затвердевает. В зависимости от того, происходит пластификация или нет и какова степень ее, коксовый остаток может быть твердым спекшимся или рыхлым рассыпающимся. В первом случае угли относятся к разряду коксующихся. Запасы таких углей относительно невелики, они весьма дефицитны и используются только для получения металлургического кокса.

В энергетических и технологических установках сжигают только угли, непригодные для получения кокса, или коксовые отсевы мельче 10 мм и отходы углеобогащения.

Основной характеристикой топлива является теплота сгорания (теплотворная способность)– количество тепло-

ты, выделяемое при полном сгорании единицы топлива. Теплоту сгорания твердого (Q) и жидкого топлива обычно относят к 1 кг, а газообразного – к 1 м^3 (в нормальных условиях) на рабочее, сухое или сухое беззольное состояние.

Теплоту сгорания топлива определяют экспериментально. Для этого служат специальные приборы – калориметры.

Различают высшую Q_B^P *и низшую* Q_H^P теплоту сгорания. В первом случае учитывается теплота конденсации водяных паров, образовавшихся в процессе горения. Считается, что все количество водяных паров, которое получается при сжигании единицы топлива, будет полностью сконденсировано. Во втором случае величина энтальпии водяных паров не учитывается.

В таблице 9.3.1 приведены усредненные характеристики твердых и жидких видов топлива как по составу, так и по теплоте сгорания. Представленные данные характеризуют связь состава топлива с теплотой сгорания. Чем выше в топливе содержание горючих компонентов, тем больше значение теплоты сгорания.

Теплоту сгорания газообразного топлива обычно относят к 1 м^3 сухого газа в нормальных условиях и рассчитывают через теплоту сгорания составляющих его компонен-

Таблица 9.3.1

Состав и теплота сгорания топлива

Вид топлива	Состав топлива, %							Q, ккал/кг
	C	H	N	O	S	A	W	
Древесина	48–52	6–7	0,1–0,6	43–45			60–100	2990
Торф	25–60	2,6–6	1,1–3,0	15–40		6–50	0–95	1910–5000
Бурый уголь	55–60	4–6,5		15–30		9–50	35–62	4620–7420
Антрацит	94–97	1–3	1,0	3,0				8200
Нефть	82–87	11–14	0,7–1,8		0,1–5,5	0,3	0,4	10740
Мазут	87,5	10,7	0,7		0,6	0,3	0,2–4,0	9640–9880

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Таблица 9.3.2

Состав (%) и теплота сгорания горючих газов (ориентировочно)

Вид топлива	Состав топлива, %							Q_H^P, ккал/м³
	CH_4	H_2	CO	C_nH_m	CO_2	H_2S	N_2	
Природный газ	94,9			3,8	0,4		0,9	8780
Сжиженный газ	0,3	Пропан 79%, этан 6%, бутан 11%						21170
Биогаз	55–70	До 0,5			28–43	До 0,5	До 0,5	4310–5500

тов. Значения теплоты сгорания основного газообразного топлива приведены в таблице 9.3.2.

Оценка эффективности использования топлива при его сжигании в Беларуси и странах СНГ основана на низшей теплоте сгорания Q_H^P. В США, Англии – на высшей теплоте сгорания. В других странах Западной Европы как на низшей, так и на высшей. Энергетические характеристики некоторых видов топлива с учетом Q_B^P и Q_H^P даны в таблице 9.3.3. Из таблицы видно, что наибольший эффект от использования Q_B^P по сравнению с Q_H^P достигается при использовании природного газа, когда экономия топлива равна 11%, а минимальный эффект соответствует легкому жидкому топливу и равен 6%.

Применение топливоиспользующих энергоустановок с охлаждением дымовых газов ниже точки росы, когда по-

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Таблица 9.3.3

Эффект от использования высшей теплоты сгорания топлива

Вид топлива	Q_B^P, ккал/м³	Q_H^P, ккал/м³	Q_B^P / Q_H^P, ккал/м³	$Q_B^P - Q_H^P$, ккал/м³
Природный газ	9870	8910	1,11	960
Пропан	24350	22380	1,09	1970
Бутан	32055	29550	1,08	25059
Легкое жидкое топливо	9200	8680	1,06	520

лезно используется теплота конденсации водяных паров, позволяет достичь энергосберегающего эффекта.

9.4. Условное топливо

Различные виды энергетических ресурсов обладают разным качеством, которое характеризуется энергоемкостью топлива. Удельной энергоемкостью называется количество энергии, приходящееся на единицу массы физического тела энергоресурса.

Для сопоставления различных видов топлива, суммарного учета его запасов, оценки эффективности использования энергетических ресурсов, сравнения показателей теплоиспользующих устройств, принята единица измерения – условное топливо. Условное топливо это такое топливо, при сгорании 1 кг которого выделяется 29309 кДж, или 7000 ккал энергии. Для сравнительного анализа используется 1 тонна условного топлива.

$$1 \text{ т у. т.} = 29309 \text{ кДж} = 7000 \text{ ккал} = 8120 \text{ кВт·ч}.$$

Этот показатель соответствует хорошему малозольному углю, который иногда называют угольным эквивалентом.

За рубежом для анализа используется условное топливо с теплотой сгорания 41900 кДж/кг (10000 ккал/кг). Этот показатель называется нефтяным эквивалентом. В табл. 9.4.1 приведены значения удельной энергоемкости для ряда энергетических ресурсов в сравнении с условным топливом.

Таблица 9.4.1

Удельная энергоемкость энергетических ресурсов

Виды топлива	Удельная энергоемкость, кДж/кг	Удельная энергоемкость, ккал/кг
Условное топливо	29309	7000
Уголь антрацит	33500	8000
Дрова сухие	10500	2500
Нефть	41900	10000
Газ пропан	46100	11000
Водород	120600	28800

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Видно, что высокой энергоемкостью обладают газ, нефть и водород.

9.5. Топливно-энергетический комплекс Республики Беларусь, перспективы его развития

Основной целью энергетической политики Республики Беларусь на период до 2015 г. является определение путей и формирование механизмов оптимального развития и функционирования отраслей топливно-энергетического комплекса, надежное и эффективное энергообеспечение всех отраслей экономики, создание условий для производства конкурентоспособной продукции, достижение стандартов уровня жизни населения аналогичного высокоразвитым европейским государствам.

Для реализации этой цели Государственная энергетическая программа Республики Беларусь предусматривает использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в нарастающих масштабах. С учетом природных, географических, метеорологических условий республики предпочтение отдается малым гидроэлектростанциям, ветроэнергетическим установкам, биоэнергетическим установкам, установкам для сжигания отходов растениеводства и бытовых отходов, гелиоводоподогревателям.

Потенциал топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь представлен в таблице 9.5.1.

Поскольку нами выше уже рассматривался вопрос о перспективах использования в республике местных видов топлива, то остановимся подробно на характеристике перспектив развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Биологическая энергия. Под действием солнечного излучения в растениях образуются органические вещества, и аккумулируется химическая энергия. Этот процесс называется фотосинтезом. Животные существуют за счет прямого или косвенного получения энергии и вещества от растений. Этот процесс соответствует трофическому уровню фотосинтеза. В результате фотосинтеза происходит ес-

Репозиторий БГПУ

Таблица 9.5.1

Потенциал местных топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь (млн т у. т.)

Вид источника энергии	Общий потенциал	Технически возможный потенциал
Нефть	525,00	94,0
Попутный газ		9,3 2
Торф	1760,0	124,0
Древесно-растительная масса	4,0/год	3,0/год
Отходы гидролизного производства (лигнин)	1,0	0,6
Твердые бытовые отходы	0,52/год	0,2/год
Бурый уголь	1760,00	36,0
Горючие сланцы	2420,0	792,0
Гидроэнергия	1,8/год	1,2/год
Энергия ветра	0,03/год	0,02/год
Энергия Солнца	$2{,}70 \cdot 10^6$/год	0,6/год
Энергия сжатого природного газа	0,1	0,085
Растительная масса (солома, костра)	1,52/год	0,5/год

тественное преобразование солнечной энергии. Вещества, из которых состоят растения и животные, называют биомассой. Посредством химических или биохимических процессов биомасса может быть превращена в определенные виды топлива: газообразный метан, жидкий метанол, твердый древесный уголь. Продукты сгорания биотоплива путем естественных экологических или сельскохозяйственных процессов вновь превращаются в биотопливо. Система круговорота биомассы показана на рис. 9.5.1.

Энергия биомассы может использоваться в промышленности, домашнем хозяйстве. Так, в странах, поставляющих сахар, за счет отходов его производства покрывается до 40% потребностей в топливе. Биотопливо в виде дров, навоза и ботвы растений применяется в домашнем хозяйстве примерно 50% населения планеты для приготовления пищи, обогрева жилищ.

Существуют различные энергетические способы переработки биомассы:

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

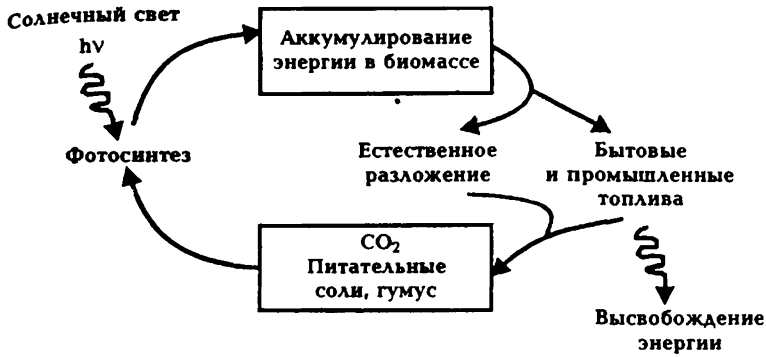


Рис. 9.5.1. Система планетарного круговорота биомассы

– термохимические (прямое сжигание, газификация, пиролиз);

– биохимические (спиртовая ферментация, анаэробная или аэробная переработка, биофотолиз);

– агрохимические (экстракция топлива).

Получаемые в результате переработки виды биотоплива и ее КПД приведены в таблице 9.5.2.

В последнее время появились проекты создания искусственных энергетических плантаций для выращивания биомассы и последующего преобразования биологической энергии. Для получения тепловой мощности, равной 100 МВт потребуется около 50 м^2 площади энергетических плантаций. Более широкий смысл имеет понятие энергетических ферм, которое подразумевает производство биотоплива как основного или побочного продукта сельскохозяйственного производства, лесоводства, речного и морского хозяйства, промышленной и бытовой деятельности человека.

В климатических условиях Беларуси с 1 га энергетических плантаций собирается масса растений в количестве до 10 т сухого вещества, что эквивалентно примерно 5 т у. т. При дополнительных агроприемах продуктивность 1 га может быть повышена в 2–3 раза. Наиболее целесообразно использовать для получения сырья выработанные торфяные месторождения, площадь которых в республике составляет около 180 тыс.га. Это может стать стабильным экологически чистым и биосферно-совместимым источником энергетического сырья.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Таблица 9.5.2

Виды топлива, получаемые в результате переработки биомассы

Источник биомассы или топлива	Производимое биотопливо	Технология переработки	КПД переработки, %
Лесоразработки	теплота	сжигание	70
Отходы переработки древесины	теплота газ	сжигание пиролиз уголь	70 85
Зерновые	солома	сжигание	70
Сахарный тростник, сок	этанол	сбраживание	80
Сахарный тростник, отходы	жмых	сжигание	65
Навоз	метан	анаэробное (без доступа воздуха) разложение	50
Городские стоки	метан	анаэробное разложение	50
Мусор	теплота	сжигание	50

Биомасса – наиболее перспективный и значительный возобновляемый источник энергии в республике, который может обеспечивать до 15% ее потребностей в топливе.

Весьма многообещающе для Беларуси использование в качестве биомассы отходов животноводческих ферм и комплексов. Получение из них биогаза может составить около 890 млн.м^3 в год, что эквивалентно 160 тыс. т у. т. Энергосодержание 1 м^3 биогаза (60–75% метана, 30–40% углекислого газа, 1,5% сероводорода) составляет 22,3 МДж, что эквивалентно 0,5 м^3 очищенного природного газа, 0,5 кг дизельного топлива, 0,76 кг условного топлива. Сдерживающим фактором развития биогазовых установок в республике являются продолжительные зимы, большая металлоемкость установок, неполная обеззараженность органических удобрений. Важным условием реализации потенциала биомассы является создание соответствующей инфраструктуры – от заготовки, сбора сырья до доставки конечной продукции потребителю. Биоэнергоустановку

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

рассматривают, в первую очередь, как установку для производства органических удобрений и, попутно, – для получения биотоплива, позволяющего получить тепловую и электрическую энергию.

Гидроэнергетические ресурсы. Гидроэнергетика – это область наиболее развитой на сегодня энергетики на возобновляемых ресурсах, использующая энергию падающей воды, волн (амплитуда волн в некоторых районах мирового океана достигает 10 м) и приливов. Цель гидроэнергетических установок – преобразование потенциальной энергии воды в механическую энергию вращения гидротурбины.

Преобразование гидроэнергии в электрическую стало возможным в конце XIX века. Крупные гидроэлектростанции (ГЭС) начали строиться на рубеже XIX и XX веков. Наносимый окружающей среде их водохранилищами ущерб: уничтожение флоры, фауны, плодородных земель в результате затопления, климатические изменения, потенциальная угроза землетрясений и др., заиливание гидротурбин, их коррозия, большие капитальные затраты на сооружение – вот наиболее сложные проблемы, связанные с сооружением и эксплуатацией ГЭС. Вырабатываемую ГЭС энергию легко регулировать, и она преимущественно используется для покрытия пиковой части графика нагрузки энергосистем с целью улучшения работы базисных электростанций (ТЭС, КЭС, АЭС).

Республика Беларусь – преимущественно равнинная страна, тем не менее, ее гидроэнергетические ресурсы оцениваются в 850–1000 МВт. Однако практически реализуемый потенциал малых рек и водотоков составляет едва ли 10% этой величины, что эквивалентно экономии 0,1 млн. т у. т./год. Для достижения большего пришлось бы затопить значительные площади из-за равнинного характера рек.

К концу 60-х гг. в Беларуси эксплуатировалось около 180 малых ГЭС (МГЭС) общей мощностью 21 МВт. В настоящее время осталось лишь 6 действующих МГЭС. Основные направления развития гидроэнергетики республики: восстановление старых МГЭС путем капитального ремонта и частичной замены оборудования; сооружение новых МГЭС на водохранилищах неэнергетического (комплексного) назначения, на промышленных водосбросах; строительство бесплотинных ГЭС на реках со значитель-

ным расходом воды. Работы по восстановлению МГЭС уже начаты. В 1992–2000 годах в республике восстановлены следующие ГЭС:

- Добромыслянская (Витебская обл.) – 200 кВт;
  Гонолес (Минская обл.) – 250 кВт;
- Войтощизненская (Гродненская обл.) –150 кВт;
- Жемыславльская (Гродненская обл.) – 160 кВт;
- 1-я очередь Вилейской ГЭС (Минская обл.) – 900 кВт;
  Богинская (Витебская обл.) – 300 кВт;
- Ольховка (Гродненская обл.) – 100 кВт;
- Тетеринская (Могилевская обл.) – 600 кВт.

Проведенный анализ показывает, что в перспективе на притоках рек Западная Двина, Неман, Вилия, Днестр, Припять и Западный Буг может быть построено около 50 малых ГЭС суммарной мощностью 50 тыс. кВт и среднегодовой выработкой электроэнергии 160 млн. кВт·ч.

Однако наиболее значительный вклад гидроэнергетики в общий энергетический баланс республики может внести строительство каскада ГЭС на реках Западная Двина в районе Витебска, Полоцка, Верхнедвинска, Бешенковичей и Немане в районе г Гродно и д. Немново.

Эти гидроэлектростанции при относительно небольшом затоплении пойменной территории позволят получить до 800 млн. кВт·ч в год электроэнергии при установленной мощности около 240 МВт.

Реальный ежегодный потенциал гидроэнергетики приведен в таблице 9.5.1.

Ветроэнергетические ресурсы. Ветер представляет собой движение воздушных масс земной атмосферы, вызванное перепадом температур в атмосфере из-за неравномерного нагрева земной поверхности Солнцем.

Устройства, преобразующие энергию ветра в полезные виды энергии (механическую, электрическую или тепловую), называются ветроэнергетическими установками (ВЭУ), или ветроустановками.

Энергия ветра на земном шаре оценивается в 175–219 тыс.ТВт·ч в год. Это примерно в 2,7 раза больше суммарного расхода энергии на планете. Постоянные воздушные течения к экватору со стороны северного и южного полушарий образуют систему пассатов. Существуют периодические движения воздуха с моря на сушу и обратно в

течение суток (бризы) и года (муссоны). Полезно может быть использовано лишь 5% указанной величины энергии ветра. Используется же значительно меньше. Выявим причины этого и перспективы развития ветроэнергетики.

Наиболее эффективный способ использования энергии ветра – производство электроэнергии. В ветроэнергетической установке (ВЭУ) кинетическая энергия движения воздуха превращается в энергию вращения ротора генератора, который вырабатывает электроэнергию. Выходная мощность установки пропорциональна площади лопастей ветрового ротора и скорости ветра в кубе. Поэтому ВЭУ большой мощности оказываются крупногабаритными, ведь скорость ветра в среднем бывает небольшой. Для защиты от разрушения сильными случайными порывами ветра установки проектируются со значительным запасом прочности. Трудности в использовании ВЭУ связаны с непостоянством скорости ветра. Приходится управлять частотой вращения ветроколеса и согласовывать ее с частотой вращения электрогенератора. Кроме того, в периоды безветрия электроэнергия не производится. Для исключения перерывов в электроснабжении, ВЭУ должны иметь аккумуляторы энергии. Крупномасштабное применение ВЭУ в каком-то одном районе может вызвать значительные климатические изменения, испортить ландшафт ВЭУ создают шум и электромагнитные помехи.

Научные разработки и исследования ориентированы на использование ВЭУ по двум направлениям: в региональных энергосистемах и для местного (автономного) энергоснабжения. Функционируют ВЭУ мощностью до 200 кВт, и созданы установки мощностью 3–4 МВт Срок службы таких генераторов около 20 лет. Стоимость вырабатываемой ими электроэнергии будет меньше, чем ТЭС на жидком топливе. Устанавливаться такие ВЭУ могут на открытых равнинных местах. Ветроустановки мощностью от 10 до 100 кВт для автономного энергоснабжения жилых помещений, ферм и других потребителей могут применяться в странах с высоким жизненным уровнем.

Обратим внимание на современные способы применения энергии ветра в механических целях:

– гоночные яхты, паромы, большие суда для перевозки грузов с автоматизированным управлением парусами;

– ветряные мельницы;

водяные насосы мощностью до 10 кВт, приводимые в движение ветроколесом и используемые в сельском хозяйстве.

Территория Республики Беларусь находится в умеренной ветровой зоне. Стабильная скорость ветра составляет 4–5 м/с и соответствует нижнему пределу устойчивой работы отечественных ВЭУ Это позволяет использовать лишь 1,5–2,5% ветровой энергии. К зонам, благоприятным для развития ветроэнергетики, со среднегодовой скоростью ветра выше 5–5,5 м/с, относится 20% территории страны. Наиболее эффективно можно применять ВЭУ на возвышенностях большей части севера и северо-запада Беларуси и в центральной части Минской области, включая прилегающие к ней районы с запада. По некоторым оценкам, возможная установленная мощность ВЭУ к 2010 г. в республике может составить 1500 кВт. Поэтому ветроэнергетику можно рассматривать в качестве вспомогательного энергоресурса, решающего местные проблемы, например, отдельных фермерских хозяйств.

Основным направлением использования ВЭУ в нашей республике на ближайший период будет применение их для привода насосных установок и как источников энергии для электродвигателей. Перспективны ВЭУ в сочетании с МГЭС для перекачки воды. Эти области применения характеризуются минимальными требованиями к качеству электрической энергии, что позволяет резко упростить и удешевить ветроэнергетические установки. Готовится к серийному выпуску ветроустановка мощностью 5–8 кВт, устойчиво работающая при скорости ветра 3,5 м/с. Разрабатывается и готовится к испытаниям более мощная ВЭУ с горизонтальным ветроколесом.

По сегодняшним прогнозам вклад ветровой энергетики в общий энергобаланс республики в ближайшей перспективе предполагается незначительным (см. стр. 168, таблица 9.5.1).

Солнечная энергия. Лучистая энергия Солнца, поступающая на Землю – практически неисчерпаемый источник. Огромная энергия образуется на Солнце за счет синтеза легких элементов – водорода и гелия.

Известно два направления использования солнечной энергии. Наиболее реальным, находящим относительно

широкое распространение в таких странах, как Австралия, Израиль, США, Япония, является преобразование солнечной энергии в тепловую энергию и использование в нагревательных системах. Второе направление системы непрямого и прямого преобразования в электрическую энергию.

Солнечные нагревательные системы могут выполнять ряд функций:

подогрев воздуха, воды для отопления и горячего водоснабжения зданий;

сушку пшеницы, риса, кофе, других сельскохозяйственных культур, лесоматериалов для предупреждения их поражения насекомыми и плесневыми грибками;

поставку теплоты для работы абсорбционных холодильников;

– опреснение воды в солнечных дистилляторах;
– приготовление пищи;
– привод насосов.

Для территории Беларуси свойственны относительно малая интенсивность солнечной радиации и существенное изменение ее в течение суток и года. В этой связи необходимо отчуждение значительных участков земли для сбора солнечного излучения, весьма большие материальные и трудовые затраты. По оценкам, для обеспечения потребностей Беларуси в электроэнергии при современном техническом уровне требуемая площадь фотоэлектрического преобразования составляет 200–600 км^2, т. е. 0,1–0,3% площади республики. Появились предложения об использовании территории Чернобыльской зоны для строительства площадок солнечных и ветровых электростанций.

Для нашей республики реально использование солнечной энергии для сушки кормов, семян, фруктов, овощей, подъема и подогрева воды на технологические и бытовые нужды. В результате возможная экономия ТЭР оценивается всего в 5 тыс. т у. т./год. В республике начат выпуск гелиоводонагревателей и уже накоплен некоторый опыт их эксплуатации.

В целом вопрос широкомасштабного использования солнечных теплоиспользующих систем различного назначения требует тщательной проработки и соответствующих инвестиций. Так, для круглогодичного применения сол-

Репозиторий БГПУ

нечной энергии для нужд теплоснабжения необходимы сезонные аккумуляторы тепла большой емкости, а фотоэлектрические системы требуют значительного уменьшения их стоимости.

В таблице 9.5.1 приведена цифра по годовому использованию солнечной энергии при нынешних экономических и технических возможностях.

Геотермальные ресурсы. В ядре Земли максимальная температура достигает 4000 °С. Земля непрерывно отдает теплоту, которая восполняется за счет распада радиоактивных элементов. Выход теплоты через твердые породы суши и океанского дна происходит за счет теплопроводности и реже – с потоками расплавленной магмы при извержении вулканов, с потоками воды горячих ключей и гейзеров.

Термальные воды широко применяются для отопления и горячего водоснабжения в ряде стран: Исландии, Австралии, Новой Зеландии, Италии. Столица Исландии Рейкьявик почти полностью обогревается теплотой подземных вод.

В Новой Зеландии, Италии, США работают геотермальные электростанции (ГеоТЭС). Теплота из недр Земли на этих станциях поступает с паром, извлекаемым через пробуренные скважины или естественные трещины и расщелины. Со временем давление и температура в скважине падают, поверхность вокруг нее на площади в 6 км^2 оседает, производительность убывает. Чтобы предотвратить этот процесс, под землю под высоким давлением должна закачиваться вода, что связано с риском возникновения землетрясений.

Температурные условия недр территории Беларуси изучены недостаточно. По предварительным данным, наиболее благоприятные условия для образования термальных вод имеются в Припятской впадине. Температура воды на устье скважин составляет 35–500° С. Относительно низкая температура вод, большая глубина залегания (2000–3000 м), их высокая минерализация (330–450 г/дм^3), низкий дебит скважин (100–150 м^3/сутки) не позволяют в настоящее время рассматривать термальные воды в качестве заслуживающего внимания источника энергии.

Твердые бытовые отходы. В жилых и общественных зданиях (школах, вузах, детсадах, магазинах, столовых и т. д.) образуются твердые бытовые отходы (ТБО). Содержание

органического вещества в них составляет 40–75%, углеводов – 35–40%, зольность – 40–70%. Количество горючих компонентов в ТБО равно 50–88%. Их теплотворная способность – 800–2000 ккал/кг. Бытовые отходы содержат также трудно разлагаемые химические элементы, в их числе хлорорганические и токсичные. В большой степени они (ТБО) обогащены кадмием, оловом, свинцом и медью.

В мировой практике получение энергии из ТБО осуществляется сжиганием или газификацией. В Японии, Дании, Швейцарии сжигается около 70% твердых бытовых отходов, остальная часть складируется на полигонах или компостируется. В США сжигается около 14% ТБО, в Германии – 30%, Италии – 25%. В Республике Беларусь общий энергетический потенциал ТБО оценивается в 20–23 млн. т у. т., из них только 8–10% перерабатывается и используется в производстве. Ежегодно накапливается 2,4 млн. тонн ТБО с потенциальной энергией 470 тыс. т у. т. Учитывая бедность республики энергетическими ресурсами, необходимо вовлечь ТБО в ее энергопотенциал путем применения прогрессивных технологий, заимствованных из опыта других стран, либо развернуть исследования и создать собственные технологии переработки ТБО.

9.6. Атомная энергетика и ее целесообразность

Роль источника тепла на атомных электростанциях (АЭС) играет ядерный реактор, теплота в котором выделяется в результате деления ядерного топлива. Однако использование атомной энергии имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества:

– ядерное топливо обладает высокой теплотворной способностью. При делении одного грамма урана выделяется энергия равная 2000 кВт·ч. Для получения такого количества энергии нужно сжечь более 2000 кг угля. В связи с этим при эксплуатации АЭС расходы по доставке и транспортировке топлива сведены к минимуму;

– для АЭС основным фактором радиационной опасности является внешнее ионизирующее излучение. Однако с

точки зрения радиационного загрязнения окружающей среды АЭС более чистые по сравнению с угольными электростанциями: в угле содержатся естественные радиоактивные элементы – радий, торий, уран, полоний и др. которые вместе с золой выбрасываются в атмосферу (пылеугольная ТЭС мощностью 1200 МВт, потребляя 3,4 млн. т угля в год, выбрасывает в атмосферу ежегодно 130 тыс. т золы). Их активность составляет 100 мбэр/год, для АЭС аналогичной мощности величина радиоактивных выбросов – 0,5–1 мбэр/год.

Недостатки:

образуются жидкие, газообразные, аэрозольные и твердые радиоактивные отходы в процессе работы ядерного реактора. Присутствие в этих отходах долгоживущих изотопов продолжительное время сохраняет их активность на достаточно высоком уровне. Поэтому АЭС является потенциальным источником радиоактивной опасности для обслуживающего персонала, а также окружающего населения, что повышает требования к надежности и безопасности ее эксплуатации;

при эксплуатации АЭС возникает необходимость контроля за образованием радиоактивных отходов, а перед поступлением их во внешнюю среду необходимо устанавливать многобарьерные системы фильтров и защитных устройств;

– захоронение образовавшихся твердых отходов необходимо осуществлять в специальных траншеях, где обеспечивается полный радиоактивный распад вне контакта с биосферой. Твердыми отходами являются детали загрязненного радиоактивными веществами демонтированного оборудования, отработанные фильтры для очистки воздуха, сорбенты, спецодежда, мусор;

– радиоактивные воды АЭС необходимо перерабатывать с помощью специальных водоочисток (принцип работы – испарение воды, осаждение твердой фазы и ионный обмен), и образующиеся концентраты и растворы реагентов направлять в специальное хранилище жидких отходов.

– газовые и аэрозольные отходы необходимо подвергать очистке на многоступенчатых фильтрах, выдержке в очистных устройствах и для выброса в атмосферу устанавливать высокие трубы (100–150 м);

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

– перед захоронением отходы необходимо подвергать отверждению (битумировать и остекловывать) для связывания радиоактивных веществ. Последующее хранение должно производиться в герметических железобетонных емкостях или металлических контейнерах.

Для оценки целесообразности развития атомной энергетики распоряжением Премьер-министра Республики Беларусь была создана комиссия, в выводах которой сказано, что в течение ближайших 10 лет нецелесообразно начинать строительство атомной станции, но необходимо продолжить работы по подготовке к развитию атомной энергетики в Республике Беларусь.

Сроки строительства АЭС будут определяться Правительством Республики Беларусь с учетом технических, экологических, социальных и экономических предпосылок.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГПУ

10 ВИДЫ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

10.1. Энергия и ее виды. Назначение и использование

Энергия играет решающую роль в развитии человеческой цивилизации. Потребление энергии и накопление информации имеют примерно одинаковый характер изменения во времени. Существует тесная связь между расходом энергии и объемом выпускаемой продукции.

Согласно представлениям физической науки энергия – это способность тела или системы тел совершать работу. Существуют различные классификации видов и форм энергии. Назовем те ее виды, с которыми люди наиболее часто встречаются в своей повседневной жизни: механическая, электрическая, электромагнитная и внутренняя. К внутренней энергии относятся тепловая, химическая и внутриядерная (атомная). Внутренняя форма энергии обуслов-

лена потенциальной энергией взаимодействия частиц, составляющих тело, или кинетической энергией их беспорядочного движения.

Если энергия – результат изменения состояния движения материальных точек или тел, то она называется кинетической; к ней относят механическую энергию движения тел, тепловую энергию, обусловленную движением молекул.

Если энергия – результат изменения взаимного расположения частей данной системы или ее положения по отношению к другим телам, то она называется потенциальной; к ней относят энергию масс, притягивающихся по закону всемирного тяготения, энергию положения однородных частиц, например, энергию упругого деформированного тела, химическую энергию.

Основной источник энергии – это солнце. Под действием его лучей хлорофилл растений разлагает углекислоту, поглощаемую из воздуха, на кислород и углерод; последний накапливается в растениях. Уголь, подземный газ, торф, сланцы и дрова представляют собой запасы лучистой энергии солнца, извлеченные хлорофиллом в виде химической энергии угля и углеводородов. Энергия воды также получается за счет солнечной энергии, испаряющей воду и поднимающей пар в высокие слои атмосферы. Ветер, используемый в ветряных двигателях, возникает в результате различного нагревания солнцем земли в разных местах. Огромные запасы энергии заключены в ядрах атомов химических элементов.

В Международной системе единиц СИ в качестве единицы измерения энергии принят джоуль. Если расчеты связаны с теплотой, биологической, электрической и многими другими видами энергии то в качестве единицы энергии применяется калория (кал) или килокалория (ккал).

$$1 \text{ кал} = 4{,}18 \text{ Дж}.$$

Для измерения электрической энергии пользуются такой единицей, как Ватт·ч (Вт·ч, кВт·ч, МВт·ч).

$$1 \text{ Вт} \quad \text{ч} = 3{,}6 \text{ МДж или } 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \quad \text{с}.$$

Для измерения механической энергии пользуются такой единицей, как кг м.

$$1 \text{ кг} \quad \text{м} = 9{,}8 \text{ Дж}.$$

Энергия, которая содержится в природных источниках (энергоресурсах) и может быть преобразована в электрическую, механическую, химическую, называется первичной.

К традиционным видам первичной энергии, или энергоресурсам, относятся: органическое топливо (уголь, нефть, газ и др.), гидроэнергия рек и ядерное топливо (уран, торий и др.).

Энергия, получаемая человеком после преобразования первичной энергии на специальных установках – станциях, называется вторичной (электрическая энергия, энергия пара, горячей воды и т. д.).

В настоящее время широко ведутся работы по применению нетрадиционных, возобновляемых источников энергии: солнечной, ветра, приливов, морских волн, теплоты земли. Эти источники, помимо того, что они возобновляемы, относятся к «чистым» видам энергии, т. к. их использование не приводит к загрязнению окружающей среды.

На рис. 10.1.1 приведена классификация первичной энергии. Выделены традиционные виды энергии, во все времена широко использовавшиеся человеком, и нетрадиционные, сравнительно мало использовавшиеся до последнего времени в силу отсутствия экономичных способов их

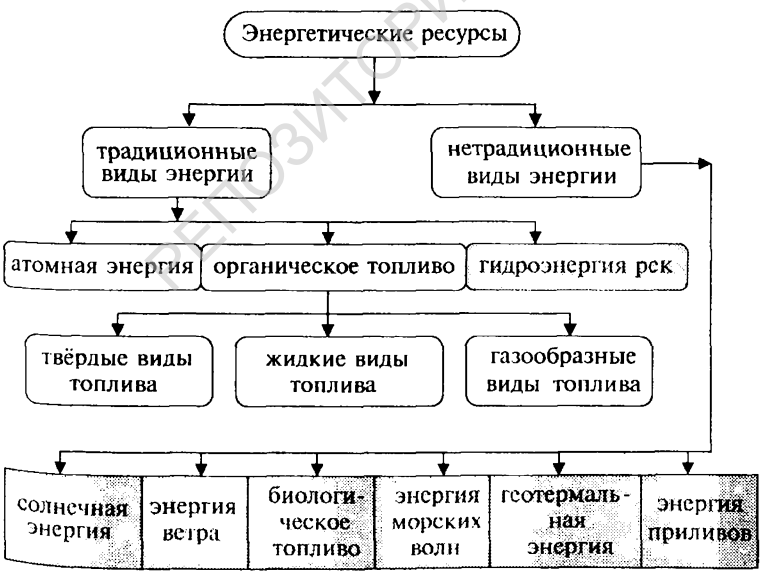


Рис. 10.1.1. Схема классификации первичной энергии

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

промышленного преобразования, но особо актуальные сегодня ввиду их высокой экологичности. На классификационной схеме невозобновляемые и возобновляемые виды энергии обозначены, соответственно, белыми и серыми прямоугольниками.

Потребление энергии необходимого вида и снабжение ею потребителей происходит в процессе энергетического производства, в котором можно выделить пять стадий:

1. Получение и концентрация энергетических ресурсов: добыча и обогащение топлива, концентрация напора воды с помощью гидротехнических сооружений и т. д.

2. Передача энергетических ресурсов к установкам, преобразующим энергию; она осуществляется перевозками по суше и воде или перекачкой по трубопроводам воды, нефти, газа и т. д.

3. Преобразование первичной энергии во вторичную, имеющую наиболее удобную для распределения и потребления в данных условиях форму (обычно в электрическую и тепловую энергию).

4. Передача и распределение преобразованной энергии.

5. Потребление энергии, осуществляемое как в той форме, в которой она доставлена потребителю, так и в преобразованной.

Если общую энергию применяемых первичных энергоресурсов принять за 100%, то полезно используемая энергия составит только 35–40%, остальная часть теряется, причем большая часть – в виде теплоты.

10.2. Преимущество электрической энергии

С далеких исторических времен развитие цивилизации и технический прогресс непосредственно связаны с количеством и качеством используемых энергоресурсов. Немногим более половины всей потребляемой энергии используется в виде тепла для технических нужд, отопления, приготовления пищи, оставшаяся часть – в виде механической, прежде всего в транспортных установках, и электрической энергии. Причем доля электрической энергии с каждым годом растет (рис. 10.2.1).

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

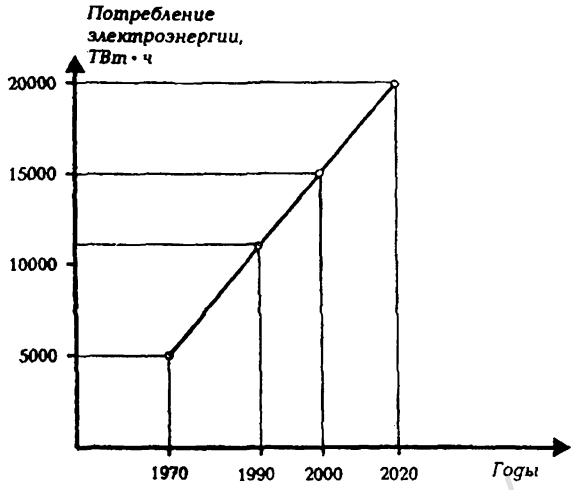


Рис. 10.2.1. Динамика потребления электрической энергии

Электрическая энергия является наиболее удобным видом энергии и по праву может считаться основой современной цивилизации. Подавляющее большинство технических средств механизации и автоматизации производственных процессов (оборудование, приборы, ЭВМ), замена человеческого труда машинным в быту имеют электрическую основу.

Почему же так быстро растет спрос именно на электрическую энергию, в чем ее преимущество?

Ее широкое использование обусловлено следующими факторами:

– возможностью выработки электроэнергии в больших количествах вблизи месторождений и водных истоков;

– возможностью транспортировки на дальние расстояния с относительно небольшими потерями;

возможностью трансформации электроэнергии в другие виды энергии: механическую, химическую, тепловую, световую;

– отсутствием загрязнения окружающей среды;

– возможностью применения на основе электроэнергии принципиально новых прогрессивных технологических процессов с высокой степенью автоматизации.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

10.3. Тепловые, гидро- и атомные электрические станции. Котельные

Электрическая и тепловая энергия производится:

на тепловых электрических станциях (ТЭС) на органическом топливе с использованием в турбинах водяного пара (паротурбинные установки – ПТУ), продуктов сгорания (газотурбинные установки – ГТУ), их комбинаций (*парогазовые установки* – ПГТУ);

на гидравлических электрических станциях (ГЭС), использующих энергию падающего потока воды, течения, прилива;

– на атомных электрических станциях (АЭС), использующих энергию ядерного распада.

Тепловые электрические станции (ТЭС). Их можно разделить на конденсационные электрические станции (КЭС), производящие только электроэнергию (они называются также ГРЭС государственные районные электростанции), и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) электрические станции с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии.

Рассмотрим схему производства электрической энергии на ТЭС, работающей на твердом топливе (рис. 10.3.1).

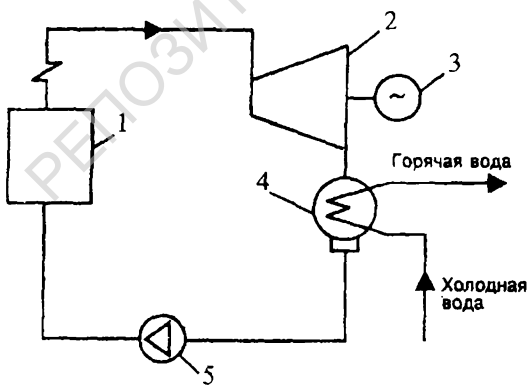


Рис. 10.3.1. Схема тепловой электроцентрали (ТЭЦ) с турбинами с ухудшенным вакуумом:
1 – паровой котел, *2* – турбина, *3* – электрогенератор, *4* – конденсатор, *5* – питательный насос

РЕПОЗИТОРИЙ БГУИР

Современные тепловые электрические станции имеют преимущественно блочную структуру, т. е. состоят из отдельных энергоблоков. В состав каждого энергоблока входят основные агрегаты – турбинный и котельный и связанное с ними непосредственно вспомогательное оборудование. Турбина вместе с котлом, питающим ее паром, образует моноблок.

Уголь поступает со склада в систему подготовки топлива, в которой дробится, подсушивается и размалывается, превращаясь в угольную пыль. В таком виде топливо поступает в горелки, в которых смешивается с подогретым воздухом.

Топливо сгорает в топочной камере парового котла с выделением теплоты. Эта теплота передается рабочему телу – воде, превращая ее сначала в насыщенный пар (пар, имеющий температуру кипящей жидкости, из которой он получен), а затем перегретый (имеющий температуру более высокую, чем температура кипения жидкости при данном давлении), обладающей большой энергией.

Энергия пара приводит во вращение ротор паровой турбины. Турбина вращается со скоростью 3000 оборотов в минуту (50 Гц). Механическая энергия вращения вала турбины передается электрогенератору, вырабатывающему электроэнергию, которая после повышения напряжения в трансформаторе направляется по линиям электропередачи к потребителю.

Отработавший в турбине пар подается в конденсатор, где конденсируется, отдавая тепло охлаждающей воде, перекачиваемой из охладителей, в качестве которых служат пруды-охладители или естественные водоемы озера, реки, водохранилища.

Образовавшийся конденсат откачивается из конденсатора и питательным насосом подается в котел.

Цикл замыкается. Потери воды компенсируются очищенной в системе водоподготовки добавочной водой.

Схема ТЭЦ отличается тем, что взамен конденсатора устанавливается теплообменник, где пар при значительном давлении нагревает воду, подаваемую в главные тепловые магистрали.

Гидроэлектростанции. В схему входят: водохранилище, подводящий водовод, регулятор расхода воды, гидротурбина, электрогенератор, система контроля и управления параметрами генератора, электрораспределительная система (рис. 10.3.2).

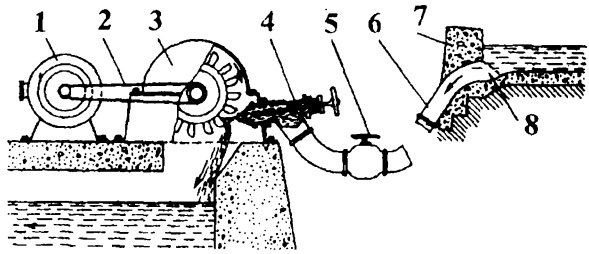


Рис. 10.3.2. Схема гидроэлектростанции (ГЭС) с ковшовой (активной) турбиной:
1 – электрогенератор, *2* – привод от турбины к генератору, *3* – гидротурбина, *4* – сопло, *5* – вентиль, *6* – водовод, *7* – плотина, *8* – решетка

Основным рабочим органом гидроэнергетической установки, непосредственно преобразующим энергию движущейся воды в кинетическую энергию своего вращения, является гидротурбина. Коэффициент полезного действия гидротурбины составляет до 90%.

Атомные электрические станции. Тепловые схемы атомных электростанций зависят от типа реактора, вида теплоносителя состава оборудования. Тепловые схемы могут быть одно, двух и трехконтурными.

В одноконтурных схемах пар вырабатывается непосредственно в реакторе и поступает в паровую турбину (рис. 10.3.3). Отработавший в турбине пар конденсируется, и конденсат питательным насосом подается в реактор. Одноконтурная схема наиболее проста в конструктивном отношении и дос-

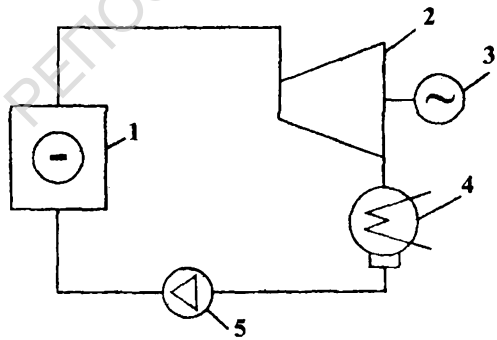


Рис. 10.3.3. Тепловая схема простейшей одноконтурной атомной электростанции (АЭС):
1 – ядерный реактор, *2* – турбина, *3* – электрогенератор, *4* – конденсатор, *5* – питательный насос

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

таточно экономична. Однако вода на выходе из реактора становится радиоактивной, что предъявляет повышенные требования к биологической защите и затрудняет проведение контроля и ремонта оборудования.

В двухконтурных схемах существуют два самостоятельных контура (рис. 10.3.4). Контур теплоносителя – первый; контур рабочего тела – второй. Общее оборудование обоих контуров – парогенератор. Нагретый в реакторе теплоноситель поступает в парогенератор, где отдает свою теплоту рабочему телу и при помощи главного циркуляционного насоса возвращается в реактор. Полученный в парогенераторе пар подается в турбину, совершает в ней работу, конденсируется, и конденсат питательным насосом подается в парогенератор. Наличие парогенератора усложняет установку и уменьшает ее экономичность, но препятствует появлению радиоактивности во втором контуре.

В трехконтурной схеме теплоносителями первого контура служат жидкие металлы, например натрий. Радиоактивный натрий первого контура из реактора направляется в теплообменник, где отдает теплоту натрию промежуточного контура, и циркуляционным насосом возвращается в реактор. Натрий промежуточного контура отдает теплоту в парогенераторе рабочему телу (воде) третьего контура. Образующийся в парогенераторе пар поступает в турбину, совершает работу, конденсируется и питательным насосом подается в парогенератор.

Трехконтурная схема требует больших затрат, но обеспечивает безопасную эксплуатацию реактора.

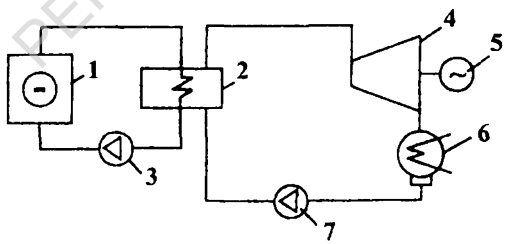


Рис. 10.3.4. Тепловая схема простейшей двухконтурной атомной электростанции (АЭС)
1 – ядерный реактор, *2* – теплообменник-парогенератор, *3* – главный циркуляционный насос, *4* – турбина, *5* – электрогенератор, *6* – конденсатор, *7* – питательный насос

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

Котельные. Котельные предназначены для централизованного теплоснабжения промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, а также для покрытия пиковых тепловых нагрузок в теплофикационных системах. Сооружение их требует меньших капиталовложений и может быть проведено в более короткие сроки, чем сооружение ТЭЦ той же мощности.

В котельных устанавливают водогрейные котлы или паровые котлы низкого давления.

10.4. Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую и световую (солнечные водоподогреватели, солнечные электростанции)

Особое значение среди всех видов энергоресурсов имеет энергия Солнца. В результате реакций ядерного синтеза в активном ядре Солнца достигаются температуры до 10000000 К. При этом поверхность Солнца имеет температуру около 6000 К. Электромагнитным излучением солнечная энергия передается в космическом пространстве и достигает поверхности Земли. Вся поверхность Земли получает от Солнца мощность около $1{,}2 \cdot 10^{17}$ Вт. Это эквивалентно тому, что менее одного часа получения этой энергии достаточно, чтобы удовлетворить энергетические нужды всего населения Земного шара в течение года.

В связи с большим потенциалом солнечной энергии чрезвычайно заманчивым является максимально возможное непосредственное использование ее для нужд людей.

10.4.1. Солнечные водоподогреватели (гелиоводоподогреватели)

Преобразование солнечной энергии в тепловую обеспечивается за счет способности атомов вещества поглощать электромагнитное излучение. При этом энергия электромагнитного излучения преобразуется в кинетическую энергию атомов и молекул, т. е. в тепловую энергию. Результатом этого является повышение температуры тела.

Репозиторий БГПУ

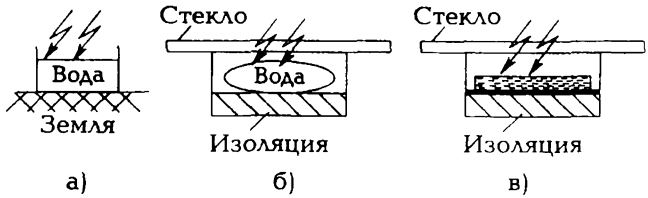


Рис. 10.4.1. Приемники солнечного излучения:
а – открытый резервуар на поверхности Земли; тепло уходит в Землю; *б* – чёрный резервуар в контейнере со стеклянной крышкой с изолированным днем; *в* – заполненная водой металлическая емкость; стандартный промышленный приемник: нагреваемая жидкость протекает через него и накапливается в специальном резервуаре

Для энергетических целей наиболее распространенным является использование солнечного излучения для нагрева воды в системах отопления и горячего водоснабжения.

Основным элементом солнечной нагревательной системы является приемник, в котором происходит поглощение солнечного излучения и передача энергии жидкости. Наиболее распространенными являются плоские (нефокусирующие) приемники, позволяющие собирать как прямое, так и рассеянное излучение и в силу этого способные работать также и в облачную погоду. Из-за относительно невысокой стоимости они являются предпочтительными при нагревании жидкостей до температур ниже 100 °С. Существуют различные варианты приемников солнечного излучения. Их можно условно разделить на две группы.

Простые приемники, содержащие весь объем жидкости, которую необходимо нагреть (рис. 10.4.1, *а*, *б*); Приемники более сложной конструкции нагревают за определенное время только небольшое количество жидкости, которая затем, как правило, накапливается в отдельном резервуаре, что позволяет снижать теплопотери системы в целом (рис. 10.4.1, *в*).

10.4.2. Подогреватели воздуха

Солнечное излучение можно использовать для подогрева воздуха, просушивания зерна, для обогрева зданий. Эти приложения имеют важное значение для экономики. Значительная часть урожая зерна в мире теряется в

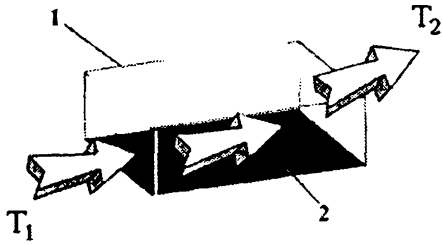


Рис. 10.4.2. Воздушный нагреватель:
1 – стеклянное покрытие, *2* – шероховатая черная поглощающая поверхность

результате поражения плесневым грибком, которое можно предупредить правильным просушиванием. На обогрев зданий в странах с холодным климатом расходуется до половины энергетических ресурсов. Частичная разгрузка энергетики, связанная с проектированием или постройкой зданий для использования солнечного тепла, позволит сэкономить значительные количества топлива, затрачиваемого ежегодно на эти цели.

На рис. 10.4.2 приведена одна из возможных конструкций воздушных нагревателей. Для отопления зданий зимой могут применяться так называемые пассивные и активные солнечные системы.

На рис. 10.4.3, *а* показан пассивный солнечный нагреватель: солнечные лучи попадают на заднюю стенку и пол

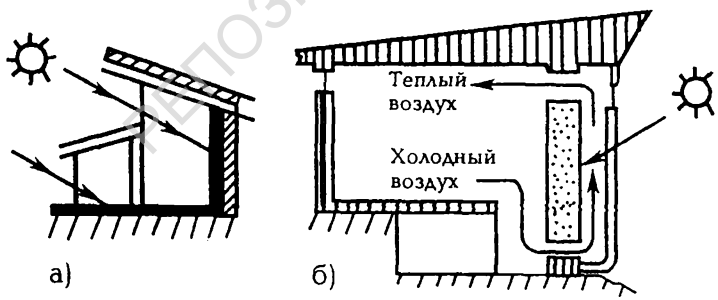


Рис. 10.4.3. Пассивные солнечные нагреватели:

а – прямой нагрев задней стенки здания; использованы массивные, окрашенные в черный цвет поверхности с усиленной теплоизоляцией для поглощения и накопления солнечной теплоты; *б* – здание с накопительной стенкой

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

здания, представляющие собой массивные конструкции с усиленной теплоизоляцией, окрашенные в черный цвет. Недостаток такой системы прямого нагрева – медленный подъем температуры в зимние дни, и чрезмерная жара летом устраняется с помощью накопительной стенки с солнечной стороны (рис. 10.4.3, *б*). Стенка работает как встроенный воздушный нагреватель с тепловой циркуляцией. Летом такую стену может затенять козырек крыши. Активные солнечные отопительные системы используют внешние нагреватели воздуха или воды. Их можно устанавливать уже на существующие здания. В странах с жарким климатом широко используются серийно выпускаемые солнечные системы для горячего водоснабжения, отопления, кондиционирования жилых домов, школ, больниц. Для жилого дома эти системы включают в себя солнечный коллектор, концентрирующий солнечную энергию и аккумулирующий ее в форме тепловой энергии воды, циркулирующей по трубкам коллектора, и бойлер, устанавливаемый на крыше; движение воды в системе может осуществляться благодаря термосифонному эффекту или действию насоса. Для теплоснабжения больниц и других общественных зданий эффективным оказывается применение комбинированных систем, состоящих из традиционного водяного или парового котла, работающего на органическом топливе, и солнечной нагревательной установки, предусматривающей систему плоских и (или) параболических коллекторов. Это обеспечивает независимость от погоды и повышает надежность и экономичность теплоснабжения. Используется солнечная энергия для работы тепловых насосов и холодильных установок.

10.4.3. Солнечные электростанции

В системах непрямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую, на гелиотермических (солнечных тепловых) электростанциях, солнечная энергия (аналогично энергии органического топлива на ТЭС) превращается в тепловую энергию рабочего тела, например, пара, а затем в электрическую. Можно создать гелиотермические электростанции мощностью до нескольких десятков, сотен мегаватт.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

В настоящее время существует определенный опыт строительства и эксплуатации солнечных тепловых электростанций, например, в Южной Калифорнии, в Крыму. Так, солнечная электростанция с паросиловым циклом мощностью 90 МВт с солнечным полем площадью 450000 м^2 имеет общий КПД по тепловой и электрической энергии – 38%. Лучшими технико-экономическими характеристиками обладает тепловая электростанция с интегрированным солнечно-комбинированным циклом, принципиальная схема которой дана на рис. 10.4.4.

Она включает газотурбинную установку, работающую на традиционном органическом топливе, и паротурбинную установку, приводимую в действие потоками пара высокого и низкого давления. Энергия этих потоков пара получена преобразованием энергии Солнца соответственно в контурах высокого и низкого давления. Основными элементами контуров являются устройства солнечного поля (коллектор из параболических зеркал и системы паропроводов, системы слежения и управления) и парогенераторы. Эффективность станции повышается за счет утилизации в экономайзере тепла потоков отработанных газа и пара высокого давления. Подобная гелиотермическая электростанция с интегрированным циклом мощностью 90 МВт при площади солнечного поля 200 м^2 позволяет увеличить общий КПД до 50%. Кроме того, при интегрированном цикле достигается определенная независимость от изменений характеристик солнечной радиации из-за погоды и времени суток и года. Альтернативный вариант – солнечные электростанции башенного типа. На них системы плоских зеркал, расположенные на большой площади, отражают солнечные лучи на центральный теплоприемник на вершине башни (рис. 10.4.5). К сожалению, КПД преобразования солнечной энергии в электрическую на башенных электростанциях составляет не более 10%, а стоимость получаемой электроэнергии несопоставима с ее стоимостью на ТЭС и даже АЭС. Ввиду непостоянства солнечного излучения в течение суток и времени года для обеспечения круглосуточного энергоснабжения от солнечной электростанции требуется аккумулирование энергии. В этой связи рациональна совместная работа гелиотермической и гидроаккумулирующей электростанций.

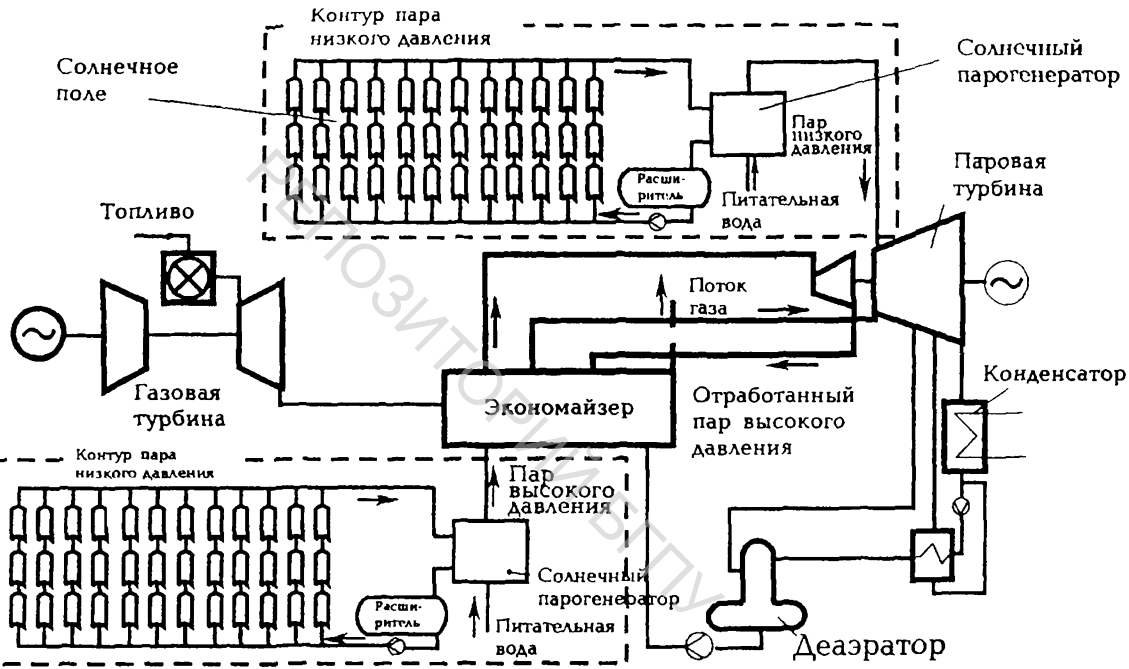


Рис. 10.4.4. Принципиальная схема солнечной тепловой электростанции с интегрированным солнечно-комбинированным циклом

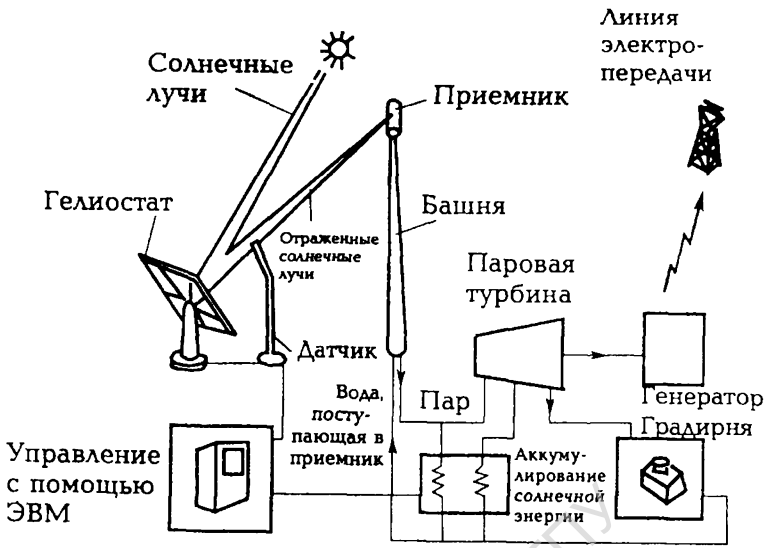


Рис. 10.4.5. Схема солнечной электростанции башенного типа

10.4.4. Фотоэлектрические преобразователи

Заманчиво и многообещающе прямое превращение солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных элементов (фотоэлементов), в которых используется явление фотоэффекта.

Фотоэффектом называются электрические явления, происходящие при освещении вещества светом, а именно: выход электронов из металлов (фотоэлектрическая эмиссия, или внешний фотоэффект); перемещение зарядов через границу раздела полупроводников с различными типами проводимости (p–n) (вентильный фотоэффект); изменение электрической проводимости (фотопроводимость).

При освещении границы раздела полупроводников с различными типами проводимости (p–n) между ними устанавливается разность потенциалов (фотоЭДС). Это явление называется вентильным фотоэффектом, и на его использовании основано создание фотоэлектрических преобразователей энергии (солнечных элементов, солнечных модулей и солнечных батарей).

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

В настоящее время наиболее совершенны кремниевые фотоэлементы. Их КПД, однако, составляет не более 15%, и они очень дороги.

Практические области применения фотоэлектрического преобразования солнечной энергии сегодня:

– уличное освещение, зарядные устройства, потребительские товары (фотоаппараты, калькуляторы, часы и т. д.);

– электромобили;

– автономные потребители (0,01–10 кВт): насосы, ирригация, холодильники, вентиляторы, аэрация водоемов, мобильные сельскохозяйственные установки, энергообеспечение домов (рис. 10.4.6), системы телекоммуникации и сигнализации;

– так называемые солнечные дома, имеющие солнечные модули (1–20 кВт) на крышах, объединенные с энергосистемой;

– центральные солнечные станции (50–5000 кВт), снабжающие энергией поселки и небольшие города.

Что касается крупных электростанций, то предложено два варианта реализации принципа фотоэлектрического преобразования. Первый заключается в создании солнечных станций на искусственных спутниках Земли, оборудованных солнечными панелями из фотоэлементов пло-

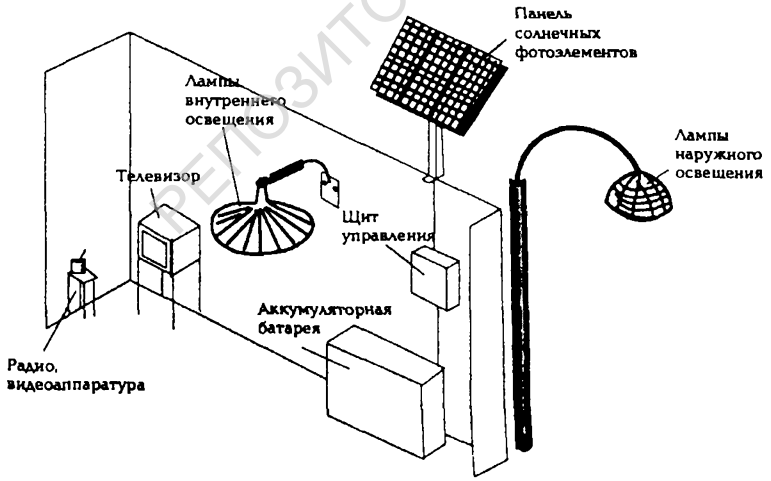


Рис. 10.4.6. Фотоэлектрическая солнечная установка для энергообеспечения дома в сельской местности

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

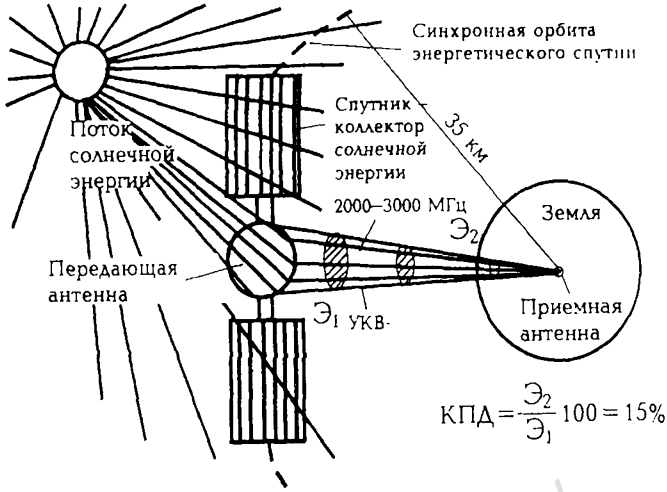


Рис. 10.4.7 Схема солнечной электростанции на искусственном спутнике

щадью от 20 до 100 км^2 в зависимости от мощности станции. Вырабатываемая на спутниках электроэнергия будет преобразовываться в электромагнитные волны в микроволновом диапазоне частот, направляться на Землю, где приниматься приемной антенной (рис. 10.4.7). Второй вариант предполагает монтаж сборных панелей солнечных фотоэлектрических элементов в малонаселенных и пустынных малоиспользуемых районах Земли. Для реализации этих проектов предстоит провести большой объем научных исследований и решить серьезные научно-технические проблемы.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

10.5. Экологичеяские аспекты энергетики

Современные ТЭС оказывают большое влияние на окружающую среду. Для обеспечения их работы привлекаются значительные природные ресурсы (топливо, вода, реагенты, строительные материалы). Через технологические (топливоснабжение) и естественные (сток рек, воздушные течения, подземная фильтрация) связи их влияние передается на значительные расстояния и должно быть учтено, локализовано и максимально нейтрализовано.

Размеры площадок ТЭС достигают 3–4 км^2 На этой территории полностью изменяется рельеф местности, харак-

теристики и распределение воздушных течений и поверхностного стока, нарушается почвенный слой, растительный покров, режим грунтовых вод. Эти изменения, а также производственные шумы и освещенность в ночное время приводят к нарушению экологического равновесия.

Выброс больших масс теплоты и влаги крупными градирнями вызывает снижение солнечной освещенности, образование низкой облачности и туманов, моросящих дождей, инея, гололеда, обледенение дорог и конструкций. В теплое время года в результате испарения капель, достигших земли, возможно засоление почв.

Создание водохранилищ-охладителей для мощных электростанций с поверхностью 20–30 км^2 приводит к перераспределению стока, изменению режима паводков, разливов, восполнения запасов грунтовых вод, условий разведения рыбы.

Сточные воды и ливневые стоки с территории ТЭС загрязняются отходами технологических циклов энергоустановок (нефтепродукты, шлаки, обмывочные воды). Их сброс в водоемы может оказаться гибельным для водных организмов, снижает способность водоема к самоочищению.

Отрицательное влияние на природные условия оказывают золоотвалы земля исключается из сельскохозяйственного оборота. Пыление золоотвалов приводит к гибели растений.

В технологических циклах электростанций более 95% охлаждающей воды нагревается на 90–100 °С, в водоемы сбрасывается большое количество теплоты, которая нарушает естественные условия существования экологических систем.

Газопылевые выбросы ТЭС загрязняют атмосферу углекислотой, золой, оксидами азота, сернистой и серной кислотой, что вызывает коррозию сооружений и оборудования, уменьшает солнечное облучение территории.

Среди основных направлений охраны окружающей среды от вредного воздействия ТЭС следует отметить применение природосберегающих технологий при генерации энергии. К их числу относятся технологии, которые увеличивают коэффициент использования топлива (ТЭЦ вместо КЭС, АЭС вместо ТЭС на органическом топливе) и соответственно уменьшают количество прямых (зола, шлак) и вторичных (обмывающие воды) загрязнений. К ним относятся различные способы деструктивной перера-

ботки топлива (получение метанола, синтез газа, водорода и т. д.) позволяющие более полно произвести выделение потенциальных загрязнителей (серы) на ранних стадиях использования топлива. Сюда же относится применение замкнутых технологических циклов: полное использование золы ТЭС; получение из дымовых газов азота и технической серной кислоты; улавливание и последующее сжигание нефтемаслопродуктов из отходящих вод.

Эти методы относятся к активным способам защиты окружающей среды.

Пассивные способы предусматривают применение устройств, улавливающих загрязнения на конечных стадиях технологического процесса (золоуловители, очистные сооружения) или способствующих их разбавлению до концентраций, меньших предельно допустимых (высокие дымовые трубы, шумопоглотители).

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

11 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

11.1. Световой режим в учебных помещениях

Цель занятия:

1. Изучить основные светотехнические понятия и величины, виды и нормы освещенности в кабинетах и лабораториях школы.

2. Научиться измерять освещенность люксметром и исследовать освещенность на рабочем месте.

Вопросы для изучения:

1. Основные светотехничекие понятия и величины.

2. Виды освещения и нормы освещенности в учебных помещениях.

3. Люксметр Ю–116.

4. Общие требования, предъявляемые к освещенности школьных помещений.

5. Исследование освещенности на рабочем месте.

11.1.1. Основные светотехнические понятия и величины

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Зрение – главный "информатор" человека: около 90% всей информации о внешнем мире поступает в наш мозг через глаза.

Производственное освещение, правильно спроектированное и выполненное, улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

Совершенство производственного освещения характеризуется количественными и качественными показателями.

К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициент отражения, а к качественным фон, контраст объекта с фоном, видимость.

Основная величина, характеризующая источник света – световой поток. Освещенность и видимость–основные показатели, характеризующие условия восприятия.

Световой поток F определяется как мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, которое она производит на человеческий глаз. За единицу светового потока принят люмен (лм). Световой поток в 1 люмен излучает платиновый излучатель площадью $0{,}5305\ 10^{-6}$ м^2 в момент затвердевания платины, т. е. при 2042 К.

Освещенность E – это отношение светового потока к площади поверхности, на которую он падает перпендикулярно, или плотность светового потока на освещаемой поверхности, измеряется в люксах (лк).

$$1\ \text{лк} = 1\text{лм}/1\text{м}^2,$$

т. е. 1 люкс – это освещенность, когда на 1 м^2 поверхности падает перпендикулярно световой поток в 1 люмен.

Видимость – универсальная характеристика качества освещения –характеризует способность глаза воспринимать объект. Зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции.

Контраст объекта с фоном K характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точка, линия, знак, трещина, рисунок или другие элементы, которые требуется различать в процессе работы) и фона.

Контраст объекта с фоном K определяется по формуле:

$$K = \frac{|L_ф - L_о|}{L_ф},$$

где $L_ф$ и $L_о$ – яркость соответственно фона и объекта.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается; характеризуется коэффициентом отражения, зависящим от цвета фактуры поверхности, значения которого лежат в пределах от 0,02 до 0,95.

При коэффициенте отражения поверхности более 0,4 фон считается светлым, от 0,2 до 0,4 – средним и менее 0,2 темным.

Коэффициент отражения ρ характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Определяется как отношение отражаемого от поверхности светового потока $F_{отр.}$ к падающему на нее потоку $F_{пад.}$

$$\rho = \frac{F_{отр.}}{F_{пад.}}$$

Объект различения – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

11.1.2. Виды освещения и нормы освещенности в учебных помещениях

В зависимости от источника света освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным.

Естественное освещение – это освещение помещений дневным солнечным светом (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы.

В качестве источников искусственного света применяются лампы накаливания и люминесцентные лампы.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть ***общее***, ***местное*** и ***комбинированное.*** При общем освещении светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение).

Местное освещение устраивается дополнительно к общему и создается светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

Комбинированное освещение это общее + местное. Освещенность для системы комбинированного освещения является суммой освещенности от общего и местного освещения.

При совмещенном освещении естественное освещение дополняется искусственным.

В связи с тем, что создаваемая в помещении освещенность изменяется в широких пределах, в качестве нормируемой величины для естественного освещения принят коэффициент естественного освещения (КЕО), равный отношению освещенности Е в некоторой точке внутри помещения к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода E_0, выраженного в процентах:

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% .$$

Освещенность помещений и рабочих мест должна быть достаточной и равномерной, не оказывать слепящего действия; световой поток должен быть правильно направлен. Недостаточная освещенность способствует развитию у школьников близорукости, угнетающе действует на центральную нервную систему, делает внимание неустойчивым.

В мастерских, в физической и химической лабораториях рекомендуется люминесцентное освещение. Освещенность рабочих поверхностей при использовании ламп накаливания должна составлять не менее 150 лк, люминесцентных – 300 лк. Совместная освещенность светильниками общего и местного освещения, должна быть 400 лк для ламп накаливания и 500 лк для люминесцентных ламп. Светильники общего освещения должны находиться на высоте не менее 3 м от пола.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Для измерения освещенности в кабинетах и лабораториях школы используется прибор люксметр Ю–116.

11.1.3. Люксметр Ю–116

Люксметр Ю–116 (рис. 11.1.1) состоит из измерителя, люксметра, 1 и отдельного фотоэлемента 5 с насадками 6 и 7. В качестве фотоэлектрического датчика используется селеновый фотоэлемент. На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя 3 и табличка 2 со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок. Прибор имеет две шкалы (0–100 и 0–30), на которых, точками отмечено начало диапазона измерений. На шкале 0–100 точка находится под отметкой 20, на шкале 0–30 над отметкой 5. Прибор имеет корректор 4 для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка 8 для присоединения фотоэлемента.

Для уменьшения косинусной погрешности, возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверх-

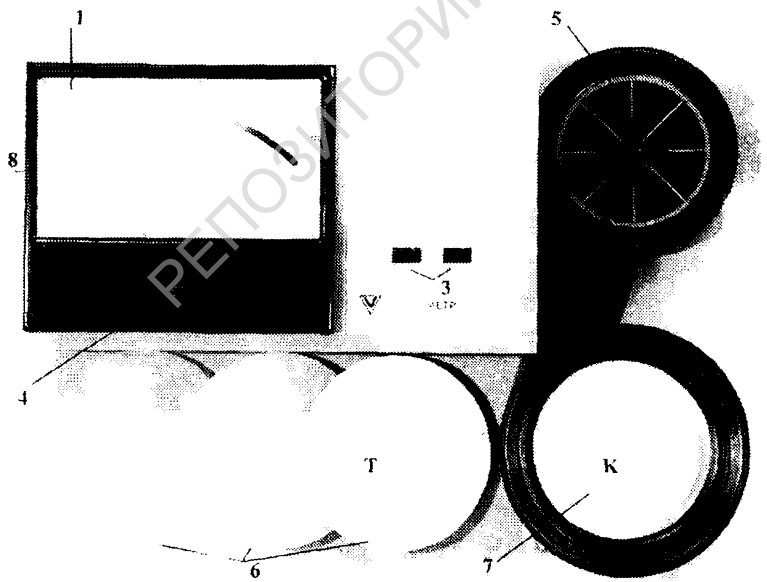


Рис. Люксметр Ю–116

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ность под углом, применяется насадка 7 на фотоэлемент, выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок 6, обозначенных буквами М, Р, Т Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой 7 (К) образует три поглотителя с коэффициентом ослабления, соответственно 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазонов измерений с 5—30 и 20—100 лк до 50—300, 200—1000; 500—3000, 2000—10000; 5000—30000, 20000—100000 лк.

Принцип отсчета значений измерений освещенности состоит в следующем: против нажатой кнопки определяется выбранное с помощью насадок (или без них) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 10, следует пользоваться шкалой 0—100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 30, следует пользоваться шкалой 0—30. Показания прибора умножают на коэффициент пересчета шкалы в зависимости от применяемых насадок.

Примечание. Если величина измеряемой освещенности неизвестна, то измерения производятся с установки на фотоэлемент насадок К и Т. С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 20—100 делений по шкале 0—100 и 5—30 делений по шкале 0—30, поступают следующим образом: последовательно устанавливают насадки К, Т; К, Р; К, М, и при каждой насадке сначала нажимают правую кнопку, а затем левую.

Если при насадках К, М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0—30, измерения производят без насадок, т. е. открытым фотоэлементом.

11.1.4. Общие требования, предъявляемые к освещенности школьных помещений

Каким бы ни было освещение в учебном помещении — естественным, искусственным или совмещенным, — к нему предъявляется ряд общих требований.

1. Достаточность — зависит от размера окон и межоконных проемов, ориентации окон относительно сторон света

(предпочтительно на юг и юго-восток), расположения затеняющих объектов, чистоты и качества стекол, количества и мощности источников искусственного освещения.

2. Равномерность – зависит от расположения окон, конфигурации классного помещения, контрастности между окраской стен, оборудования и учебных материалов, типа арматуры светильников (характер абажуров) и их расположения.

3. Отсутствие теней на рабочем месте – зависит от стороны падения света (свет, падающий слева, исключает тени от пишущей правой руки; верхний свет практически бестеневой).

4. Отсутствие слепимости (блесткости) – зависит от наличия поверхностей с высоким коэффициентом отражения (полированная мебель, застекленные шкафы и пр.) и арматуры светильников.

5. Отсутствие перегрева помещения зависит от наличия и силы прямых солнечных лучей и типа ламп.

Выполнение на практике указанных требований относительно естественного освещения во многом запрограммировано строительными нормами и правилами, т. е. уже заложено в проекте школьного здания. Однако существует ряд факторов, количественно влияющих на уровень естественного освещения.

Основными из этих факторов являются:

1. Световой коэффициент – отношение остекленной площади окон (площадь окон за вычетом оконных переплетов) к площади пола. Понятно, что чем больше площадь окон, тем выше уровень естественного освещения. Однако значительное увеличение размеров окон ведет к снижению теплоустойчивости здания в зимнее время и к чрезмерной инсоляции весной и осенью. Поэтому норма светового коэффициента для школ равна 1/4–1/5 (в сельских школах и физкультурных залах 1/6).

2. Угол падения света – тот угол, под которым свет падает на рабочее место. Он образован двумя прямыми: одна – из рабочего места к верхнему краю окна, другая – из рабочего места по горизонтали к окну. Понятно, что таких углов будет ровно столько, сколько рабочих мест в классе, и чем дальше от окна расположено рабочее место, тем этот угол меньше и тем хуже условия освещения. Поэтому угол падения света определяется в наиболее удаленном от окна рабочем месте и норма его – не менее 27°.

3. Угол отверстия – тот угол, под которым видно небо над крышей противоположного здания. Он характеризует влияние затеняющих объектов на уровень естественного освещения и образуется следующими прямыми: одна – из рабочего места к верхнему краю окна, другая – из рабочего места к проекции в окне крыши противостоящего здания. Как и угол падения света, угол отверстия определяется в наиболее удаленном от окна рабочем месте и его норма – не менее 5°

4. Коэффициент заслонения – отношение высоты противолежащего здания к расстоянию от него до школы. Этот показатель также характеризует влияние затеняющих объектов на величину естественного освещения класса. Его норма – не более 1/2. Показано, что если коэффициент заслонения равен 1/5, затеняющего эффекта практически нет.

Понятно, что повлиять существенным образом на величины показателей, количественно характеризующих уровень естественного освещения, учитель не в состоянии. Тем не менее, некоторые качественные стороны естественного освещения во многом зависят от правильных действий учителя.

Эти действия заключаются в следующем:

1. Следить за чистотой и качеством стекол. Осуществлять мытье окон 3–4 раза в год снаружи и 1–2 раза в месяц изнутри. Кроме того, неровные, волнистые стекла также задерживают свет, поэтому стекла в школьных окнах должны быть высокого качества.

2. Для остекления окон в начальных классах рекомендуется использовать увиолевые стекла, пропускающие ультрафиолетовые лучи.

3. Следить за тем, чтобы светопроемы были свободными. Снижение напряжения механизма аккомодации возможно в том случае, если школьник может время от времени посмотреть в окно, сфокусировать взгляд где-то в бесконечности.

4. Рекомендуется иметь на окнах класса два типа штор: полупрозрачные и непрозрачные. Первые используются в тех случаях, когда нужно снизить уровень инсоляции, вторые – когда используются технические средства обучения; в обычном же состоянии шторы должны быть раздвинуты.

5. Не рекомендуется располагать на окнах цветы – в той или иной степени они загораживают свет.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Задания для самостоятельной работы:

1. При проведении занятий в светлое время суток определяется освещенность при естественном, искусственном и совмещенном освещении. В темное время суток – только при искусственном освещении. Измерить освещенность на рабочих столах.

2. Произвести измерение освещенности в помещении через 1 метр от поверхности наружной стены (на высоте 1 м от пола) по всей ширине. Полученные данные записать в таблицу 11.1.1.

Таблица 11.1.1

Освещенность рабочего места

Расстояние от поверхности стен *l*, м	0	1	2	3
Освещенность Е, лк				
КЕФ, %				

3. Одновременно с измерением освещенности в помещении измерить освещенность на улице, в точке под открытым небосводом.

Для измерения освещенности в данной работе используется прибор люксметр Ю-116.

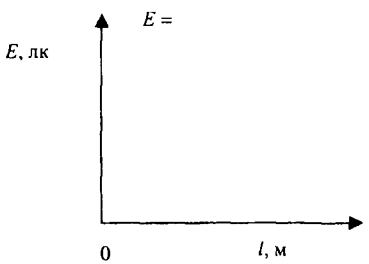
4. Определить коэффициент естественного освещения КЕО по формуле:

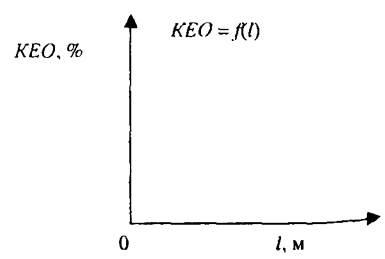
$$KEO = \frac{E}{E_0} \ 100\%,$$

где E – освещенность в определенной точке, внутри помещения при отключенном искусственном свете; E_0 – освещенность в точке под открытым небосводом.

Результаты измерений занести в таблицу.

5. Построить кривые светораспределения в помещении:





РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

6. По полученным результатам исследования сделайте выводы о зависимости освещенности E и коэффициента естественной освещенности КЕО от расстояния до источника света.

11.2. Искусственные источники света и их эффективность

Цель работы: изучить виды искусственных источников света, особенности их устройства и конструкции и эффективность их использования.

Вопросы для изучения:

1. Общие сведения.
2. Лампы накаливания.
3. Люминесцентные лампы.
4. Сравнение эффективности ламп накаливания и люминесцентных ламп.

11.2.1. Общие сведения

Свет представляет собой электромагнитные волны длиной $4 \cdot 10^{-7} - 8 \cdot 10^{-7}$ м. Волны излучаются при ускоренном движении заряженных частиц. Для того чтобы атом или молекула начали излучать, им необходимо передать определенное количество энергии. Излучая, они теряют полученную энергию, поэтому для непрерывного свечения необходим постоянный приток энергии извне.

Поток излучения $\Phi_{\text{излуч.}}$ – энергия, переносимая электромагнитными волнами за 1 секунду через произвольную поверхность. 1 Дж/с = 1 Вт – единица измерения потока излучения.

Энергетическая освещенность $E_{\text{энерг.}}$(плотность потока излучения) – отношение потока излучения к площади равномерно облучаемой им поверхности. Единица измерения энергетической освещенности – 1 Вт/м^2

Световой поток Φ – поток излучения, оцениваемый по его воздействию на человеческий глаз. Глаз человека неодинаково чувствителен к потокам света с различными длинами волн (наиболее чувствителен глаз при дневном освещении к свету с длиной волны 555 нм (1 нм=10^{-9} м)). Единицей измерения светового потока с точки зрения

Репозиторий БГПУ

восприятия его человеческим глазом является люмен (лм). Световой поток в 1 лм белого цвета равен $4{,}6 \cdot 10^{-3}$ Вт, или 1 Вт = 217 лм.

Освещенность E – отношение светового потока, падающего на поверхность, к площади этой поверхности. Измеряется в люксах (лк), где люкс – освещенность, при которой на 1 м^2 поверхности равномерно распределен световой поток в 1 люмен.

Освещенность поверхности прямо пропорциональна световому потоку Ф и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника.

Тепловое излучение – наиболее распространенный вид излучения. При этом потери атомами и молекулами энергии на излучение света компенсируются за счет энергии их теплового движения. Чем выше температура тела, тем быстрее движутся атомы и молекулы. При столкновении друг с другом часть их кинетической энергии превращается в энергию возбуждения, которая затем превращается в световую.

Люминесцентное излучение исходит из сравнительно небольшого числа центров люминесценции – атомов, молекул и ионов, приходящих в возбужденное состояние под воздействием внешних причин, а затем, при переходе возбужденного центра на более низкий энергетический уровень, испускающих кванты люминесцентного излучения. Вещества, в которых происходит люминесценция, называются люминофорами.

Для превращения электрической энергии в световую служат источники света. По способу генерирования ими излучения делятся на тепловые источники и источники люминесцентного излучения.

11.2.2. Лампы накаливания

Тепловыми источниками света являются лампы накаливания. Первая лампа накаливания была изобретена в 1873 году выдающимся русским электротехником А. Н. Лодыгиным. В лампах накаливания электрический ток, проходя по вольфрамовой спирали разогревает накаливает ее до белого свечения. При этом только 2–4% электрической энергии превращается в световую, а остальная часть энергии расходуется на тепловое и невидимое излучение. Чтобы

вольфрамовая спираль не сгорала, из стеклянной колбы выкачивают воздух. Такие лампы называются вакуумными. Для уменьшения интенсивности испарения вольфрамовой спирали и увеличения срока службы лампы, а также для повышения светоотдачи из стеклянной колбы выкачивают воздух и наполняют ее инертными газами: аргоном, криптоном, ксеноном со смесью азота.

Такие лампы называются газонаполненными и находят широкое применение на практике.

Срок службы ламп накаливания при номинальном напряжении составляет 1000 часов. Низкий срок службы ламп накаливания связан с ограниченным сроком использования вольфрамовой спирали, которая работает при больших температурах (около 2500 °С). Лампы накаливания изготавливают в основном на напряжение 220 В и 127 В, мощностью от 15 до 1500 Вт, а для местного освещения рабочих мест на напряжение 12 и 36 В мощностью до 100 Вт. Срок службы ламп накаливания снижается при их вибрациях, частых включениях и выключениях, не вертикальном положении.

Лампы накаливания характеризуются следующими величинами: напряжением, мощностью, световым потоком и световой отдачей.

Световая отдача определяется отношением светового потока, излучаемого лампой, к мощности, потребляемой из электрической сети. Единицей измерения световой отдачи является 1 лм/Вт.

К недостаткам ламп накаливания следует отнести и то, что свет, излучаемый ими, отличается от естественного преобладанием лучей желто-красной части спектра, что искажает естественную расцветку предметов.

Несмотря на имеющиеся недостатки, в настоящее время лампы накаливания находят все еще широкое применение в связи с их простотой в эксплуатации, надежностью, компактностью и низкой стоимостью.

Разновидностью ламп накаливания являются галогенные лампы (галоидные) (рис. 11.2.1), основное отличие которых заключается в повышенном сроке их службы, как правило, до 2000 часов. В этих лампах, кроме инертного газа, в колбу вводится незначительное количество чистого йода. При работе лампы пары йода вступают в реакцию с частицами испарившегося вольфрама нити накала, обра-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

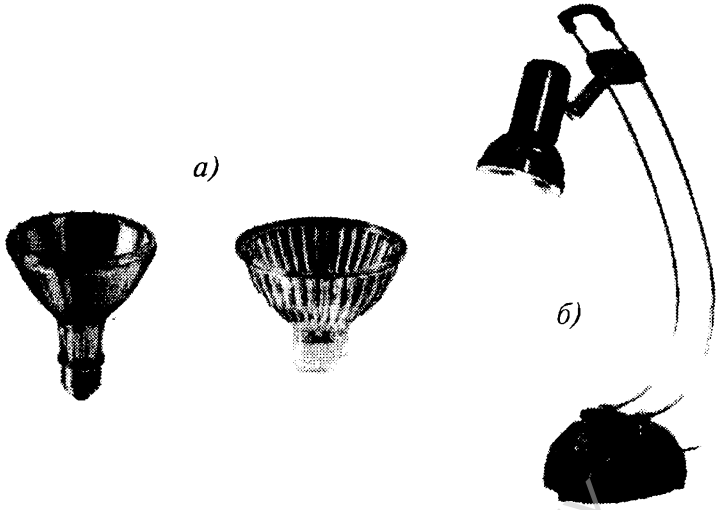


Рис. 11.2.1 Галогенные лампы

зуя газообразное соединение йодид вольфрама, который, попав в зону высоких температур вблизи нити накала, распадается снова на вольфрам и йод. Вольфрам осаждается на нити накала, а частицы йода возвращаются к колбе и вновь принимают участие в галоидном цикле. Для протекания галоидного цикла необходимо, чтобы стенки колбы имели температуру 500–700 °С, а нить накала более 2500 °С. Колба галоидной лампы изготовляется из кварцевого стекла, чаще всего в виде трубки диаметром 10–12 мм, а нить накала размещается по оси трубчатой колбы. *Галоидные (галогенные) имеют преимущество* перед обычными лампами накаливания. Световой поток в них к концу службы уменьшается на 3–4% против 15–20% в лампах накаливания общего назначения, срок из службы вдвое больший, спектральный состав светового потока близок к естественному, световая отдача на 15–20% выше, а размеры значительно меньше обычных ламп накаливания. Галогенные лампы отличаются высокой механической прочностью, нагревостойкостью и не разрушаются при работе в резко меняющейся температуре окружающей среды.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

11.2.3. Люминесцентные лампы

Широкое применение в осветительных установках получили более экономичные источники света – трубчатые люминесцентные лампы низкого давления (ЛБ) и дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления (ДРЛ).

Люминесцентные лампы низкого давления (рис. 11.2.2) представляют собой запаянную с обоих концов стеклянную трубку 1. Длина и диаметр трубки определяются мощностью лампы и напряжением, на которое она рассчитана. Внутренняя поверхность трубки покрыта тонким слоем люминофора (вольфраматом магния, цинкобериллиевым силикатом). В торцы трубки впаяны вольфрамовые электроды 4, покрытые активным слоем (оксиды щелочных металлов – стронция, бария, кальция) и присоединенных к штырькам цоколей лампы. После откачки воздуха трубку наполняют незначительным количеством чистого аргона и вводят капельку ртути. Давление аргона и паров ртути в трубке при температуре 40 °С равно 13,3 кПа. Люминесцентная лампа снабжается стартером (зажигателем) 3 и дросселем 6. Стартер представляет собой неоновую лампочку с двумя электродами, один из которых является биметаллической пластинкой. При включении лампы в сеть между электродами стартера проходит тлеющий разряд. При этом биметаллическая пластинка нагревается и, изгибаясь, замыкается со вторым контактом. После этого сопротивление стартера становится меньше и ток нагревает электроды 4 лампы, а биметаллическая пластинка охлаждается и размыкает цепь.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

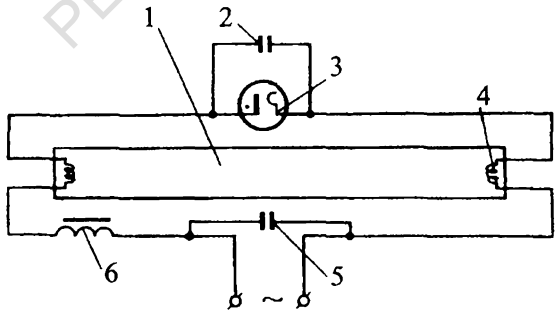


Рис. 11.2.2. Схема люминесцентной лампы

При наличии дросселя в момент размыкания цепи между электродами лампы возникает эдектродвижущая сила (ЭДС) самоиндукции, создающая электрический разряд в аргоне и парах ртути. Дроссель, включенный последовательно в цепь, служит для создания ЭДС самоиндукции, а также для сглаживания пульсации разряда и ограничения значения тока. Облучение люминесцирующего вещества на стенках трубки фиолетовыми и ультрафиолетовыми лучами при электрическом разряде в трубке вызывает его свечение. Подбор соответствующего состава люминесцирующего вещества дает возможность получить свечение, близкое к дневному свету. Для устранения помех радиоприему параллельно стартеру включается конденсатор 2 емкостью 0,006 микроФарад (мкФ). Конденсатор 5 емкостью 4–8 мкФ, включенный в цепь дросселя 6 параллельно источнику тока, повышает КПД лампы до 95%. Средний срок службы люминесцентной лампы составляет 3000 часов.

В практике нашли применение дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления (ДРЛ). Эти лампы выпускаются промышленностью мощностью 80, 125, 250, 400, 700 и 1000 Вт, рассчитанные на напряжение 220 В со световой отдачей 40–55 лм/Вт и средним сроком службы 10000 часов.

Дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ) устойчивы к атмосферным воздействиям, имеют большой световой поток, который не зависит от температуры окружающего воздуха. Лампы ДРЛ широко применяются для освещения улиц, автомобильных дорог, в цехах и других помещениях, в которых не предъявляется особых требований к цветопередаче.

Общим недостатком люминесцентных ламп и ламп ДРЛ является пульсация их светового потока с частой, равной удвоенной частоте тока сети (100 Гц). Пульсация светового потока является причиной стробоскопического эффекта, т. е. искажением восприятия движущихся предметов. Вращающиеся детали, освещенные люминесцентными лампами, могут показаться неподвижными или медленно вращающимися в противоположную сторону. Это нежелательное явление исправляется включением ламп в разные фазы трехфазной сети или с помощью специальных схем включения.

Для направленного и равномерного рассеивания светового потока ламп, защиты глаз от чрезмерной яркости света, защиты лампы от механических повреждений и пыли

применяются ***светильники***. По способу установки принято различать подвесные, потолочные (плафоны), настенные (бра) и напольные (торшеры) светильники.

С лампами накаливания применяются следующие светильники (рис. 11.2.3):

1. светильник «Универсаль»;
2. глубокоизлучатель эмалированный;
3. светильник «Люцетта»;
4. шар из молочного стекла;
5. кольцевой светильник;
6. водопыленепроницаемый светильник;
7 светильник «Альфа»;
8. светильник «Бета» с зеркальным отражателем.

С люминесцентными лампами применяются светильники 9, основными конструктивными элементами которых являются металлический корпус с узлами установки; панель металлическая, на которой находятся пускорегулирующий аппарат (ПРА); ламподержатель и стартеродержатель; отражатель света; рассеиватель, или экранирующая решетка.

Люминесцентные светильники бывают:

– с открытой лампой для помещений;

– с лампой, закрытой прозрачным или матовым ударопрочным рассеивателем для освещения подходов к зда-

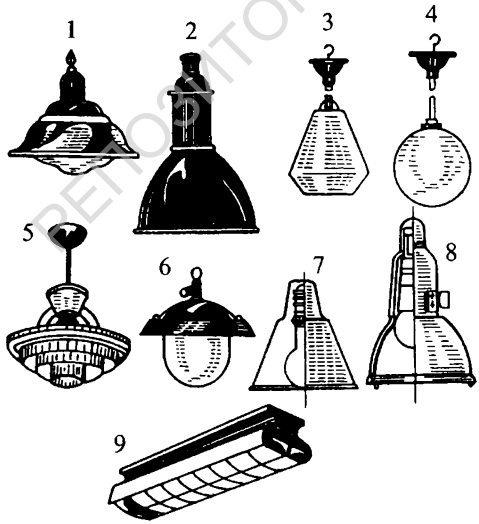


Рис. 11.2.3. Виды светильников

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

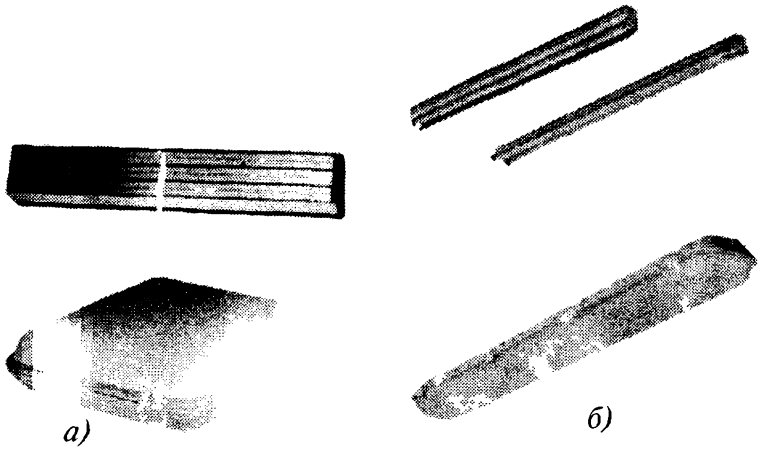


Рис. 11.2.4. Люминесцентные светильники

нию, подъездов, вспомогательных помещений. Именно такие светильники наиболее полно отвечают требованиям энергосбережения (рис. 11.2.4).

Различают люминесцентные светильники (рис.11.2.5):

– с зеркальной решеткой;

– светильники отраженного света.

Наиболее экономически эффективными для освещения жилых и общественных зданий является использование люминесцентных ламп (ЛЛ) и компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) с электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА) вместо обычных с индуктивными (ПРА) (рис. 11.2.6).

Современные компактные люминесцентные лампы производятся с индивидуальным встроенным ЭПРА (электронно-пускорегулирующий аппарат) и цоколем Е26 для ламп накаливания, что удобно для прямой замены ламп накаливания на люминесцентные (рис. 11.2.6).

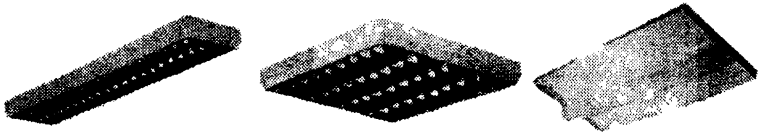


Рис. 11.2.5. Люминесцентные светильники:
а) с зеркальной решеткой, *б*) отраженного света

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

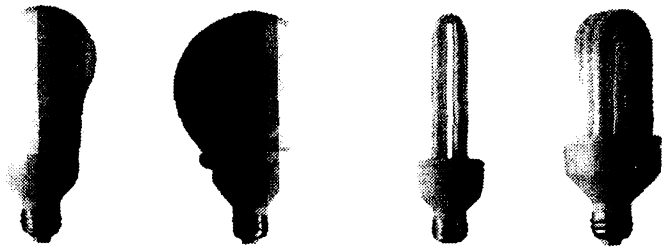


Рис. 11.2.6. Современные компактные люминесцентные лампы

Использование люминесцентных ламп с ЭПРА дает следующие преимущества:

– увеличивается эффективность освещения, обеспечивая светоотдачу 115–120% по сравнению с индуктивным ПРА.

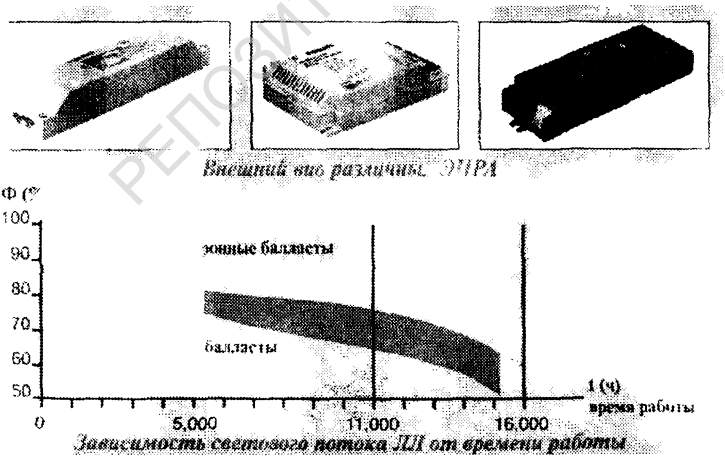
обеспечивает относительное постоянство светового потока во времени (рис. 11.2.7);

устраняет стробоскопический эффект и мерцание, что является недостатком индуктивного ПРА;

– на 15–20% увеличивается срок службы ламп;

– обеспечивается до 30% экономии электроэнергии;

– обеспечивается широкий диапазон рабочей температуры: от –20 до 50 °С;



. 11.2.7. Внешний вид различных ЭПРА; зависимость светового потока ЛЛ от времени работы

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– обеспечивается автоматическое отключение лампы в конце срока службы (рис. 11.2.7).

Таблица 11.2.1

Технические характеристики люминесцентных ламп

Параметры	Тип лампы			
	ЛБ–20	ЛБ–40	ЛБ–80	ЛБ–125
Мощность, Вт	20	40	80	125
Световой поток, лм	1180	3000	4500	6500
Световая отдача, лм/Вт	49	62	54	52
Срок службы, ч	10000	10000	10000	10000

Примечание: ЛБ – люминесцентная лампа, белого цвета.

11.2.4. Сравнение эффективности ламп накаливания и люминесцентных ламп

В странах СНГ не менее 10% вырабатываемой электроэнергии потребляется при освещении жилых и непроизводственных служебных помещений лампами накаливания. Если их повсеместно заменить люминесцентными лампами, то это позволит снизить требуемое количество вырабатываемой электроэнергии на 7%. В частности, для Республики Беларусь при этом ежегодная экономия электроэнергии будет составлять не менее 4 млрд.кВт·ч.

Экспериментальная установка (рис. 11.2.8) включает в себя: 1– лампу накаливания мощности, 60 Вт; 2 – люминесцентную лампу, такой же мощности, 60 Вт; 3 – вы-

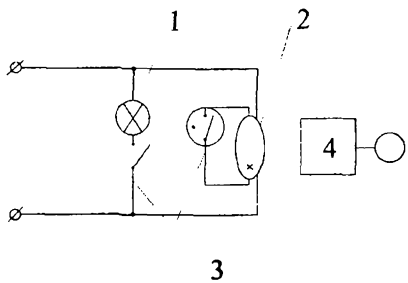


Рис. 11.2.8. Схема экспериментальной установки

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ключатели; 4 – прибор для измерения освещенности люксметр Ю–116. Лампы расположены на одинаковой высоте над рабочим столом.

Задания для самостоятельной работы:

1. Включить лампу накаливания в сеть переменного тока напряжением 220 В. Люксметром измерить освещенность, создаваемую этой лампой на поверхности рабочего стола.

2. Выключить лампу накаливания и включить люминесцентную лампу. Произвести аналогичные измерения освещенности люксметром.

Примечание: Измерения освещенности производить при отсутствии естественного освещения (в светлое время суток окна должны быть плотно закрыты шторами).

3. Вычислите отношение освещенностей, даваемых люминесцентной лампой и лампой накаливания.

4. По результатам расчета сделать вывод об экономичности и эффективности исследуемых источников света и целесообразности их использования.

11.3. Электробезопасность в кабинетах и лабораториях школы

Цель работы: ознакомиться с электробезопасностью в кабинетах и лабораториях школы и освоить индивидуальные и общие меры защиты от действия электричекого тока.

Вопросы для изучения:

1. Индивидуальные и общие меры защиты от действия электрического тока.

2. Измерения сопротивления заземляющей проводки.

3. Измерение сопротивления изоляции.

Под электробезопасностью понимают систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

11.3.1. Индивидуальные и общие меры защиты от электрического тока

Большинство, школьного оборудования, приборов технических средств обучения, применяемых в общеобразовательных школах, рассчитано на сеть переменного тока напряжением 220 В. Это требует неукоснительного соблюдения правил электробезопасности.

Перед включением электрооборудования в сеть необходимо предварительно убедиться в исправности плавких предохранителей и соответствия их силе тока и напряжению сети, на которое рассчитан аппарат. Несоблюдение этого правила может не только вывести из строя аппарат, но и быть причиной несчастного случая.

Нельзя включать в сеть электрические аппараты со снятыми крышками, ибо это открывает детали, находящиеся под опасным напряжением (например, в телевизорах это напряжение составляет несколько тысяч вольт).

При возникновении неисправностей аппаратуры в процессе ее работы, приступать к ремонту можно только после отключения от сети.

Для защиты людей от поражения электрическим током применяются средства индивидуальной и общей защиты. В качестве индивидуальных средств защиты используются: диэлектрические резиновые перчатки, галоши и боты, коврики, подставки на изоляторах, ручной инструмент с изолирующими ручками, индикаторы напряжения, защитные стеклянные очки (рис. 11.3.1).

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

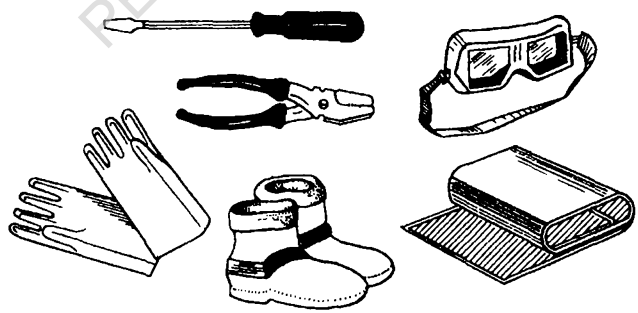


Рис. 11.3.1. Индивидуальные средства защиты от электрического тока

К общим средствам защиты от поражения электрическим током следует отнести: применение безопасных токов, надежная электрическая изоляция токоведущих проводов и электроинструмента, механические ограждения, установка предупреждающих надписей. Для устранения опасности, связанной с переходом напряжения на нетоковедущие части, служат специальные меры заземление, зануление и защитное отключение.

Защитным заземлением называют преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением, с помощью заземляющего устройства сопротивлением не более 4 Ом.

Заземление электроустановок необходимо выполнять при напряжениях выше 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных электроустановках. К таким помещениям в условиях школы относятся, например, школьные мастерские. Защитное заземление применяется для снижения напряжения прикосновения до безопасных величин и обеспечения отключения электроустановки при замыкании фазы на корпус. В случае замыкания фазы на корпус при отсутствии заземления, корпус будет иметь фазное напряжение относительно земли, а коснувшийся его человек попадает под напряжение прикосновения, равное фазному. При наличии защитного заземления напряжение на корпусе будет значительно меньше фазного, и ток через человека будет безопасен (рис. 11.3.2).

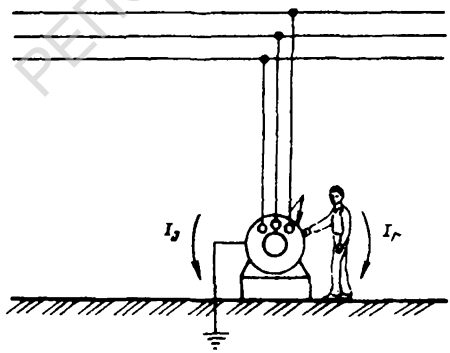


Рис. 11.3.2. Схема защитного заземления в трехфазной сети переменного тока

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ

Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным (заземленным) проводом металлических частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением. Смысл зануления состоит в том, что оно превращает замыкание фазы на корпус в однофазное короткое замыкание, в результате которого срабатывает максимальная токовая защита (перегорает предохранитель), отключая поврежденный участок сети. Для увеличения безопасности нулевой провод заземляют в нескольких точках (рис. 11.3.3).

Защитное отключение – наиболее совершенный способ защиты от появления опасного напряжения на конструктивных частях оборудования. С помощью специального автомата оно обеспечивает мгновенное отключение поврежденной установки при возникновении на корпусах опасных напряжений.

Корпуса электрических машин, аппаратов и другие металлические нетоковедущие части могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции. В этом случае прикосновение к ним может быть так же опасно, как и к неизолированным токоведущим частям. Тяжесть поражения человеческого организма зависит, в основном, от силы тока, рода проходящего тока, времени его воздействия, значения тока, проходящего через жизненно важные органы. Сила тока, проходящего через человека, определяется выражением

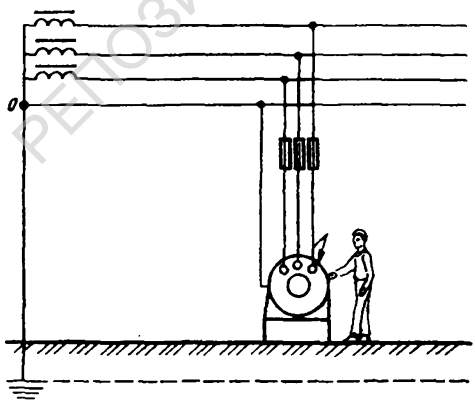


Рис. 11.3.3. Схема защитного зануления в трехфазной сети переменного тока

РЕПОЗИТОРИЙ БГУ

$$I_h = \frac{U_{пр}}{R_h},$$

где R_h – сопротивление тела человека, Ом; $U_{пр}$ – напряжение прикосновения, В.

Таблица 11.3.1 определяет характер воздействия на человека различных величин переменного тока промышленной частоты и постоянного тока.

Безопасным считается переменный ток до 0,5 мА и постоянный до 2,0 мА. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50–500 Гц.

Значения кратковременно допустимых токов через человека и напряжений $U_{пр}$ даны в таблице 11.3.2.

Основное условие защиты персонала от поражения электрическим током в электроустановках и электросетях – исправное состояние изоляции, сопротивление которой пе-

Таблица 11.3.1

Пороговые значения тока

Ток через человека, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток 60–50 Гц	Постоянный ток
0,5–1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев рук.	Не ощущается.
2,0–3,0	Сильное дрожание пальцев рук.	Не ощущается.
5,0–7,0	Судороги в руках.	Зуд. Ощущение нагрева.
8,0–10,0	Руки трудно, но еще можно оторвать от электродов.	Усиление нагрева.
20–25	Паралич рук, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Дыхание затруднено.	Еще большее усиление нагрева. Незначительное сокращение мышц рук.
50–80	Остановка дыхания. Начало фибрилляции сердца.	Сильное ощущение нагрева. Сокращение мышц рук. Судороги, затруднение дыхания.
90–100	Остановка дыхания. При длительности 2 с и более – остановка сердца.	Остановка дыхания.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Таблица 11.3.2

Значения кратковременно допустимых токов и напряжений прикосновения [51]

Род тока	Нормируемая величина	Продолжительность воздействия, с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	3,0
Переменный ток 50 Гц	$U_{пр}$, В	500	250	100	75	50	36
	I_h, мА	500	250	100	75	50	6
Постоянный ток	$U_{пр}$, В	500	400	250	200	150	100
	I_h, мА	500	400	200	150	150	50

риодически проверяется в соответствии с правилами. Нормативные значения сопротивлений изоляции зависят от условий работы электрооборудования.

Для снижения напряжения прикосновения до безопасных величин и обеспечения отключения электроустановки при замыкании фазы на корпус применяется защитное заземление и зануление.

В случае замыкания фазы на корпус при отсутствии заземления, корпус будет иметь фазное напряжение относительно земли, а коснувшийся его человек попадает под напряжение прикосновения, равное фазному. При наличии защитного заземления (рис. 11.3.4) напряжение на

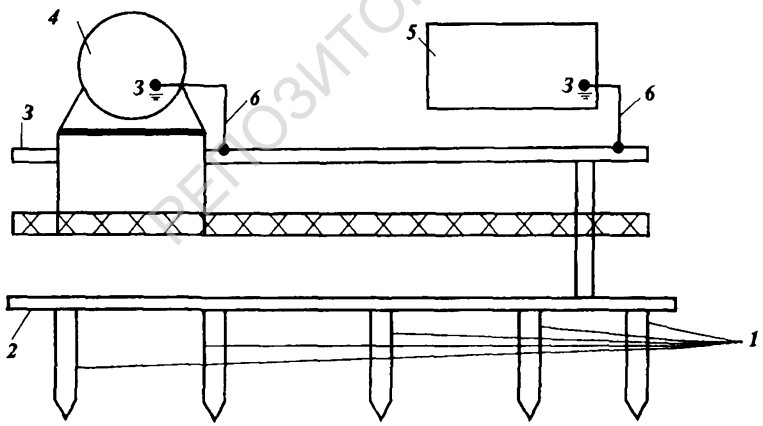


Рис. 11.3.4. Схема заземляющего устройства.

1 – электроды-стержни (сталь); *2* – соединительная шина (сталь); *3* – магистраль заземления; *4* – электродвигатель; *5* – электрораспределительный щит; *6* – заземляющий проводник

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

корпусе будет значительно меньше фазного, а ток через человека определяется

$$I_h = \frac{U_з}{R_h}, \quad U \quad I_з R_з, \quad I_h = \frac{I_з R_з}{R_h},$$

где $I_З$ – ток замыкания на землю, А, $R_З$ – сопротивление заземления, Ом; R_h сопротивление тела человека, Ом.

Конструкция заземляющих устройств и их параметры определяются «Правилами устройства электроустановок» (*ПУЭ*).

11.3.2. Измерение сопротивления заземляющей проводки

В данной практической работе используется прибор – омметр М 372, предназначенный для измерения сопротивления заземляющей проводки, установления факта обрыва ее, а также для обнаружения аварийного напряжения на оборудовании (рис. 11.3.5).

Конструкция прибора

Омметр М 372 представляет собой магнитно-электрический прибор, собранный по комбинированной схеме ом-

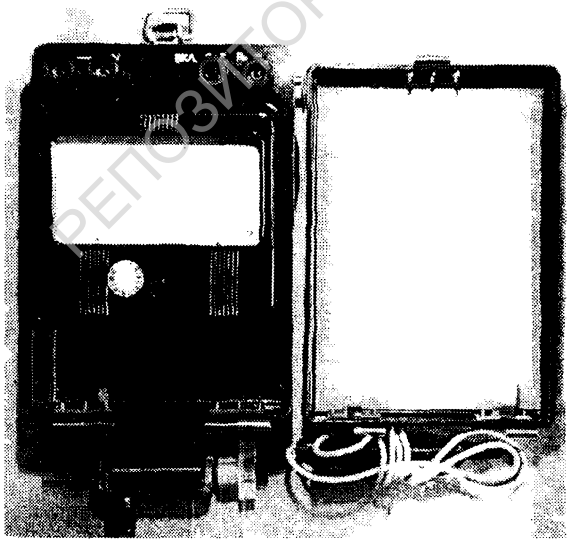


Рис. 11.3.5. Внешний вид прибора М 372

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

метра и вольтметра и позволяет производить измерения сопротивлений до 50 Ом и обнаруживать наличие переменного напряжения от 60 до 380 В.

Измерительный механизм его смонтирован в пластмассовом корпусе и накрыт кожухом, в котором имеется застекленный вырез для наблюдений. В корпусе помещен сухой элемент напряжением 1,4 В и емкостью 1 ампер час, предназначенный для питания омметра.

Подключение прибора к измеряемому объекту производится с помощью специального щупа и струбцины с гибким проводником, причем этот проводник должен иметь сопротивление 0,035 Ом. Щуп и струбцина помещаются в специальную камеру корпуса прибора.

Порядок выполнения измерений сопротивления

1. Привернуть струбцину к общей шине, заземляющей проводку и соединить токоведущий зажим с одним из зажимов R_x прибора медным проводом сечением 1,5 мм^2 и длиной 3 м или сечением 2,5–4 мм^2 соответственно 5–8 м.

2. Установить корректором стрелку прибора на нуль.

3. Нажать кнопку и "установкой ∞" установить стрелку прибора на отметку ∞.

4. Соединить наконечник щупа со свободным зажимом R_x прибора: прижать острие щупа к заземленному объекту (второй конец проверяемого участка заземляющей проводки) и, не нажимая кнопки, убедиться в отсутствии на нем напряжения (при отсутствии напряжения стрелка прибора остается в покое, при наличии напряжения прибор должен оставаться включенным не более 30 секунд).

5. Нажать кнопку и произвести отсчет сопротивления в Омах.

Примечание: места соединения струбцины с заземляющей проводкой и острия щупа с заземленным объектом должны быть предварительно зачищены до металлического блеска.

Внимание! При наличии аварийного напряжения на заземленном объекте нажимать кнопку на приборе запрещается.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

11.3.3. Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции в электрических установках и сетях проводится для своевременного выявления ее дефектов, которые затем устраняются путем ремонта. Для измерения сопротивлений изоляции используются переносные мегометры типа М–1101, М–1102, Ф–4101 и др.

Внимание! Номинальное напряжение на клеммах прибора типа М–1102 (рис. 11.3.6) при разомкнутой внешней цепи равно 500 В, поэтому по условиям электробезопасности запрещается касаться клемм при вращении рукоятки.

Произвести измерения сопротивлений изоляции жил кабеля, проводов и фаз электроустановок относительно друг друга. Для этого зажимы прибора подключают к жилам испытуемых кабелей, проводам или фазам электроустановок.

Вращая ручку генератора тока, снять отсчет по шкале прибора в кОм или мОм в соответствии с положением переключателя.

Результаты замеров величин сопротивлений изоляции электрических устройств занести в таблицу замеров (таблица 11.3.3). Согласно ПУЭ сопротивление изоляции электроустановок, силовых и осветительных электросетей на-

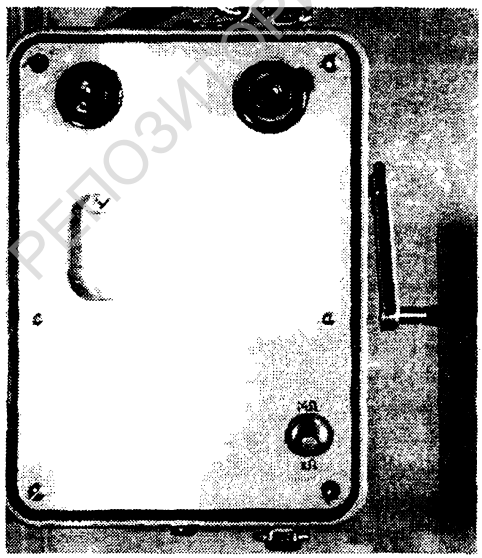


Рис. 11.3.6. Внешний вид прибора М–1102

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Таблица 11.3.3

Результаты измерения сопротивлений изоляции

Название объекта	Величины сопротивления в мОм или кОм	Выводы о пригодности изоляции и возможности ее применения

пряжением до 1000 В, должно быть не менее 0,5 мОм, а в сети управления не менее 1 мОм.

Сделать выводы о пригодности изоляции и возможностях ее использования для различных напряжений.

11.4. Микроклиматические условия в кабинетах и лабораториях

Цель работы: ознакомиться с основными видами и конструктивными особенностями приборов для исследования микроклиматических условий в кабинетах и лабораториях школы; научиться пользоваться приборами.

Вопросы для изучения:

1. Воздушно-тепловой режим в учебных помещениях.
2. Измерение относительной влажности.
3. Измерение атмосферного давления.
4. Измерение скорости движения воздуха.

11.4.1. Воздушно-тепловой режим в учебных помещениях

Большое влияние на самочувствие и работоспособность человека оказывает микроклимат производственных помещений, который определяется совместным действием на организм человека температуры воздуха, его состава и давления, относительной влажности и скорости движения воздушных потоков.

Между телом человека и окружающей средой постоянно происходит теплообмен. Несмотря на колебания параметров внешней среды, температура тела поддерживается на относительно постоянном уровне (36,5–37 °С) за счет терморегуляции в организме. Однако длительное

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

нарушение параметров микроклимата может привести к негативным последствиям для организма. Так, повышение температуры окружающего воздуха (свыше 22 °С), особенно в сочетании с повышенной влажностью, приводит к значительному накоплению тепла и перегреву организма. Наблюдается головная боль, общая слабость, тошнота, обильное потоотделение. Происходит обезвоживание организма, потеря минеральных солей и водорастворимых витаминов, а также изменение в деятельности сердечно-сосудистой системы (увеличение частоты пульса, кровяного давления). Человек быстро утомляется, снижается его работоспособность.

Значительное понижение температуры в кабинетах и лабораториях (ниже 16 °С) приводит к переохлаждению организма и возникновению простудных заболеваний, радикулита, функциональным сдвигам в сердечно-сосудистой системе. Особенно эти процессы усиливаются при повышении относительной влажности и скорости движения воздуха.

В связи с этим санитарные нормы устанавливают допустимую температуру производственных помещений (не ниже 13 °С), классов, кабинетов, лабораторий учебных заведений (16–22 °С), гимнастических и физкультурных залов, вестибюлей, коридоров (14–18 °С). Оптимальной для кабинетов и лабораторий является температура 18–20 °С. В состав атмосферного воздуха входит азот (78,08%), кислород (20,95%), углекислый газ (0,03%), аргон и другие газы (0,94%). Кислород необходим для поддержания жизнедеятельности человека. При дыхании поступающая в легкие венозная кровь освобождается от углекислоты и обогащается кислородом. В процессе движения по телу кровь отдает тканям кислород и отводит образовавшуюся в них углекислоту. Газообмен происходит нормально при давлениях, близких к атмосферному. Азот – газ физиологически безвредный. Углекислый газ не особо вреден, но опасен тем, что, замещая кислород, уменьшает его содержание в воздушной среде.

В состав воздуха, кроме того, входят водяные пары, пыль и другие примеси. Небольшие отклонения в содержании указанных газов, и в первую очередь уменьшение концентрации кислорода и увеличение содержания углекислоты, снижают работоспособность, а при значительных откло-

нениях от нормы атмосфера становится опасной для жизни человека.

Знание ***атмосферного давления*** весьма важно для предсказания погоды на ближайшие дни, так как изменение атмосферного давления связано с изменением погоды. Атмосферное давление, равное давлению столба ртути высотой 760 мм при температуре 0 °С, называют *нормальным.*

101300 Па = 1013 гПа – нормальное атмосферное давление.

На самочувствие человека оказывает влияние и *влажность* воздуха. По санитарным нормам допустимая *относительная влажность* в учебных помещениях должна быть 40–60%, а в теплое время года возможно ее увеличение до 75%. Наиболее комфортно человек себя ощущает при относительной влажности 40–50%. Воздух считается сухим при относительной влажности менее 40%, нормальным – от 40% до 80% и влажным – более 80%. При высокой влажности в жаркий день испарение влаги из поверхности кожи уменьшается. При низкой влажности, в результате интенсивного испарения, кожа становится сухой и обезвоживаются слизистые оболочки дыхательных путей человека.

Немаловажно для самочувствия человека ***движение окружающего воздуха***. Санитарными нормами определен и этот параметр. Средние скорости движения воздуха в кабинетах и лабораториях учебных заведений должны составлять 0,2–0,5 м/с в холодное и переходное время года и 0,5–1,5 м/с в теплое время года. (Ощущать воздушные потоки человек начинает со скорости воздуха 0,15 м/с).

Для поддержания должного воздушного режима в учебных помещениях существуют косвенные расчетные, так называемые антракометрические (по углекислому газу), методы.

Объем вентиляции – необходимое количество воздуха в метре кубическом для нормального газообмена в течение часа, и он рассчитывается по формуле:

$$L = k/(p - q),$$

где L – объем вентиляции в метре кубическом; k – количество литров углекислого газа, выделяемого одним человеком в час при спокойной сидячей работе (для взрослого в среднем 22,6 л, для школьника – примерно столько литров, сколько лет школьнику); p – предельно допустимая

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

концентрация углекислого газа, т. е. 0,1%; q – концентрация углекислого газа в атмосфере (0,03%, для города – 0,04%).

Арифметические подсчеты показывают, что для взрослого человека объем вентиляции равен, в среднем, 37,7 метра кубического; для первоклассника он равен 10–12 метров кубических, для выпускника школы – 25–30 метров кубических. Это тот объем, который нужен для нормального газообмена (а следовательно, и нормального самочувствия и высокой работоспособности) в течение часа.

А каков же фактический объем, приходящийся на одного человека в помещении (этот фактический объем получил название "воздушный куб")?

Воздушный куб – определяется отношением объема помещения к количеству людей в этом помещении.

Если принять, что средняя наполняемость стандартного класса 35 учащихся, площадь помещения 50 метров квадратных, высота помещения 3,3 м, то получаем, что воздушный куб приблизительно равен 5 метрам кубическим, т. е. его величина значительно меньше, чем величина объема вентиляции.

Кратность воздухообмена – отношение объема вентиляции к воздушному кубу и показывающее сколько раз за 1 час должен полностью обновиться (смениться) воздух, чтобы на протяжении этого часа он соответствовал нормативам.

Из приведенных чисел видно, что даже в 1-м классе воздух за время урока должен обновиться как минимум дважды; в выпускных классах необходимая кратность воздухообмена равна 5–6.

Поддержание должного воздушного режима в учебном помещении может быть обеспечено следующими условиями:

1. Не рекомендуется заклеивать на зиму все окна в классе – одно окно, ближайшее к доске, лучше не заклеивать.

2. Во время урока держать слегка приоткрытой дверь в классе, создав в рекреационных помещениях запас свежего воздуха.

3. Осуществлять максимально возможное проветривание во время перемен, удалив детей из класса (даже зимой, открыв на какое-то время окно, можно не опасаться значительного снижения температуры воздуха в классе).

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

4. В отсутствие детей в классе осуществлять "сквозное" проветривание, открыв в классе окна и двери, и открыв в коридоре окно напротив класса. Воздух в классе полностью обновляется через 3–5 минут такого проветривания.

Для определения микроклиматических параметров в школьных помещениях используют термометры, барометры, психрометры или гигрометры и анемометры.

11.4.2. Измерение относительной влажности

Для измерения относительной влажности воздуха служат ***гигрометры***, ***психрометры***, а для ее изменений во времени – ***гигрографы.***

Самым распространенным является ***волосной гигрометр***, действие которого основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину при изменении влажности. Волосной гигрометр (рис. 11.4.1, *а*) устроен следующим образом: между двумя металлическими стойками 1 укреплен обезжиренный человеческий волос 2. Один конец волоса закреплен на верхнем штифте, которым можно с помощью гайки 3 регулировать натяжение волоса.

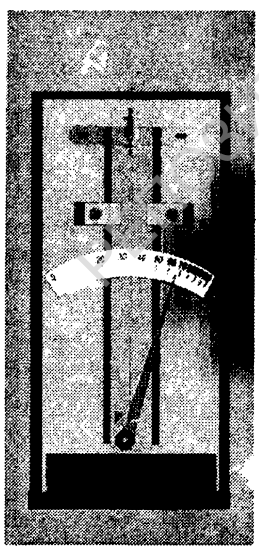


Рис. 11.4.1 а – волосной гигрометр;

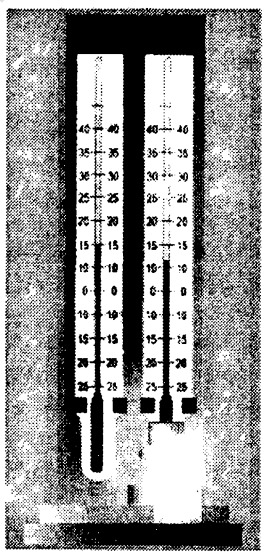


Рис. 11.4.1 б – психрометр

Другой конец волоса нагружен небольшой гирькой и перекинут через блок 5, на котором укреплена стрелка 4 с противовесом. При изменении влажности воздуха длина волоса изменяется, и стрелка по шкале указывает относительную влажность в процентах.

Практически удобнее пользоваться волосным гигрометром в круглой оправе (рис. 11.4.2). Рассмотрим его устройство. Приемник влажности 1 состоит из двух пучков равномерно натянутых обезжиренных человеческих волос. Пучки соединены между собой последовательно через рычаг 2. Изменение длины волос передается на стрелку при помощи передаточного механизма, состоящего из системы двух рычагов 2 и 3, блока 4 и шелковой нити 5. Пружина 6 поддерживает систему приемников и передаточного механизма в натянутом состоянии. Шкала прибора показывает относительную влажность воздуха в процентах, причем цена каждого деления шкалы соответствует 1%.

Проверка и установка волосного гигрометра производится на основании определения относительной влажности воздуха при помощи психрометра. Поворотом регулировочного винта (рис. 11.4.1, *а*) или 7 (рис. 11.4.2, *б*) устанавливают стрелку волосного гигрометра по шкале в соответствии с полученными данными с помощью психрометра.

Психрометр (рис. 11.4.1, *б*) состоит из двух одинаковых термометров, размещенных на вертикальной панели. Под одним из термометров расположена воронка с водой. Шарик этого термометра обернут марлей, конец которой опу-

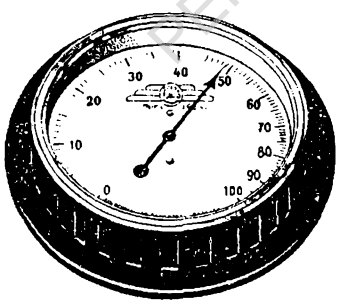


Рис. 11.4.2, а. Волосной гигрометр в круглой оправе

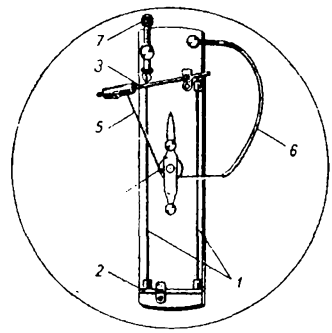


Рис. 11.4.2 б. Устройство волосного гигрометра

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

щен в воронку и, таким образом, смачивается водой. Шкалы термометров разделены на 0,5 °С.

Чтобы обеспечить длительное смачивание термометра, воронку наполняют водой. Вода по мере испарения будет непрерывно поступать из трубки в воронку, а потом через марлю к термометру. Важно помнить, что подвешивать психрометр надо в таком месте, где происходит интенсивное движение воздуха (желательно у двери).

После этого, сделав отсчеты по сухому и смоченному термометрам и вычислив разность температур, с помощью психрометрической таблицы определяют относительную влажность воздуха в кабинете.

Таблица 11.4.1

Психрометрическая таблица

Показан. *терм-ра*, ^{0}C	**Разность показаний сухого и влажного термометров, °С**										
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
	Относительная влажность, %										
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33

Репозиторий ГГМУ

11.4.3. Измерение атмосферного давления

Для измерения атмосферного давления в практике используют металлический барометр, называемый *анероидом* (анероид в переводе с греческого безжидкостный, так как он не содержит ртути). Внешний вид анероида изображен на рисунке. Главная часть его – металлическая коробочка 1 с волнистой (гофрированной) поверхностью (рис. 11.4.3). Из этой коробочки выкачан воздух, а чтобы атмосферное давление не раздавило коробочку, ее крышку пружиной 2 оттягивают вверх. При увеличении атмосферного давления крышка прогибается вниз и натягивает пружину. При уменьшении давления атмосферы пружина выпрямляет крышку. К пружине с помощью передаточного механизма 3 прикреплена стрелка-указатель 4, которая передвигается вправо или влево при изменении атмосферного давления. Под стрелкой укреплена шкала, деления которой нанесены по показаниям ртутного барометра. Так, число 750, против которого стоит стрелка анероида показывает, что в данный момент в ртутном барометре высота ртутного столба 750 мм. Следовательно, атмосферное давление равно 750 мм рт.ст. или – 1000 гПа.

На рис. 11.4.4 изображен комбинированный прибор для измерения давления, температуры и относительной влажности (баротермогигрометр). Так как он имеет небольшие размеры и является компактным, представляется удобным пользоваться им для измерения указанных параметров микроклимата в школьных кабинетах и лабораториях.

В настоящее время промышленностью республики выпускается комплект, состоящий из отдельных приборов

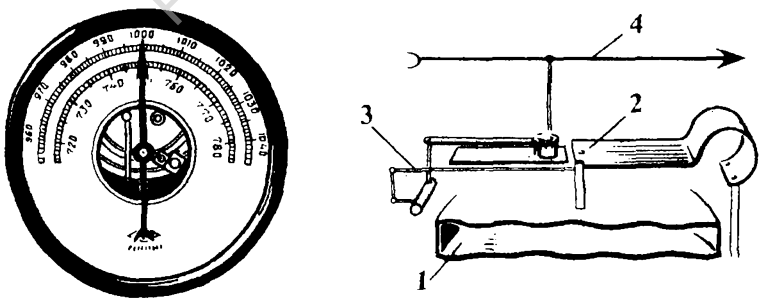


Рис. 11.4.3. Барометр (анероид)

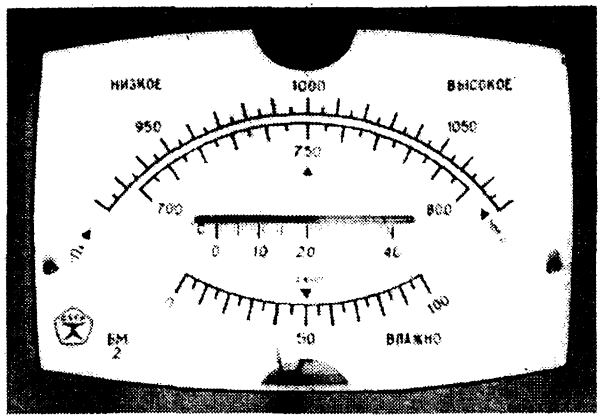


Рис. 11.4.4. Баротермогигрометр

для измерения температуры, относительной влажности и атмосферного давления, расположенных на общей панели (рис. 11.4.5).

Комплект прост и удобен в пользовании. Располагать его можно как в горизонтальном, так и в вертикальном

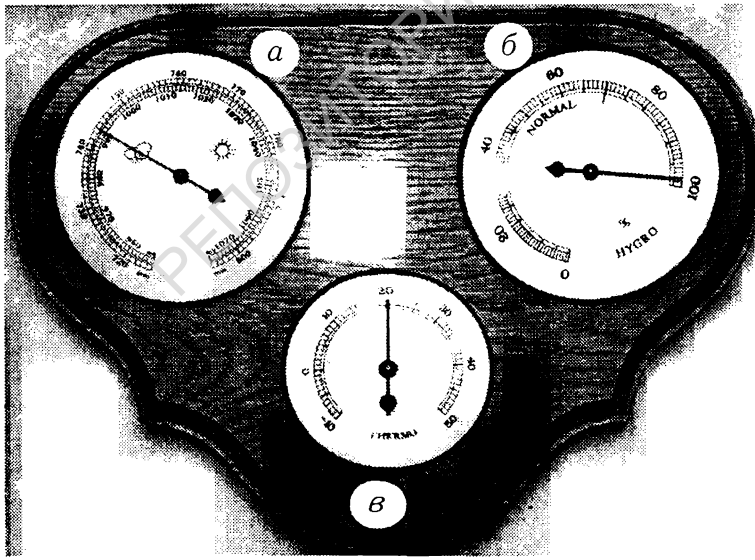


Рис. 11.4.5. Комплект приборов: *а* – барометр, *б* – гигрометр, *в* – термометр

положении. Его желательно иметь в каждом кабинете и лаборатории.

11.4.4. Измерение скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха определяют с помощью *анемометров* – крыльчатых и чашечных. В чашечном анемометре приемной частью служит четырехчашечная метеорологическая вертушка, в крыльчатом – крыльчатое колесо с пластинками. Крыльчатые анемометры служат для измерения скорости движения воздуха в диапазоне от 1 до 10 м/с, чашечные – от 1 до 20 м/с.

Измерение малых скоростей движения воздуха до 0,5 м/с производится ***кататермометром,*** который представляет собой спиртовой термометр с цилиндрическим или шаровым резервуаром в нижней его части и расширение капилляра в верхней части. Шкала шарового кататермометра отградуирована от 33 до 40 °С. Охлаждение кататермометра наблюдают в одном из следующих диапазонов:

– от 40 до 33 °С;
– от 39 до 34 °С;
– от 38 до 35 °С,

т. е. средняя температура должна составлять 36,5 °С. Количество тепла, теряемое кататермометром при его охлаждении в одном из диапазонов температур постоянное, а продолжительность охлаждения различная и зависит от взаимного действия всех метеофакторов.

Задания для самостоятельной работы:

1. Измерьте температуру, относительную влажность и давление воздуха в кабинете или лаборатории с помощью соответствующих приборов, имеющихся в наличии.
2. Сравните полученные результаты с оптимальными значениями исследуемых параметров для учебных помещений.
3. Сделайте по результатам исследования выводы о соответствии реальных микроклиматических условий оптимальным.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

11.5. Электронагревательные приборы и эффективность их использования

Цель занятия: ознакомиться с основными видами и конструктивными особенностями электронагревательных приборов и определить наиболее эффективные пути их использования.

Вопросы для изучения:

1. Виды электронагревательных приборов.
2. Коэффициент полезного действия нагревательных приборов.
3. Меры защиты при использовании нагревательных приборов.

11.5.1. Виды электронагревательных приборов

Применение электрической энергии в быту значительно ускоряет процесс тех или иных работ в домашнем хозяйстве, облегчает труд и, самое главное, – появляется значительно больше свободного времени для повышения культурного, технического и эстетического уровня.

Знание технических характеристик электрооборудования и электробытовых приборов позволит правильно их эксплуатировать и экономить энергоресурсы, удлинит срок службы, поможет своевременно принять меры по устранению возникающих неисправностей, уберечь себя и окружающих от поражения электрическим током, избежать пожара.

Электрические плиты. Электрическая плита – энергоемкий и универсальный прибор, предназначенный для приготовления пищи. Электроплиты принято классифицировать: а) по принципу преобразования электрической энергии в тепловую – с нагревом сопротивления и индукционные; б) по способу установки в комплекте с кухонной мебелью – встраиваемые и блочно-встраиваемые; в) по степени автоматизации процесса приготовления пищи – полуавтоматические и автоматические; г) по числу конфорок – двух-, трех- и четырехконфорочные.

Основными элементами электроплиты являются: панель управления с регулирующими приборами, конфорочная панель с двумя – четырьмя конфорками, духовка с электронагревателями и хозшкафчик для хранения посуды (у настольных отсутствует) рис. 11.5.1, *а*, *б*. Отечественные

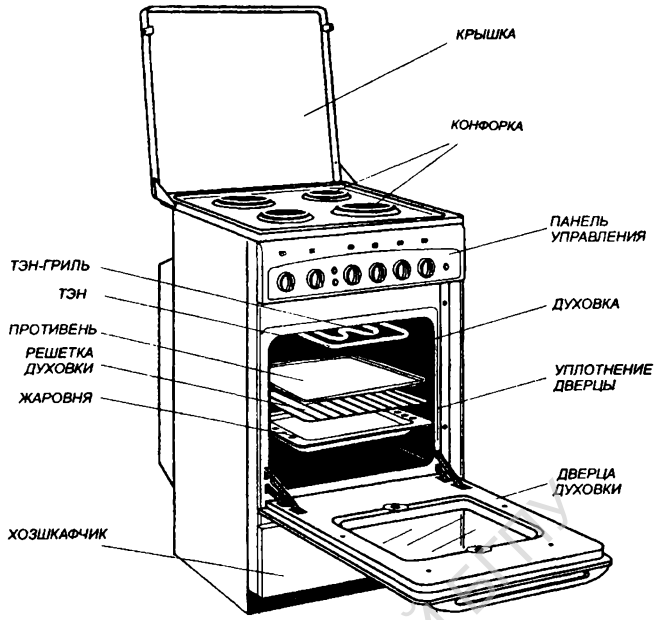


Рис. 11.5.1а. Электрическая плита с чугунными конфорками «Гефест»

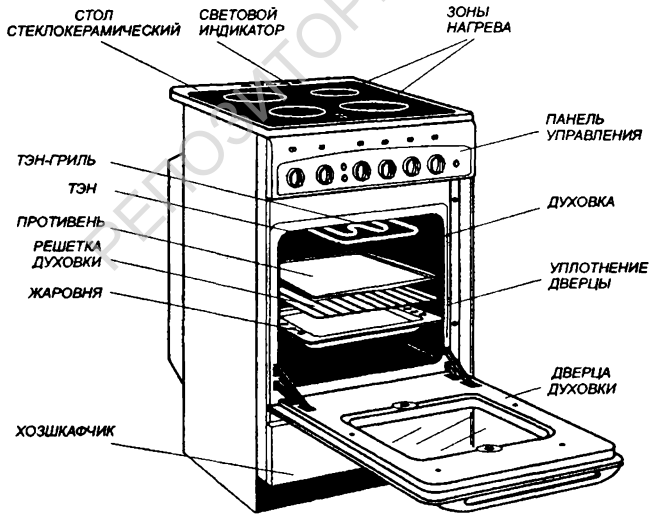


Рис. 11.5.1б. Электрическая плита с поверхностью стола из стеклокерамической пластины «Гефест»

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ

модели электроплит работают от сети переменного тока напряжением 380/220 В, имеют мощность 3600 – 9000 Вт.

Конфорочная панель электроплиты представляет собой блок (рис. 11.5.1а, б), который состоит из рабочего стола с вмонтированными конфорками и корпуса, защищающего монтаж проводов и конфорок от механического повреждения.

Духовка представляет собой камеру (рис. 11.5.1, *а*, *б*) из жаропрочной стали с загрузочным окном – дверцами, которые закрываются, с наблюдательным стеклом для наблюдения за ходом приготовления и определения (на глаз) степени готовности пищи. Трубчатые нагревательные элементы духовки суммарной мощностью 1600–2000 Вт размещены обычно под подом и сводом шкафа. Нагреватели духовки закрыты теплоизоляционным слоем стекловолокна или изоляционной ваты и прикрыты сверху алюминиевой фольгой (выполняющей роль отражателя). Между фольгой и боковыми стенками электроплиты имеется воздушная прослойка толщиной 10–15 мм, которая защищает стенки плиты от перегрева. Большинство электроплит имеют термодатчики (термометры, терморегуляторы), дающие возможность контролировать температуру в духовке.

На передней стенке плиты (рис. 11.5.1, *а*, *б*) смонтирована панель управления с выведенными на нее ручками переключателей, световыми индикаторами включения электронагревателей конфорок и духовки. С помощью переключателей панели управления можно изменять как количество включаемых нагревательных элементов, так и схему их включения и таким образом ступенчато регулировать мощность конфорки, а значит, и температуру ее рабочей поверхности. Современные электроплиты выпускаются с 4–7 ступенями регулировки мощности конфорок.

Все отечественные напольные плиты имеют одинаковые типовые размеры по высоте (850 мм) и глубине (600 мм) при трех типоразмерах по ширине (400, 500 и 600 мм). Такая унификация типоразмеров обеспечивает полную совместимость электроплит с блочными наборами кухонной мебели, которая выпускается в большом ассортименте.

В электроплитах применяют конфорки трех видов: чугунные, трубчатые и пирокерамические. Форма рабочей поверхности конфорки круглая, диаметром 145, 180 и 220 мм. Наиболее распространены конфорки диаметром 145 и

180 мм. Конфорки имеют устройства, с помощью которых можно регулировать либо потребляемую мощность (от 100–200 Вт до 1000–2000 Вт), либо температуру рабочей поверхности (100–500 °С). В зависимости от времени нагрева конфорки бывают: нормального нагрева (время разогрева до рабочей температуры 5–10 мин для чугунных и 4–5 мин для трубчатых) и ускоренного нагрева (соответственно 3–6 мин для чугунных и 1–2 мин для трубчатых). Конфорки ускоренного нагрева в зависимости от исполнения делятся на экспресс-конфорки и автоматические.

Экспресс-конфорки выпускают, как правило, чугунные; ускоренный нагрев до рабочей температуры производится за счет дополнительной устанавливаемой мощности. Автоматические конфорки имеют ускоренный нагрев за счет автоматического проведения процессов с самостоятельным переходом из режима разогрева в заданный тепловой режим.

Чугунные конфорки (рис. 11.5.2) имеют чугунный корпус, в пазах которого уложены нагревательные элементы и наполнитель. Нагревательные элементы представляют собой спирали из проволоки сплава высокого сопротивления марки Х20Н80-Н. В чугунные конфорки нормального нагрева помещены три, а в ускоренного нагрева – две-три спирали нагревателей. Чугунный корпус конфорки имеет достаточную нагревостойкость во избежание его растрескивания вследствие неравномерности нагрева.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

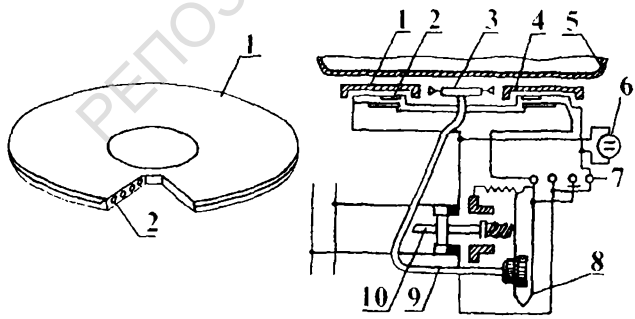


Рис. 11.5.2. Чугунная конфорка:

а – общий вид, б – схема автоматизации, 1 – конфорка, 2 – спираль, 3, 4 – манометрические датчики, 5– сосуд, 6 – сигнальная лампа, 7 – контактная группа, 8– сильфон, 9 – капиллярная трубка, 10 – регулировочный винт

Теплоизоляционными материалами в конструкциях чугунных конфорок служат: периплаз—огнеупорный изоляционный материал из коксида магния с температурой плавления 2800—2940 °С или теплоизоляционная масса на основе талька. Чугунные конфорки крепят к поверхности рабочего стола плиты хромированными кольцами или кольцами из нержавеющей стали, с нижней стороны конфорки закрепляют с помощью фигурной планки и шпильки с гайкой. Выводные концы спиралей прикрепляют к контактным винтам, укрепленным в керамической колодке.

Экспресс-конфорки имеют встроенный или пристроенный термоограничитель биметаллического типа, который установлен внизу конфорки или вмонтирован в ее корпус. Термоограничитель отключает один из нагревательных элементов при достижении заданной температуры, соответствующей температуре рабочей поверхности конфорки (350—450 °С). После срабатывания термоограничителя конфорка продолжает работать с нормальной для чугуна поверхностной мощностью.

Мощность конфорки регулируют с помощью переключателя. Так, на двухспиральных конфорках с помощью четырехступенчатого переключателя можно включить: отдельно один из нагревательных элементов, оба параллельно и оба последовательно. Если конфорка имеет две одинакового сопротивления спирали, параллельное их включение позволит получить максимальную мощность, а последовательное минимальную, равную 25% номинальной. Включение в этом случае одной спирали соответствует 50% номинальной мощности. Трехспиральные конфорки, имеющие различные сопротивления элементов, с применением семипозиционных переключателей позволяют иметь шесть степеней регулирования (рис. 11.5.3, *а*, *б*).

Автоматическая чугунная конфорка в центральной части имеет отверстие для ввода манометрического датчика, который прижимается пружиной ко дну устанавливаемого на конфорку сосуда 6 (рис. 11.5.2). Датчик 3 соединен капиллярной трубкой 9 с исполнительным механизмом. При включении конфорки в сеть независимо от установки работают все спирали 2, но при достижении заданного температурного режима одна из спиралей отключается. Дальнейшее регулирование идет за счет включения и отключения оставшихся спиралей либо

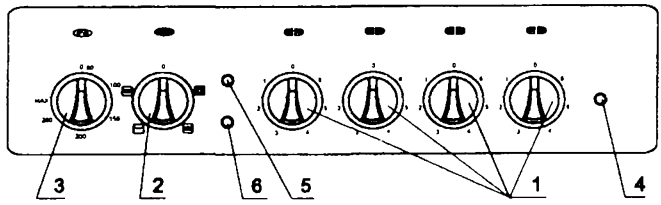


Рис. 11.5.3 а. Панель управления плиты «Гефест» моделей 2140 и 2160: *1* – ручки переключателей конфорок, *2* – ручка режимов работы духовки, *3* – ручка терморегулятора, *4* – сигнальная лампочка включения конфорок, *5* – сигнальная лампочка включения духовки, *6* – сигнальная лампочка включения терморегулятора.

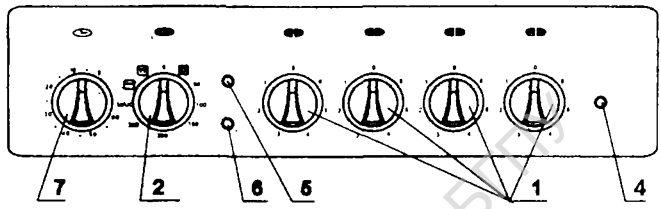


Рис. 11.5.3 б. Панель управления плиты «Гефест» моделей 2142 и 2162: *1* – ручки переключателей конфорок, *2* – ручка режимов работы духовки, *3* – ручка терморегулятора, *4* – сигнальная лампочка включения конфорок, *5* – сигнальная лампочка включения духовки, *6* – сигнальная лампочка включения терморегулятора, *7* – ручка таймера

первой спирали при постоянно включенной второй. Учитывая, что качество работы датчика зависит от плотности его контакта с дном установленного на него сосуда, датчик монтируют несколько выше плоскости поверхности конфорки в ее центральной части и удерживают пружиной, создающей нужный контакт. В зависимости от диаметра чугунные конфорки имеют следующее количество спиралей: диаметром 145 мм – две (по 750 Вт каждая), диаметром 180 мм – две (по 850 Вт) и одна (300 Вт).

Трубчатые нагревательные элементы (ТЭНы) представляют собой трубку, засыпанную теплоизоляционным материалом периплазом, с установленной по ее оси нагревательной спиралью. Конфорки выполнены из одного, двух или трех трубчатых нагревательных элементов, согнутых в виде одного или нескольких витков спирали (рис. 11.5.4).

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

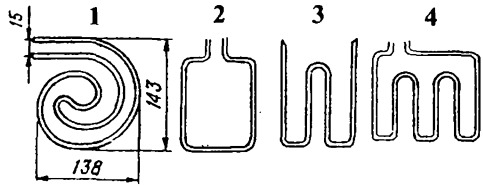


Рис. 11.5.4. Трубчатые нагреватели для электроплиты:
1 – из одного ТЭНа, *2* – нижний жарочного шкафа, *3* – верхний жарочного шкафа, 4 – для излучателя

Для конфорок применяют плоские ТЭНы, изготовленные с оболочкой из обычной стали. Плоская рабочая поверхность создает хороший тепловой контакт посуды с нагревательным элементом, что повышает КПД конфорки. Под ТЭНы устанавливают изготовленный из нержавеющей стали отражатель для повышения теплоотдачи конфорки. Максимальная рабочая температура на поверхности трубчатых конфорок – 400 °С, а при выполнении ТЭНов из нержавеющей стали – 600 °С.

Конфорки трубчатые имеют малую теплоемкость, в результате чего они разогреваются значительно быстрее чугунных. Конфорка трубчатая из одного нагревательного элемента позволяет сделать ТЭН съемным или откидывающимся, что облегчает очистку отражателя. Двуспиральные нагревательные элементы имеют одноконцевые выводы. У этих ТЭНов, кроме двух, спиралей в трубке помещен стержень для подвода тока и все три вывода сделаны на одном конце трубки, в то время как другой ее конец закрыт наглухо.

Кроме того, выпускают трубчатые конфорки, состоящие из двух или трех двухконцевых ТЭНов, расположенных по кольцу. В общей конструкции конфорки один ТЭН помещен в кольцо другого. Это удобно при приготовлении пищи: при малом диаметре посуды включают нагревательный элемент малого диаметра, при большом – всю конфорку или любую ее часть. Такие конфорки комплектуют из ТЭНов, оболочки которых выполнены из нержавеющей стали.

Мощность трубчатых конфорок регулируют бесступенчатым регулятором мощности, позволяющим плавно менять среднюю потребляемую мощность в пределах от 6 до 100%. Регуляторы представляют собой систему из двух биметаллических пластин, одна из которых служит для ком-

пенсации температуры окружающей среды, а вторая (рабочая) имеет собственный нагревательный элемент, подключаемый последовательно или параллельно к нагревателю конфорки. Нагревательный элемент нагревает биметаллическую пластину, которая, изгибаясь, размыкает цепь питания конфорки и свою собственную. Остывая при этом, пластина возвращается в исходное положение, и цикл повторяется. Кроме того, мощность трубчатых конфорок регулируется регулятором с измерительным резистором.

Пирокерамические конфорки представляют собой нагревательный элемент открытого типа в виде проволоки или ленты из сплава высокого сопротивления, намотанной на миканит, а также спирали, уложенной в керамическое основание. Кроме того, элементы могут быть и закрытого типа в виде ТЭНа или спирали из провода высокого сопротивления в кварцевой трубке. Нагревательные элементы конфорки закрыты сверху пирокерамическим материалом – ситаллом, представляющим собой продукт кристаллизации стекломассы особого состава и имеющим высокую механическую и электроизоляционную прочность; хорошую нагревостойкость и теплопроводность. В то же время ситалл характеризуется малым коэффициентом температурного расширения, отсутствием водо- и газопоглощения.

Конфорочная панель (рис. 11.5.1 б) выполнена в виде ровного листа, под которым расположены нагревательные элементы. Мощность пирокерамических конфорок регулируют терморегуляторами или бесступенчатыми регуляторами мощности в комплекте с термоограничителями. Рабочая часть этих приборов работает при температуре 125 °С, поэтому корпуса их выполнены из керамических материалов; контакты рассчитаны на 100000 циклов "включения-отключения" что соответствует среднему сроку службы, равному 5 лет.

В духовке электрической плиты теплопередача происходит как за счет конвекции, так и благодаря излучению от стенок шкафа при температуре до 250 °С. Объем шкафа равномерно нагревается, благодаря рациональному расположению и соответствующей конструкции нагревательных элементов. Температура оболочек нагревательных элементов в духовке электроплиты 450– 600 °С. Как правило, элементы расположены по поду и своду и реже – на боковой

стороне муфеля. Верхний нагревательный элемент, мощность которого меньше нижнего на 300–400 Вт, установлен внутри рабочего пространства, нижний – под подом муфеля. Конструкция нагревателя для духовки применяется самая разнообразная. Наиболее распространенная – размером 400×280×220 мм показана на рис. 5.1.4, *б*, *в*.

В одной плоскости с верхним нагревателем установлен инфракрасный излучатель из нагревательного элемента (ТЭНа) диаметром 7–8 мм, мощностью 2–2,5 кВт (рис. 5.1.4, *г*). Этот элемент (гриль) включается пятиступенчатым переключателем при отключенных других нагревательных элементах. Гриль предназначен для жарки мяса на решетке или вертеле, приводимом во вращение электроприводом мощностью от 5 до 15 Вт с частотой вращения 2–5 мин. Для соединения электрических элементов плиты используют распределительные щитки, расположенные на задней стенке под съемной крышкой. Коммутационная аппаратура конфорок расположена на передней или задней стенке.

Использование микроволновой энергии. Микроволны и другие ультракороткие радиоволны используются во многих, ставших привычными, системах: радиотелефон, радиоуправляемые игрушки, авиационные контрольные радары и дистанционное управление телевизоров.

Микроволны – это высокочастотные неионизирующие электромагнитные волны. В сущности, это очень короткие радиоволны, которые можно изолировать металлическими стенками духовки, чтобы сформировать миниатюрную систему распространения радиоволн.

Магнетрон посылает микроволновый сигнал (рис. 11.5.5), который преобразуется в тепло для нагревания пищи. Микроволновое энергетическое поле имеет направление попеременно то положительное, то отрицательное. Как магнит положительное поле притягивает отрицательные частицы молекул продукта, а отрицательное поле притягивает положительные частицы. В отличие от обычных способов приготовления пищи, в микроволновой печи не происходит прямого теплового воздействия на продукт, в то время как при обычных способах приготовления пиши тепловая энергия поглощается продуктом; это длительный процесс. Во время приготовления пищи микроволны по-

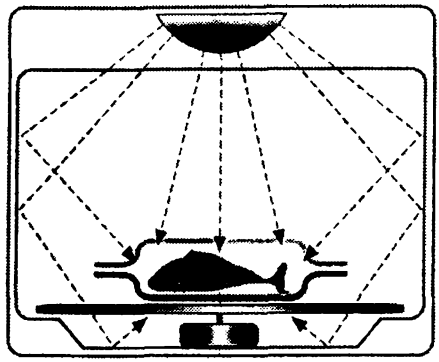


Рис. 11.5.5. Приготовление пищи в микроволновой печи

глощаются продуктами. Они проникают на глубину от 20 до 40 мм. Микроволновая энергия заставляет вибрировать молекулы пищи со скоростью 2450000000 раз в секунду. Вибрация вызывает трение, в результате которого выделяется большое количество тепла, за счет которого и происходит приготовление пищи. Нагревание внутри большого объема продуктов происходит за счет теплопроводимости. Жар, выделяемый при трении в наружных частях, проникает и внутрь продуктов. Вследствие этого блюда готовятся еще некоторое время, и после извлечения из печи, пока полностью не прекратится вибрация.

В быту также используются и другие электронагревательные приборы, в которых используются такие же нагревательные элементы, как и у выше описанных.

11.5.2. Коэффициент полезного действия нагревательных приборов

Выбор и использование наиболее экономичных электроприборов позволяет существенно экономить электроэнергию. Однако многие специалисты не без основания утверждают, что правильная эксплуатация бытовых электроприборов заключает в себе резервы экономии больше, чем это дает совершенствование конструктивного исполнения приборов.

Самыми энергоемкими потребителями электроэнергии являются электроплиты. Годовое потребление электроэнер-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

гии одной электроплиты составляет 1200–1400 кВт·ч. Поэтому рациональное пользование электроплитами является одним из основных источников экономии электроэнергии в доме.

Следует отметить, что появление электроплиты заставляет хозяйку расставаться с опытом приготовления пищи, который она накопила. Здесь трудно регулировать температуру, что-то слишком быстро кипит, что-то подгорает и при этом совершенно не ясно, как укрощать невидимый огонь.

То обстоятельство, что конфорка нагревается медленно, раздражает хозяек. Им приходится приноравливаться: включать конфорки заранее, до того, как поставить на них кастрюли. Некоторые хозяйки не учитывают, что конфорки и остывают медленно, а значит, выключать их надо заранее, еще до того, как блюдо будет готово. К этому следует привыкнуть. Технология приготовления пищи требует включения конфорки на полную мощность только на время, необходимое для закипания. Варка пищи может происходить при меньших мощностях. Так, после закипания приготовление супов, бульонов, варку овощей можно продолжать при мощности 100–200 Вт, каш – 100–160 Вт. Жаренье мяса, картофеля производят при мощности 500–1200 Вт (меньшее значение относится к конфоркам диаметром 145 мм, большее – 220 мм). Варка пищи на малых мощностях значительно сокращает расход электроэнергии, поэтому конфорки электроплит снабжают переключателями мощности.

Требование обеспечить минимальный расход электроэнергии обусловливает необходимость снижения мощности минимальной ступени регулирования. Снижения мощности на нижней ступени регулирования достигают повышением числа ступеней регулирования мощности конфорок с 3 до 6, т. е. применением 7-ступенчатых переключателей (рис. 11.5.3, *а*, *б*) с трехспиральными конфорками вместо 4- и 5-ступенчатых с двуспиральными. Экономия электроэнергии (в среднем 4–6%) достигается за счет снижения мощности нижней ступени до 10–15% номинальной (100–250 Вт), необходимой для поддержания технологического процесса варки пищи после закипания.

Семиступенчатые переключатели устанавливаются на всех плитах отечественного производства типа «Гефест-2140», «Гефест-2142», «Гефест-2160», «Гефест-2162». Применение

7-ступенчатых переключателей снижает затраты энергии на 5–12%, а бесступенчатых – еще на 5–10%.

Принцип бесступенчатого регулирования мощности состоит в изменении относительной продолжительности цикла «включено на полную мощность – отключено». Основным элементом регулятора является биметаллическая пластина, связанная с механическим прерывателем. Пластина нагревается теплом, выделяемым нагревательным резистором мощностью 2–6 Вт, включенным параллельно нагревательному элементу конфорки или встроенному непосредственно в ее корпус. Изменяя положение ручки переключателя, можно регулировать относительную продолжительность периодов «включено–отключено», а следовательно, и среднюю мощность конфорки. Бесступенчатые регуляторы мощности позволяют плавно регулировать мощность в пределах от 4 до 100%.

Более совершенным методом регулирования мощности является автоматическое управление конфорками в зависимости от температуры дна наплитного сосуда. Среди известных конструкций таких регуляторов наиболее распространены два: с манометрическим датчиком температуры и с измерительным резистором. Регуляторы первого типа применяют для чугунных конфорок, второго – для трубчатых. Качество работы датчика температуры зависит от плотности контакта его с дном сосуда. С этой целью он устанавливается немного выше плоскости рабочей поверхности конфорки, в центре ее, и удерживается в этом положении пружиной. При установке на конфорку кастрюли пружина плотно прижимает датчик ко дну.

Несвоевременная смена неисправных конфорок приводит к перерасходу электроэнергии на 3–5%. Перегорание в конфорке одной или двух спиралей нарушает режим регулирования – минимальная ступень мощности увеличивается в 2–3 раза. При расслоении, растрескивании или вспучивании чугуна нарушается плотный контакт поверхности конфорки с дном наплитного сосуда.



Рис. 11.5.6. Правила подбора посуды

Для снижения расхода электроэнергии на приготовление пищи на электроплитах надо применять специальную посуду с утолщенным обточенным дном диаметром, равным или несколько большим диаметра конфорки (рис. 11.5.6).

Если диаметр посуды меньше диаметра конфорки, часть тепла выделяется в воздух. Использование посуды с диаметром дна, значительно большим диаметра конфорок, может вызвать неравномерность нагрева дна и пригорание пищи. Ниже указаны рекомендуемые диаметры стандартной эмалированной и алюминиевой посуды:

Диаметр конфорки, мм	Диаметр посуды, мм
145	160; 180
180	180; 200; 220
220	220; 240; 260

Экономия электроэнергии при использовании такой посуды составляет 10–20%.

В сплошных чугунных конфорках наилучшая теплопередача достигается при тесном контакте между их поверхностью и дном посуды. Такой контакт необходимо сохранять в процессе нагрева конфорки до рабочей температуры и в течение всего времени пользования. Из-за деформации дна, наличия на нем технологических выштамповок, контакт конфорки с посудой осуществляется только на части поверхности. Это удлиняет время нагрева пищи, увеличивает потребление электроэнергии и вследствие неравномерного теплосъема вызывает внутренние напряжения, в результате чего могут образоваться искривления и трещины в чугуне конфорки.

При использовании посуды с ровным дном электроплиты по времени приготовления пищи успешно конкурируют с газовыми. Например, 3 л воды на газовой конфорке закипают за 15–18 мин. На электрической конфорке диаметром 145 мм и мощностью 1000 Вт то же количество воды закипает за 23 мин, на конфорке диаметром 180 мм и мощностью 1500 Вт – за 17 мин, а на конфорке ускоренного нагрева (экспресс-конфорке) диаметром 180 мм и мощностью 2000 Вт – за 13 мин.

Пользование посудой с искривленным дном может привести к перерасходу электроэнергии до 40–60%. Проверить прогиб дна посуды несложно. Для этого достаточно взять линейку и приложить ко дну. Если прогиб по краям

больше 1 мм, такую посуду лучше не использовать. Наибольшая погнутость кастрюли может быть допущена, если она не выходит за границы центральной углубленной части конфорки. При переходе с газовой плиты на электрическую целесообразно произвести замену посуды, имеющей прогиб дна. Расчеты показывают, что при использовании посуды с прогибом дна на 2 мм из-за перерасхода электроэнергии возрастают затраты. Посуду, не пригодную для приготовления пищи на конфорках, совсем не обязательно выбрасывать, ее можно использовать для приготовления блюд в духовке, где конфигурация дна не имеет значения.

При эксплуатации электроплит следует помнить, что крошки, прилипшие ко дну посуды, создают воздушный зазор между конфоркой и дном, поэтому перед установкой посуды на плиту необходимо вытереть дно насухо. Кроме того, ставить посуду с мокрым дном на разогретую конфорку опасно. Недопустимо также выкипание жидкости, выплескивание ее на конфорку — это может вызвать короткое замыкание, порчу конфорки и др.

Практика показывает, что для электроплит с чугунными конфорками наилучшей является алюминиевая посуда с плоскообточенным дном толщиной 5—8 мм или литая чугунная и штампованная стальная с покрытием эмалью всей поверхности, кроме наружной стороны дна.

Для того чтобы посуда плотно прилегала к конфорке, предпочтительнее тяжелые кастрюли с увесистыми крышками. Неподвижность посуды на электроплите — важное условие правильного приготовления пищи. Кастрюли с закругляющимся, как у котелка, дном и керамическая посуда совершенно непригодны.

На электрических плитах удобно использовать биметаллическую посуду. Она обладает следующими преимуществами по сравнению с алюминиевой или из нержавеющей стали: благодаря сочетанию слоя нержавеющей стали с алюминием происходит равномерный нагрев пищи, способствующий уменьшению ее пригорания, облегчается уход за рабочей поверхностью кастрюли.

Удобная теплостойкая пластмассовая арматура и декоративное эмалевое покрытие крышки выгодно отличают по своим потребительским и художественно-эстетическим свойствам данное изделие от обычных кастрюль.

Кроме диаметра посуды и качества дна, снижение расхода электроэнергии достигается выбором конфорки, на которой готовится пища. Удельный расход электроэнергии на нагрев воды до кипения на одной и той же конфорке резко снижается с увеличением ее количества. Это объясняется тем, что абсолютное значение потерь электроэнергии на разогрев самой конфорки остается постоянным при любом количестве воды, а их удельный вес в общем расходе электроэнергии снижается, в то время как тепловые потери за единицу времени зависят не только от объема нагреваемой воды, но и от внешней поверхности кастрюли.

Для наименьшего расхода электроэнергии следует нагревать до кипения 2–3 л жидкости на конфорке диаметром 145 мм, 3–5 л – на конфорке диаметром 180 мм. Конфорки диаметром 220 мм экономически целесообразно применять при нагреве более 6 л жидкости.

Исследования показывают, что меньше электроэнергии расходуется при использовании конфорок малого диаметра, а время нагрева снижается при использовании конфорок большего диаметра и большей мощности. При этом следует иметь в виду, что в процессе приготовления блюд, не требующих продолжительной варки (кофе, чай, кисели и др.), целесообразно использовать конфорки большого диаметра и мощности, как обеспечивающие экономию времени на приготовление пищи.

Некоторые практические советы наиболее рационального приготовления пищи на электроплите. Поскольку конфорка нагревается медленно, а остывает еще медленнее, повышение и понижение температуры электроплиты не всегда связаны со степенью готовности пищи, как это бывает при использовании обыкновенной печи или газовой плиты. Посуду с продуктами не рекомендуется ставить на конфорку, пока она не нагреется, т. е. включать конфорку надо еще в момент обработки (подготовки) их на разделочной доске. Выключать ее следует до окончания приготовления пищи, так как она еще долгое время будет сохранять высокую температуру.

Если предстоит готовить блюдо без воды – жарить, тушить, температура приготовления должна быть падающей. Нужно нагреть конфорку до максимума, поставить на нее кастрюлю с едой и начинать постепенно, через определенные промежутки времени, снижать нагрузку на единицу, а незадолго до окончания готовки полностью выключить.

Для уменьшения потери тепла через пар каждая кастрюля должна быть закрыта только своей крышкой.

Для отваривания продуктов следует всегда брать воды или другой жидкости (бульона, молока) меньше, чем обычно принято или указано в рецепте, примерно на 0,1 объема. При отваривании картофеля и овощей вообще достаточно 100—300 мл (в зависимости от величины посуды). Дело в том, что на электроплите вода почти не выкипает из-за особенностей нагрева ее и необходимости герметического закрывания посуды.

Во избежание всплывов кипящей жидкости кастрюли надо не доливать да краев минимум на 4—5 см (на три пальца) или, как правило, заполнять посуду ровно на половину объема.

Большую экономию электроэнергии дает также варка «башенным» способом. В этом случае кастрюли ставят друг на друга. Верхняя кастрюля греется паром, поднимающимся из нижней. Особенно хорошо таким образом готовить диетические блюда, распаривать горох и фасоль, подогревать готовую пищу. Эффективность данного способа не так очевидна, но не нужно спешить отказываться от него, не испытав. «Башенная» варка очень популярна в западноевропейских странах, имеющих полувековой опыт работы с электроплитами.

Как показали исследования, наиболее часто пользуются *конфорками мощностью 1500* Вт. Это вызывает перерасход электроэнергии, срок службы теплонапряженных конфорок меньше, чем конфорок мощностью 1000 Вт. Учитывая это обстоятельство, следует подумать о том, какую включать конфорку. Если, например, готовится небольшое количество пищи, лучше поставить кастрюлю на малую конфорку. При этом потеряется лишь несколько минут, так как максимальная мощность нужна только при закипании. Но энергии расходуется меньше, а большая конфорка сохранится и прослужит дольше.

Духовки электроплит могут быть с термостатом и без него. Регулировать температуру надо почти так же, как в газовой плите, и это не представляет трудностей после приобретения небольшого опыта. В обращении с электродуховкой без термостата необходимо придерживаться следующих правил:

1. Проверить возможности печи, проведя несложный эксперимент. На самую середину противня положить лист белой бумаги и поставить его на среднюю полку духовки, включив ее на сильный нагрев. Заметить время, в течение которого бумага побуреет, приобретет светло-коричневый цвет.

То же самое нужно проделать, поместив противень с бумагой в духовку со слабым нагревом. Например, при сильном нагреве бумага побуреет через 3 мин. Это время, необходимое для предварительного нагрева духовки. С этого момента можно ставить блюдо в печь и отсчитывать время приготовления.

2. В электродуховке целесообразно располагать блюдо в центре противня, на средней (а не верхней, как в газовой плите) полке. Варить в электродуховке можно на самой нижней ступени. Это безопаснее и удобнее.

3. Лучшая посуда для тушения в электродуховке – из чугуна, обливного чугуна или огнеупорной глины (керамическая). Можно применять и фольгу, но при этом надо тщательно перекрывать рант, образуемый в результате загиба краев фольги. Надежнее завертывать продукт в двойной слой фольги, чтобы не было прорыва пара и жидкости (сока), например при приготовлении мяса и рыбы.

4. Для долговременного тушения блюдо можно ставить и в холодную духовку. В заранее нагретую духовку ставят, как правило, кондитерские и хлебобулочные изделия: под воздействием горячего воздуха тесто подходит быстрее.

5. Дверцу электродуховки следует слегка приоткрывать во второй половине приготовления; если блюда запекают в течение часа, то в последние 20 мин дверца духовки должна быть полностью открыта.

6. Использовать весь объем нагретой духовки. В ней можно одновременно готовить несколько блюд, расположив их на разных уровнях. На самый низ, ближе к задней стенке, ставят жаркое и все то, что тушится; на самой верхней – блюда, которые надо быстро обжарить или запечь.

7 Общим правилом температурного режима электродуховки следует считать то, что выпечка, тушение и особенно запекание ведутся только при двух температурах: в первую половину при самой высокой, которую способна дать печь, и во вторую (или треть) – при самой низкой, а иногда и при совершенно выключенной духовке, на ее так называемом остаточном тепле.

При пользовании духовкой следует помнить, что жарить в ней экономично только блюда массой 1 кг и более.

Температура (°С), наиболее благоприятная для электродуховки, имеющей термостат, рассчитанная для различных видов блюд (продуктов) и кулинарных изделий, приведена ниже:

Безе, меренги	От 100 до 150
Пряники	Около 150
Песочное печенье	Около 160
Твердое мелкое печенье (сдобное)	Около 170
Венское печенье, масляное тесто	180
Торты, бисквиты	Около 190
Хлеб	200 – 210
Булочки сдобные	200 – 250
Паштеты, пасты, массы (запекание)	170 (гратинирование)
Рыба (варка)	150 – 170
Говядина	150 – 160
Свинина	170
Тушение с падающей температурой (томление овощей с мясом)	От 250
Колерование (быстрое)	200 – 250
Тушение	150 – 170

При правильном пользовании духовкой расход электроэнергии сокращается на 30–40%.

Следует подчеркнуть, что технология приготовления пищи на бытовых электронагревательных приборах сильно влияет на фактический расход электроэнергии. Например, для того, чтобы сварить под паром картофель в посуде с закрытой крышкой, требуется относительно небольшое количество энергии. При варке же картофеля в воде потребление энергии возрастает в несколько раз.

Особо следует остановиться на кипячении воды на электрической плите. Для рационального использования энергии необходимо налить воды ровно столько, сколько потребуется для данного случая. Совершенно неразумно наливать полный чайник, а впоследствии его подогревать.

Горячую воду из водопровода для приготовления пищи использовать не рекомендуется, кроме варки яиц. Для быстрого кипячения и сигнализации о готовности удобнее всего приобрести чайник со свистком. Плотное прилега-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ние дна чайника к конфорке, отсутствие верхней крышки и герметизация во время разогрева воды, тонкие алюминиевые стенки – все это обеспечивает быстрое кипячение и экономию электроэнергии Такими же качествами обладает кастрюля с двойными стенками и со свистком, предназначенная для кипячения молока и варки различных каш. Кроме того, в этой кастрюле молоко никогда «не убежит» и не пригорит (равно, как и каша).

Одним из условий улучшения работы электрочайника и посуды является своевременное удаление накипи. Накипь – твердый осадок на внутренних стенках посуды, который образуется в результате многократного нагревания и кипячения воды. Накипь обладает малой теплопроводностью, поэтому вода в посуде с накипью нагревается медленно. Кроме того, изолированные от воды слоем накипи стенки посуды нагреваются до высоких температур, при этом железо постепенно окисляется, что приводит к быстрому прогоранию посуды. Для удаления накипи выпускают препарат "Антинакипин", способ употребления которого указан на этикетке. Можно использовать для удаления накипи уксусную эссенцию (1 часть эссенции на 5–6 частей воды). Для этого в посуду с накипью следует налить воду с уксусной эссенцией и нагревать ее до 60–70 °С в течение 20–30 мин. После удаления накипи посуду следует тщательно промыть водой.

При пользовании электроплитой надо соблюдать следующие требования по экономии электроэнергии: раз в неделю тщательно чистить конфорки, духовку, кастрюли, сковородки и жаровни, чтобы грязь не препятствовала теплопередаче (конечно, ежедневная небольшая чистка производится помимо того); желательно использовать одну конфорку для приготовления нескольких блюд, поскольку на разогрев конфорок уходит много энергии; использовать крышки для посуды, что на 20% снижает расход электроэнергии и сокращает затраты времени на приготовление пищи; использовать минимальное количество воды для варки овощей. Например, при варке картофеля вода должна лишь немного покрывать клубни; замороженные продукты, прежде чем положить на сковороду или противень, следует предварительно разморозить до комнатной температуры; использовать духовку для приготовления по оче-

реди нескольких блюд. Включенная духовка не должна открываться без надобности.

Еще один значительный резерв экономии электроэнергии использование специальных приборов для приготовления пищи. Эти приборы приспособлены для приготовления отдельных видов блюд. Блюда получаются лучшего качества, чем приготовленные на плите, а энергии затрачивается меньше. Имея набор таких приборов, можно свести пользование электроплитой к минимуму. В набор могут входить электросковорода, электрокастрюля, электрогриль, электротостер, электрошашлычница, электрочайник, электросамовар, электрокофейник.

Тостеры, ростеры, вафельницы, фритюрницы, яйцеварки, пароварки, кофеварки, чаеварки с успехом заменяют электроплиты.

Значительный эффект может быть получен путем модернизации электроплит. Замена в них штампованных конфорок на конфорки из трубчатых нагревательных элементов, а также оснащение таких плиток 7-ступенчатыми переключателями мощности (взамен 4-, 5-позиционных) позволяет уменьшить расход электроэнергии на 20–25%. В таблице 11.5.1 даны технические характеристики различных конфорок.

Значительные удобства, экономию времени и энергии дает применение скороварок. Применение скороварок позволяет примерно в 3 раза сократить время приготовления пищи. Так, например (считая с момента закипания), картофель в обычной кастрюле варится 20–30 мин, в скороварке 5–6 мин; свекла в обычной 50–100 мин, в скороварке – 35–40 мин; мясо в обычной 60–180 мин, в скороварке – 25–30 мин.

Все эти преимущества скороварки обеспечиваются ее герметичностью и особым тепловым режимом – температура 120 °С при избыточном давлении пара.

Безусловным достоинством скороварки является ее экономичность, позволяющая сократить расход электроэнергии при приготовлении пищи примерно в 2 раза. Разумеется, этого можно достичь в случае четкого соблюдения правил пользования скороварками, и в частности режима ее работы. Следует помнить, что в скороварке жидкость доходит до кипения дольше, чем в обыч-

Таблица 11.5.1

Технические характеристики конфорок электроплит

Тип конфорки	Диаметр, мм	Мощность, Вт	Способ регулирования мощности	Максимальная температура рабочей поверхности, °С	Время разогрева до рабочей температуры, мин	КПД
Чугунная	180	1500	Семипозиционный переключатель	620	10	0,69
Чугунная (экспресс-конфорка)	180	2000	Терморегулятор	500	5	0,72
Трубчатая на ТЭН 7,4 мм	145	1000	Бесступенчатый регулятор мощности	700	3	0,79
Трубчатая на ТЭН 10 мм	145	1000	Пятипозиционный	650	4	0,75
Пирокерамическая	180	1000	Бесступенчатый регулятор и термоограничитель, терморегулятор	500	6	0,70

ной кастрюле. Поэтому до момента закипания (начала шипения) скороварку нужно держать на максимальной ступени электрической плиты, а затем переключить на более слабое положение. Во всех случаях нельзя допускать интенсивного паровыделения через рабочий клапан, при сильном шипении переключатель надо поставить на одну-две ступени ниже.

Выше уже отмечались неоспоримые преимущества новых электронагревательных установок микроволновых печей. При приготовлении продуктов в микроволновой печи, в зависимости от количества продуктов и вида обработки, понадобится значительно меньший расход электроэнергии (до 80% экономии), чем при пользовании электрической плитой.

Однако энергия в микроволновой духовке распределена неравномерно. В более разогретых частях камеры про-

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

дукты готовятся быстрее. Поэтому необходимо помешивание, чтобы уравнять тепловое воздействие, но существует множество продуктов, помешать которые нельзя. Чтобы они прогревались равномерно, их нужно переворачивать или менять местами. Чем чаще это делается, тем лучше результат. Для этого можно использовать вращающийся поднос – это блюдо, вращающееся автоматически, что значительно упрощает приготовление

Идеальным для посуды, использующейся в микроволновой духовке, является материал, пропускающий микроволны. В этом случае микроволны проходят через ее стенки и дно и разогревают продукт. Посуда, используемая для приготовления, должна выдерживать контакт с очень горячими продуктами и кипящими жидкостями. В настоящее время изготовители маркируют бумажные и пластиковые упаковки, устойчивые к высокой температуре и микроволнам, и их можно использовать в микроволновой и конвекционной духовках.

Очень удобно для приготовления мясных блюд использовать противень размером 30×20 см или стеклопластиковую кастрюлю диаметром 25 см, а также решетку или таган, которые можно в них вставить.

Бумажные тарелки и стаканы для горячих напитков, стеклянную посуду также можно использовать для разогревания продуктов.

Фаянсовые, глиняные и эмалированные миски, доски, кастрюли, тарелки и чашки очень удобно использовать для приготовления продуктов в микроволновой духовке. Такая посуда обычно имеет маркировку «Защищено от микроволн».

Металлы, которые используются в микроволновой духовке, это обычно фольга для защиты краев и легко обгорающих частей приготовляемого продукта или мелкая упаковка из фольги, в которой обычно продаются некоторые продукты. Металлическая фольга или упаковка из фольги должна отстоять от стенок духовки как минимум на 2,5 см. Глубокую упаковку и металлические банки нежелательно использовать, т. к. они экранируют слишком большую часть микроволновой энергии, забирая ее от продукта. Покрытые фольгой картонные упаковки полностью экранируют энергию, и помешенные в них продукты совсем не нагреваются.

РЕПОЗИТОРИЙ ВГТУ

Нельзя использовать посуду с металлическими украшениями, металлическими винтами, ободками и ручками, тонкую стеклянную посуду или пластиковую, чувствительную к высокой температуре продуктов, чашки и кружки со стеклянными ручками.

Скорость и равномерность приготовления продуктов в микроволновой духовке зависит и от самих продуктов. Как уже говорилось, микроволны проникают в продукты на глубину 2—4 см сверху, снизу и с боков. Куски величиной более 5 см в диаметре разогреваются проводимым теплом, как и при обычном приготовлении. На продукты, содержащие много воды, жира или сахара, воздействие микроволн сильнее. Такие продукты готовятся быстрее.

Время, необходимое для приготовления продукта в микроволновой духовке, прямо пропорционально его количеству. Поскольку продукт сам поглощает энергию, один кусочек цыпленка готовится быстрее, чем большая курица. Если энергия делится между большим количеством продуктов, приготовление требует большего времени. Поэтому маленькие кусочки готовятся быстрее, чем большие.

Замороженные или охлажденные продукты требуют больше времени для приготовления, чем продукты комнатной температуры.

11.5.3. Меры защиты при использовании нагревательных приборов

Как источники повышенной опасности электронагревательные приборы и установки требуют особых условий эксплуатации.

В основном эти требования заключаются в следующем:

1. Категорически запрещается пользоваться неисправными электроприборами.

2. Пользоваться бытовыми нагревательными приборами с неисправной изоляцией запрещается.

3. Не допускается проводить ремонт приборов во включенном состоянии.

4. Запрещается проверять нагрев электроконфорок, утюгов руками.

5. Корпуса бытовых электроплит должны быть занулены путем подключения к сети трехжильным кабелем. Две жилы (фазовая и нулевая) обеспечивают работу прибора, а тре-

РЕПОЗИТОРИЙ БГУ

тья – зануление. Такое подключение осуществляется, как правило, через штепсельное соединение. К вилке штепсельного соединения присоединены три проводника: фазный, нулевой и заземляющий, которые, в свою очередь, соединены с соответствующими выводами на клеммной коробке электроплиты. Контакты розетки штепсельного соединения соединяют с тремя проводами (фазным, нулевым и заземляющим) питающей сети.

6. Не допускается вытягивать вилку за провод из розетки.

7 Категорически запрещается одновременно прикасаться к бытовым нагревательным приборам и ванне, трубопроводу и радиатору отопления и др. металлическим предметам жилых помещений, связанными с землей.

8. Необходимо соблюдать последовательность операций при работе с СВЧ-печами.

– Нельзя открывать дверцу рабочей камеры при подаче СВЧ-энергии.

– Нельзя вынимать вращающийся поднос во время работы духовки.

– Нельзя класть ничего между лицевой поверхностью духовки и дверцей, а также не допускать попадания грязи или чистящего порошка на герметизирующие поверхности.

– Нельзя пользоваться духовкой, если она повреждена. Особенно важно, чтобы духовка закрывалась, как следует и чтобы не было повреждений: дверцы (погнуты), петель и запоров (разбиты или потеряны), дверных герметизирующих запоров и герметизирующих поверхностей.

Нельзя использовать растительное масло, если это не предусмотрено рецептом, и не жарить дольше, чем рекомендовано.

Никогда не разогревать большой объем масла или жира для обжаривания во фритюре. Температура масла не контролируется, и оно может перегреться.

– Нельзя готовить яйца в скорлупе. Внутри скорлупы образуется пар, и ее может разорвать давлением изнутри. Сваренные вкрутую яйца можно разогреть в микроволновой духовке.

9. Для того чтобы проверить, можно ли использовать данную посуду в микроволновой печи, необходимо налить стакан воды, поставить его на подставку и включить печь на 35–45 секунд. Если по истечении этого времени посуда сильно нагрелась, то лучше в ней не готовить.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ

10. При эксплуатации печи необходимо помнить, что она боится недогрузки, когда излучаемая электромагнитная энергия ничем не поглощается. Поэтому во время работы печи следует держать в ней хотя бы стакан воды.

11. Категорически запрещается снимать облицовочные панели и шунтировать блокировки СВЧ-панелей.

12. Санитарную обработку бытовых нагревательных приборов производить только при отключенном питании.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить основные виды и конструктивные особенности электронагревательных приборов.

2. Сравнить коэффициент полезного действия электронагревательных приборов и определить наиболее эффективные пути их использования.

3. Записать технические характеристики конфорок электроплит.

4. Указать диаметр дна посуды по отношению к диаметру конфорки для более эффективного использования электроэнергии.

5. Указать наиболее благоприятную температуру для электродуховки при приготовлении различных видов блюд (продуктов) и кулинарных изделий.

6. Изучить меры защиты при использовании нагревательных приборов.

11.6. Первичные средства пожаротушения в школе

Цель занятия: ознакомиться с конструктивными особенностями средств пожаротушения и определить область их применения

Вопросы для изучения:

1. Причины возникновения пожаров.

2. Факторы, влияющие на организм человека при возникновении пожара.

3. Механизмы прекращения процесса горения.

4. Первичные средства пожаротушения в школе, их тактико-технические характеристики и принцип действия:

а) изучить свойства огнегасительных веществ, определить область их применения (заполнить таблицу 11.6.2. на стр. 280);

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

б) изучить конструкции и принцип действия ручных огнетушителей ОХП-10, ОУ-2, ОП-10-Б.

5. Нормы первичных средств пожаротушения для различных объектов.

11.6.1. Причины возникновения пожаров

1. Неосторожное обращение с огнем является самой распространенной причиной возникновения пожара. В последнее время для освещения (чисто в декоративных целях) широко стали использовать свечи. При этом забывают простые меры предосторожности: следует помнить, что нельзя укреплять свечи расплавленным стеарином (воском) на столе, досках, так как свеча может опрокинуться и при догорании послужить причиной пожара. При пользовании свечами нужно иметь невысокие устойчивые металлические подсвечники либо ставить свечи в тарелки и т. д. Нельзя ходить с горящей свечкой на чердаки, в сараи, кладовые. Лучше всего для этого пользоваться электрическими карманными фонарями.

Нередко еще можно наблюдать, как отдельные люди, прикуривая, бросают спички и окурки куда попало, курят в запрещенных местах, кладут окурки на деревянные предметы и вблизи вещей, способных воспламениться при малейшем соприкосновении с огнем.

В зимнее время с наступлением сильных похолоданий нередко замерзают водопроводные и канализационные трубы, приборы центрального отопления (чаще всего расширительные баки, установленные в чердачных помещениях). Пренебрегая мерами пожарной безопасности, их нередко отогревают пламенем факелов или паяльных ламп. А это приводит к пожарам. Для отогревания такого рода труб рекомендуется применять горячую воду или нагретый песок.

Иногда металлические трубы, нагретые в одном помещении за счет теплопередачи, воспламеняют соприкасающиеся с ними горючие материалы, расположенные в соседнем помещении.

2. Не менее распространенной причиной пожаров является нарушение правил пользования электрическими приборами. Анализ таких пожаров показывает, что они происходят, в основном, по двум причинам: из-за нарушения правил при пользовании электробытовыми при-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

борами и скрытой неисправности этих приборов или электрических сетей.

Пожары могут возникать от неисправной электропроводки или неправильной эксплуатации электросети. Это объясняется тем, что при прохождении тока по проводнику всегда выделяется тепло. Но в обычных, нормальных условиях оно рассеивается в окружающую среду быстрее, чем успевает нагреться проводник. Для каждой электрической нагрузки соответственно подбирается и проводник определенного сечения. Если сечение проводника меньше, чем положено по расчету, то будет выделяться так много тепла, что оно не успевает рассеяться и проводник будет нагреваться. Это может произойти, например, если в одну розетку включить несколько бытовых приборов одновременно. Возникает перегрузка, провода могут нагреваться, а изоляция — воспламениться.

Одной из причин пожаров, возникающих от электросетей, являются короткие замыкания. Они наступают тогда, когда два проводника без изоляции накоротко соединяются друг с другом. По существу, это тоже явление перегрузки, но оно сопровождается резким возрастанием силы тока в сети. Провода мгновенно нагреваются до такой температуры, что металлические жилы плавятся, наблюдается интенсивное выделение искр и большого количества тепла. Если в месте короткого замыкания окажутся горючие материалы и конструкции, они моментально воспламенятся. Вот почему необходимо следить за исправностью изоляции проводов, не допускать крепления их гвоздями, которые могут нарушить изоляцию.

Сильный нагрев проводов происходит также в местах ослабления контактов соединения проводов между собой и в местах присоединения их к токоприемникам.

Плохой контакт и сильный разогрев в местах соединения проводов происходит из-за неправильного соединения проводов (вскрутку), слабого крепления или сильного окисления контактных поверхностей и мест соединения проводов. Неплотный контакт может также вызывать искрение. В таких местах обычно образуются электрические дуги, а это приводит к сильному разогреву контактных поверхностей и воспламенению изоляции проводов и кабелей. Из-за неплотного контакта вилок в гнездах штепсельной розетки происходит сильный разогрев розетки, а это может вызвать самовоспламенение деревянных подро-

зетников, горючих перегородок и стен, на которых смонтирована штепсельная розетка.

Пожарную опасность представляют также осветительные лампы накаливания, поскольку происходит сильный нагрев поверхности стеклянной колбы, температура которой может достигать 550 °С.

Все перечисленные причины пожаров связаны с выделением большого количества тепла, так как в лампах накаливания только 3–8% энергии затрачивается па излучение света, а 92–97% превращается в тепло.

Время, в течение которого на поверхности лампы возникает опасная температура, различно и зависит от напряжения в сети. Если электрический светильник обернуть хлопчатобумажной тканью и включить в сеть напряжением 127 В, то через 30 мин па поверхности лампы мощностью 75 Вт температура поднимается до 250 °С, при напряжении 220 В эта температура установится через 10 мин, а через 15 мин температура достигнет 400 °С, и хлопчатобумажная ткань загорится. Поэтому обертывание электрических ламп бумагой, хлопчатобумажными и другими тканями или изготовление из них самодельных абажуров, соприкасающихся с колбой лампы, может привести к самовоспламенению. Это особенно касается настольных светильников, мощность ламп которых ограничивается заводской инструкцией в пределах 60 Вт.

Опасные последствия могут наступить от плохого контакта цоколя с пружиной патрона. Это частный случай высокого переходного сопротивления. Здесь возникает сильный нагрев патрона, что приводит к пересыханию изоляции проводов, потере ими изоляционных свойств и короткому замыканию при включении лампы.

Сильный нагрев патрона и, как следствие, высыхание изоляции и короткое замыкание возникают и в том случае, если в обычный патрон ввернуть лампу большой мощности (200–300 Вт).

Повышенная пожарная опасность лампы накаливания заключается еще и в том, что при попадании в колбу лампы воздуха перегорают металлические нити. Капля расплавленного металла, температура которого колеблется от 1700 до 2700 °С, может пробить (прожечь) колбу и, попав на горючий материал, вызвать его загорание. Разрушение колбы лампы от механических воздействий также приводит к пожарам.

В настоящее время широко применяются люминесцентные лампы. Их поверхность не нагревается до опасной температуры, как у ламп с нитью накаливания, т. е. не превышает 40—50 °С. Поэтому такие лампы более безопасны в пожарном отношении.

Но и в люминесцентных лампах есть детали (стартер, конденсаторы с бумажным диэлектриком, светорассеиватели из органического стекла и др.), которые при определенных условиях могут вызвать пожар вследствие сильного нагрева.

При эксплуатации люминесцентных светильников иногда происходит «залипание» стартера, т. е. его контакт в нужный момент не размыкается. По цепи в этом случае протекает большой ток, под действием которого обмотка дросселя разогревается и окружающая компаундная масса, размягчаясь, вытекает. В результате наступает или закорачивание витков обмотки дросселя, или замыкание ее на корпус с воспламенением окружающих горючих материалов.

Некачественное исполнение контактного соединения в патронах ламподержателей и стартородержателей приводит к миганию люминесцентных ламп (постоянному самопроизвольному погасанию и загоранию) и воспламенению бумажного диэлектрика конденсатора ограничения радиопомех из-за пробоя повышенным напряжением. В результате пластмассовый корпус может обуглиться или загореться.

3. В квартирах и жилых домах, имеющих печное отопление, пожары чаще всего происходят из-за перекала печей, появления в кирпичной кладке трещин в результате применения для растопки горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, выпадения из топки или зольника горящих углей.

Причиной появления трещин и перекала стенок дымовых труб может быть горение сажи, скапливающейся в дымоходах.

4. Статистика показывает, что обычно от 10 до 15% общего количества пожаров происходят в республике от шалости детей с огнем или различными нагревательными приборами.

Ребенок, оставшись один в квартире или доме, может взять спички и, подражая взрослым, поджечь бумагу, включить в розетку электрический нагревательный прибор или

даже устроить костер. Беря пример со взрослых, дети иногда пытаются курить.

5. Основная причина пожаров от бытовых газовых приборов – утечка газа вследствие нарушения герметичности трубопроводов, соединительных узлов или через горелки газовых плит.

Природный и сжиженный баллонный газ (обычно это пропан-бутановая смесь) способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Именно поэтому при ощущении запаха газа в помещении нельзя зажигать спички, зажигалки, включать или выключать электрические выключатели, входить в помещение с открытым огнем или с папиросой (сигаретой) – все это может вызвать взрыв газа.

6. Многие из веществ бытовой химии продаются в аэрозольной упаковке, что значительно повышает их пожарную опасность. В них упакованы легковоспламеняющиеся и горючие составы, которые находятся под давлением, что увеличивает опасность.

С такими веществами следует обращаться осторожно. Надо помнить, что многие из них огнеопасны; прежде чем пользоваться ими, следует внимательно изучить инструкцию о правилах пользования, обратив особое внимание на рекомендации по пожарной безопасности. Любое из них легко воспламеняется от открытого огня и даже от искр, которые образуются при включении электрических выключателей, при извлечении вилок из электрических штепсельных розеток или при ударе металла о металл.

7 Большую опасность таят в себе свечи, бенгальские огни, хлопушки, нередко применяемые в новогодние праздники.

Были случаи, когда елки, украшенные ватой или марлей, при наличии малейшего источника огня воспламенялись. Очень опасные последствия могут быть, если не обработанный огнезащитным составом костюм из марли и ваты окажется на взрослом человеке или ребенке.

11.6.2. Факторы, влияющие на организм человека при возникновении пожара

В ряде случаев пожар приводит к гибели людей в результате отравления дымом, ожогов и травм от обрушения строительных конструкций, взрывов технологическо-

го оборудования и емкостей, заполненных горючими веществами.

Пространство, в котором происходит пожар и сопровождающие его явления (передача тепла и распространение продуктов сгорания, деформация строительных конструкций, взрывы технологического оборудования и др.), делят на зоны:

– горения (поверхность и объем площади горения);

– теплового воздействия (пространство, в котором от теплового воздействия заметно изменяется состояние материалов, конструкций и невозможно пребывание людей без теплозащитной одежды и других средств);

– задымления (пространство, заполненное дымовыми газами, в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей).

11.6.3. Механизмы прекращения процесса горения

Горение – это химический процесс соединения вещества с кислородом, сопровождающийся выделением тепла и света.

Различают следующие механизмы прекращения горения: физическое воздействие на горение (разбавление концентрации реагирующих веществ, изоляция реагирующих веществ, охлаждение реагирующих веществ) и химическое торможение реакции горения.

Сущностью прекращения горения разбавлением концентрации реагирующих веществ заключается в том, что в зону горения направляют негорючие теплостойкие вещества до тех пор, пока образующаяся в зоне реакции смесь станет негорючей. Это достигается с помощью инертных газов, водяного пара, продуктов сгорания, диоксида углерода, порошков.

Прекращения горения изоляцией реагирующих веществ достигают отделением горючих веществ или зоны горения от кислорода воздуха (кислород содержится в хлопке, кинопленке). В качестве огнетушащих средств используют войлок, асбест, песок, тальк, землю, химическую и воздушную пену, воду, негорючие газообразные вещества.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Прекратить горение можно, если понизить температуру (охладить) горящие вещества до температуры ниже температуры их воспламенения. Например, водой, химической и воздушной пеной, песком, негорючими газообразными веществами, порошками.

При химическом торможении реакции горения огнегасящие вещества вступают в реакцию с продуктами горения, в результате чего процесс горения замедляется или прекращается. Например галоидированные углеводороды, разлагаясь при высокой температуре, образуют вещества, вступающие в реакцию с продуктами горения (хладановые огнетушители).

11.6.4. Первичные средства пожаротушения в школе, их тактико-технические характеристики и принцип действия

На практике различают три стадии развития пожара. Первая, или начальная, стадия развития пожара характеризуется неустойчивостью, сравнительно низкой температурой в зоне пожара, малой высотой факела пламени и небольшой площадью очага горения. Для второй стадии характерно значительное увеличение тепла, факела пламени и площади горения. Третья стадия пожара отличается высокой температурой, большой площадью горения, конвективными потоками, деформацией и обрушением конструкций.

Выбор средств и методов тушения пожаров зависит от стадии пожара и вида горючих веществ.

Основными огнегасительными средствами и веществами являются вода, пена, песок, инертные газы, сухие огнегасительные вещества и различный пожарный инвентарь (рис. 11.6.1).

При возникновении пожара его надо тушить с помощью первичных средств, к которым относятся вода, песок, противопожарная ткань, ручные химические огнетушители (пенные, воздушно-пенные, углекислотные, бромэтиловые, порошковые) и противопожарный инвентарь.

Вода – наиболее распространенное и достаточно эффективное средство тушения пожаров. Водой в виде компактной струи тушат большинство твердых горючих веществ. Высокая теплоемкость воды и проникающая спо-

РЕПОЗИТОРИЙ МГПУ

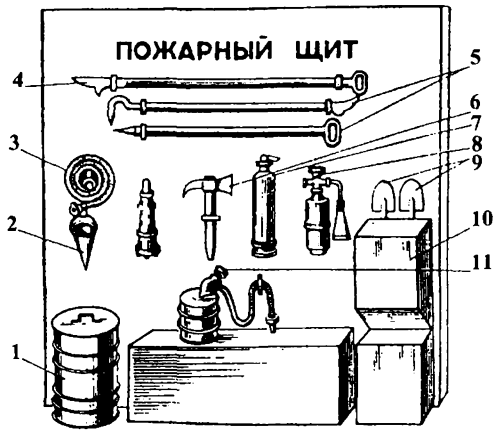


Рис. 11.6.1. Пожарный инвентарь:

1 — бочка с водой, 2 — пожарное ведро, 3 — выкидной пожарный рукав, 4 — багор, 5 — ломы, 6 — пожарный топор, 7 — огнетушитель, 8 — углекислотный огнетушитель, 9 — лопаты, 10 — ящик с песком, 11 — гидропульт-ведро.

собность обеспечивают ей хорошие огнегасящие свойства. Вода, попадая на горящий предмет, охлаждает его не только снаружи, но и внутри, проникая в глубь вещества через поры, щели и трещины; при этом понижается температура горящего вещества и прекращается процесс горения.

Образующийся при тушении пожаров водяной пар снижает концентрацию кислорода в зоне горения, что резко понижает температуру пламени и замедляет процесс горения.

Электрические установки и электропровода, находящиеся под напряжением, тушить водой опасно, ибо она электропроводна и это может привести к поражению электрическим током людей, работающих с водяными струями.

Вода неприменима для тушения горючих жидкостей, которые легче воды (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, краски и масла) и горящих металлов (Na, K), поскольку они вступают в химическую реакцию с водой с выделением водорода.

Песок служит для тушения твердых горючих веществ, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, разлившихся на поверхности нетолстым слоем (в небольших количе-

ствах), кино- и фотопленок, а также сорванных электропроводов. При этом песок должен быть сухим и чистым.

Попадая на горящие предметы и вещества, песок охлаждает их и, изолируя от кислорода воздуха, способствует прекращению горения. Песок рекомендуется хранить в специальных ящиках (емкостью 0,1–1 $м^3$), защищенных от попадания атмосферных осадков. Ящики должны быть укомплектованы лопатами или совками.

Противопожарную ткань применяют в качестве первичного средства тушения горящей электропроводки или электроаппаратуры и радиоаппаратуры, небольшого количества легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также загоревшейся одежды на человеке.

В этом качестве используют противопожарную ткань из асбеста или грубого шерстяного сукна размером 1,5×1,5 м.

Противопожарную ткань используют также для предохранения лица и одежды от воздействия тепловых лучей при приближении к очагу горения. В этом случае, развернув ткань и удерживая ее перед собой, приближаются к горящему предмету и, набросив на него ткань, применяют и другие средства тушения пожара.

Огнетушители, правила их эксплуатации и применение.

Огнетушителями называют приборы, содержащие запас огнегасящего вещества, которые применяют для тушения очагов пожара до прибытия пожарной команды.

По способу доставки к очагу пожара огнетушители делятся на переносные (массой до 20 кг) и передвижные (массой не менее 20, но не более 400 кг). При этом, передвижные огнетушители могут иметь одну или несколько емкостей для зарядки огнетушащих веществ, смонтированных на тележке. Наличие колес или тележки является отличительной особенностью передвижных огнетушителей.

Под огнетушащим веществом (ОТВ) понимается вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия прекращения горения.

В качестве ОТВ в современных огнетушителях применяются:

– водные растворы пенообразующих веществ для образования химической или воздушно-механической пены, способствующие изоляции зоны горения и охлаждению горящих компонентов;

порошок, который ингибирует (тормозит) химические процессы горения и изолирует зону горения;

– газ (углекислота, хладон), разбавляющий (флегматизирующий) газопаровоздушную горючую смесь и ингибирующий химические процессы горения;

комбинированные составы (например, пена-порошок), используемые в передвижных огнетушителях, для комбинированного воздействия на очаг пожара (охлаждение-флегматизация-ингибирование).

Огнетушители в соответствии с видами применяемых ОТВ подразделяют на:

1. ***Пенные***, которые подразделяются на:

а) *химические пенные* (ОХП) – с зарядом химических веществ, которые в момент приведения огнетушителя в действие вступают в реакцию с образованием пены и избыточного давления;

б) *воздушно-пенные* (ОВП) с зарядом водного раствора пенообразующих добавок и специальным насадком, в котором за счет эжекции воздуха образуется и формируется струя воздушно-механической пены.

2. ***Газовые***, которые подразделяются на:

а) *углекислотные* (ОУ) – с зарядом двуокиси углерода;

б) *хладоновые* (ОХ) – с зарядом огнетушащего вещества на основе галоидированных углеводородов.

3. ***Порошковые*** (ОП).

Огнетушащие порошки в зависимости от классов пожара, которые ими можно потушить, делятся на:

– порошки типа АВСЕ: основной активный компонент – фосфорно-аммонийные соли;

– порошки типа ВСЕ – основным компонентом этих порошков могут быть бикарбонат натрия или калия; сульфат калия; хлорид калия; сплав мочевины с солями угольной кислоты и т. д.;

– порошки типа Д: основной компонент – хлорид калия; графит и т. д.

В зависимости от назначения порошковые составы делятся на порошки общего назначения (типа АВСЕ, ВСЕ) и порошки специального назначения (которые тушат, как правило, не только пожар класса Д, но и пожары других классов).

4. ***Комбинированные*** – с зарядом двух различных огнетушащих веществ (например, порошок и раствор пенообразователя), которые находятся в разных емкостях огнетушителя.

Все огнетушители по возможности и способу восстановления технического ресурса подразделяют на:

– перезаряжаемые и ремонтируемые;

– неперезаряжаемые.

По принципу вытеснения огнетушащего вещества огнетушители подразделяют на:

– закачные (заряд ОТВ и корпус огнетушителя постоянно находятся под давлением вытесняющего газа или паров огнетушащего вещества);

– с баллоном сжатого или сжиженного газа (избыточное давление в корпусе огнетушителя создается сжатым или сжиженным газом, содержащимся в баллоне, располагаемом внутри корпуса огнетушителя или снаружи);

– с газогенерирующим элементом (избыточное давление в корпусе огнетушителя создается в результате выделения газа в ходе химической реакции между компонентами заряда специального элемента огнетушителя);

– с термическим элементом (подача огнетушащего вещества осуществляется в результате теплового воздействия на ОТВ электрического тока или продуктов химической реакции компонентов специального элемента);

– с эжектором (подача огнетушащего вещества осуществляется в результате эжекции ОТВ потоком выходящего газа).

По значению рабочего давления вытесняющего газа огнетушители подразделяют на:

– огнетушители низкого давления (рабочее давление ниже или равно 2,5 МПа при температуре окружающей среды 20±2 °С);

– огнетушители высокого давления (рабочее давление выше 2,5 МПа при температуре окружающей среды 20±2 °С).

По назначению, в зависимости от вида заряженного ОТВ, огнетушители подразделяют:

– для тушения загорания твердых горючих веществ (класс пожара А);

– для тушения загорания жидких горючих веществ (класс пожара В);

– для тушения загорания газообразных горючих веществ (класс пожара С);

для тушения загорания металлов и металлсодержащих веществ (класс пожара Д);

– для тушения загорания электроустановок, находящихся под напряжением (класс пожара Е).

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

Огнетушители могут быть предназначены для тушения нескольких классов пожара.

В школах используют огнетушители химические пенные (ОХП-10), углекислотные (ОУ-2, ОУ-5) и порошковые (ОП-1(б), ОП-1(з), ОП-2(з), ОП-3(з), ОП-5(з), ОП-5(б), ОП-10(з), ОП-10(б) (цифры указывают емкость баллона в литрах)..

Химические пенные огнетушители (ОХП-10) предназначены для тушения пожаров химической пеной, образующейся при взаимодействии кислотной и щелочной частей заряда. Применяют эти огнетушители для тушения твердых горючих веществ, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также обесточенных электропроводок. Их нельзя использовать для тушения электроустановок и электропроводок, находящихся под напряжением, щелочных металлов, спиртов, а также веществ, горящих без доступа воздуха.

Огнетушитель ОХП-10 (рис. 11.6.2.) состоит из стального тонкостенного баллона 1 емкостью 10 л. Внутри баллон покрыт антикоррозийной эпоксидной эмалью, а снаружи окрашен в ярко-красный цвет. К баллону приварены верхняя 3 и нижняя 12 ручки, необходимые для транспортировки, установки и приведения огнетушителя в действие. Баллон заполнен щелочной частью заряда 11 – водным раствором бикарбоната натрия и лакричного (солодкового) экстракта. В верхней части расположен спрыск (отверстие) 10 для выхода пены. На спрыск навинчивается пластмассовая гайка с мембраной, рассчитанной на гидравлическое давление в $8 \cdot 10^4 - 14 \cdot 10^4$ Н/м^2 (0,8–1,4 кгс/см^2). Мем-

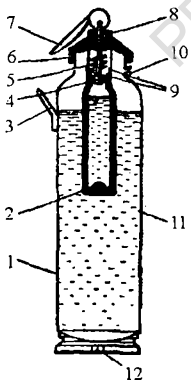


Рис. 11.6.2. Огнетушитель ОХП-10:
а – устройство, *б* – общий вид головки огнетушителя, приведенного в действие, *1* – стальной баллон, *2* – политэтиленовая колба, *3* – верхняя рукоятка, 4 пробка, 5 – пружина, *6* – крышка, *7* – рукоятка, *8* – шток, *9* –отверстия в горловине колбы, *10* – спрыск, *11* – щелочная часть заряда, *12* – нижняя ручка

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

брана предохраняет высыхание и вытекание щелочной части заряда и одновременно устраняет возможность засорения отверстия спрыска.

На верхнюю часть корпуса огнетушителя горловину – навинчена чугунная крышка 6. На горловине установлена полиэтиленовая колба 2, содержащая кислотную часть заряда – водный раствор серной кислоты и железного дубителя (или раствор сульфата железа).

Через отверстие в крышке 6 пропущен шток 8, нижний конец которого соединен с резиновой пробкой 4, а верхний – с рукояткой 7 Пружина 5 обеспечивает необходимую герметичность колбы при транспортировке огнетушителя. Рукоятку огнетушителя пломбируют. Кислота и щелочь пенного заряда огнетушителя служат для создания химической реакции с энергичным пенообразованием, лакричный экстракт придает пене устойчивость (до 40 мин), а железный дубитель – густоту.

Для того чтобы привести огнетушитель в действие, его снимают со стены или вынимают из специального шкафа, подносят к очагу пожара и поворачивают рукоятку 7 на 180° до упора. После этого огнетушитель переворачивают вверх дном. При этом происходит смешение кислотной части заряда со щелочной с обильным газообразованием, давление внутри баллона огнетушителя резко повышается, мембрана разрывается и огнегасящая струя в виде пены выбрасывается через спрыск.

Струю направляют на очаг пожара. Попадая на горящий предмет, пена охлаждает его и, изолируя от кислорода воздуха, прекращает горение. При тушении твердых горючих предметов огнегасящую струю с расстояния 1–2 м направляют в основание пламени, начиная с ближнего края и постепенно перемещая к центру.

При тушении горючих жидкостей струю стремятся набрасывать сверху с расстояния 5–6 м. Если горючая жидкость находится в открытом сосуде, струю под острым углом необходимо направить на край сосуда, пена при этом будет стекать со стенок сосуда на поверхность горящей жидкости, изолировать ее от кислорода воздуха и прекращать горение.

Огнетушители типа ОХП-10 эффективны при тушении начинающихся пожаров, и поэтому их следует хранить в легкодоступных местах на высоте не более 1,5 м от пола в вертикальном положении. На открытом воздухе огнету-

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

шители устанавливают в специальных шкафах или под защитным козырьком. Эти огнетушители нельзя устанавливать вблизи отопительных приборов и на солнце.

Кроме того, следует помнить, что огнетушители типа ОХП-10 нельзя применять для тушения проводов и аппаратуры, находящихся под напряжением, ибо ***пенообразная струя является токопроводящей.***

Углекислотные огнетушители весьма эффективны для тушения начинающихся пожаров. В учебных заведениях и на киноустановках чаще всего применяют углекислотные огнетушители ОУ-2 и ОУ-5

Огнетушитель ОУ-2 (рис. 11.6.3.) состоит из стального баллона 1, который рассчитан на гидравлическое давление 2,25 10^7 Н/м^2 (225 кг с/см^2) и заполнен сжиженным углекислым газом под давлением 6 10^6 Н/м^2 (60 кг/см^2). В верхней части баллона находится запорно-пусковое устройство нажимного (пистолетного) типа состоящее из запорного клапана 4, предохранительной мембраны 3, штока 5, пусковой кулисы 6, пускового рычага 7 и предохранительной чеки с кольцом 8. К запорно-пусковому устройству присоединяется раструб-снегообразователь 9. Заряженный огнетушитель запломбирован пломбой. Баллон огнетушителя окрашен в красный цвет.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо выдернуть предохранительную чеку *8* или сорвать пломбу. Поднести огнетушитель к очагу пожара, чтобы расстояние от раструба-снегообразователя до очага не превышало 1−1,2 м. Направить раструб *9* на очаг пожара. В запорно-пусковом устройстве нажимного типа нажать на пусковой

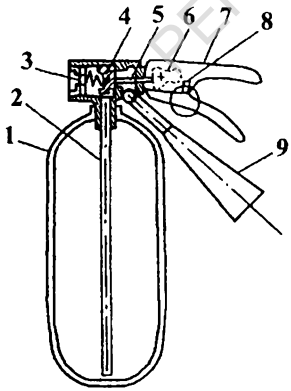


Рис. 11.6.3. Схема огнетушителя ОУ-2

1 − баллон, *2* − сифонная трубка, *3* − предохранительная мембрана, *4* − клапан, *5* − шток, *6* − пусковая кулиса, *7* − пусковой рычаг, *8* − предохранительная чека с кольцом, *9* − раструб

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ им. П.О. Сухого

рычаг 7, который открывает запорный клапан *7* (в устройстве вентильного типа повернуть маховичок против часовой стрелки до упора, а в устройстве рычажного типа (применяется в передвижных огнетушителях) – повернуть рычаг до отказа на 180 °). После этого диоксид углерода проходит через сифонную трубку *2*, раструб *9* и выбрасывается наружу в виде белых снегообразных хлопьев с температурой –78,5 °С. Огнегасящий эффект заряда основан на разбавлении концентрации кислорода в зоне горения и на снижении температуры очага горения за счет поглощения теплоты при переходе диоксида углерода из твердого состояния в газообразное.

Существенное преимущество углекислотных огнетушителей по сравнению с огнетушителями типа ОП и ОХП состоит в том, что огнегасящая струя первых не вызывает порчи бумажных, тканевых, деревянных и других предметов и поэтому эти огнетушители применяют при тушении дорогостоящего оборудования, картин, архивных документов и других ценностей. Этими огнетушителями можно также тушить аппаратуру и электропроводку, находящиеся под напряжением, ибо углекислота не проводит электрический ток. К недостаткам этих огнетушителей следует отнести их кратковременное действие (у ОУ-2 – всего 25–30 с, а у ОУ-5 – 40–50 с) и токсичность. Применяя эти огнетушители, надо всегда помнить, что в земной атмосфере содержится всего около 0,03–0,04% углекислого газа (по объему). Увеличение концентрации этого газа в воздухе до 3% для человеческого организма безвредно. Однако концентрация углекислого газа до 10% может вызвать отравление, а при 20% смертельно опасна для человека (может наступить паралич органов дыхания). Поэтому эти огнетушители нельзя применять в помещениях с большим скоплением людей и, кроме того, сразу же после тушения очага пожара необходимо хорошо проветрить помещения, где огнетушители применяли.

Этими огнетушителями нельзя также тушить горящие металлы (Na, K) так как снегообразные хлопья под воздействием высокой температуры превратятся в воду. Вода вступает в химическую реакцию с этими металлами с выделением водорода.

Запрещается во время работы огнетушителя держать незащищенной рукой раструб, во избежание обморожения рук.

При хранении углекислотных огнетушителей надо следить за тем, чтобы на запорный-пусковой механизм и раструб не попадала влага; нельзя также располагать эти огнетушители около отопительных приборов и на солнцепеке, так как нагрев баллонов может привести к расширению углекислоты и ее утечке.

Порошковые огнетушители (ОП) предназначены для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых горючих материалов, щелочных металлов, установок, находящихся под напряжением. В качестве рабочих зарядов в них используются следующие основные активные компоненты: фосфорно-аммонийные соли – порошки типа АВСЕ; бикарбонат натрия или калия; сульфат калия; хлорид калия; сплав мочевины с солями угольной кислоты – порошки типа ВСЕ; хлорид калия; графит – порошки типа Д.

Работа порошковых ручных огнетушителей основана на принципе выбрасывания огнетушащего порошка под действием сжатых газов, заключенных в баллончике, присоединенном к корпусу огнетушителя или находящегося внутри корпуса.

Огнегасящий эффект заряда основан на ингибировании химических реакций горения и разбавлении концентрации кислорода в зоне горения продуктами разложения порошков.

Огнетушитель ОП-10(б) представляет собой стальной корпус (рис. 11.6.4) с порошковым составом. В корпусе установлен баллончик 9 с рабочим газом для выброса порошка. Газ в баллончике удерживается мембраной 5. Для приведения в действие огнетушителя необходимо сорвать пломбу и выдернуть чеку 6. При этом конусная часть чеки перемещает шток с иглой, которая прокалывает мембрану 5 газового баллончика. Газ выходит из баллончика, проходит по трубке 3 и поступает в корпус огнетушителя, псевдоожижает порошковый состав и по стальной трубке 2, далее по гибкому прорезиненному шлангу 4 поступает к запорному пистолету 11. После нажатия ручки 10 клапан открывается и порошковый состав через щелевидную насадку 12 выбрасывается наружу. Тушение необходимо производить с наветренной стороны с расстояния не менее 3–4 метра.

Масса заряда огнетушителя 10 кг, начальное рабочее давление 1,2 МПа, продолжительность действия 18–20 с.

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

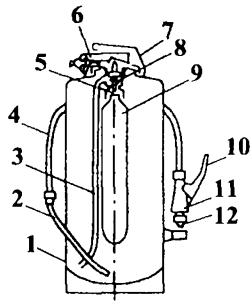


Рис. 11.6.4. Схема огнетушителя ОП-10Б: *1* – корпус, *2* – металлическая трубка, *3* – трубка подачи рабочего газа, *4* – прорезиненный шланг, *5* – мембрана, *6* – конусная чека, *7* – крышка головки, *8* – игла, *9* – баллончик для рабочего газа, *10* – ручка, *11* – запорный пистолет, *12* – распыляющая насадка.

При тушении пожара порошковыми огнетушителями необходимо применять дополнительные меры по охлаждению нагретых элементов оборудования или строительных конструкций.

Не следует использовать порошковые огнетушители для защиты оборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка (электронно-вычислительные машины, электронное оборудование, электрические машины коллекторного типа), ценных вещей, кинопленки и одежды на человеке.

Все огнетушители должны перезаряжаться сразу после применения или если величина утечки газового ОТВ или вытесняющего газа за год превышает допустимое значение, но не реже сроков, указанных в табл. 11.6.1.

Величина утечки для переносных огнетушителей не должна превышать:

для закачных огнетушителей с индикатором давления – 10% в год от рабочего давления;

Таблица 11.6.1

Сроки проверки параметров ОТВ и перезарядки огнетушителей

Виды используемых ОТВ	Срок (не реже)	
	проверки параметров ОТВ	перезарядки огнетушителя
Пена	Раз в год	Раз в год
Углекислота (диоксид углерода)	Взвешиванием раз в год	Раз в 5 лет
Порошок	Раз в год (выборочно)	Раз в 5 лет

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

– для огнетушителей углекислотных и закачных, не имеющих индикатора давления, – 5% или 50 г (наименьшая из этих величин) в год;

– для баллончиков с газом – 5% или 7 г (наименьшая из этих величин) в год.

Сроки перезарядки огнетушителей зависят от условий их эксплуатации и от вида используемого ОТВ.

Порошковые огнетушители при ежегодном техническом осмотре выборочно (не менее 3% от общего количества огнетушителей одной марки) разбирают, и производят проверку основных эксплуатационных параметров огнетушащего порошка:

– внешний вид;

– наличие комков или посторонних предметов;

– сыпучесть при пересыпании рукой;

– возможность разрушения небольших комков до пылевидного состояния при их падении с высоты 20 см;

– содержание влаги и дисперсность.

В том случае, если хотя бы по одному из параметров порошок не удовлетворяет требованиям нормативной и технической документации, все огнетушители данной марки подлежат перезарядке.

Воздушно-пенные огнетушители, внутренняя поверхность корпуса которых защищена полимерным или эпоксидным покрытием, или корпус огнетушителя изготовлен из нержавеющей стали, или в которых фторсодержащий пенообразователь находится в концентрированном виде в отдельной емкости и смешивается с водой только в момент применения огнетушителей, должны проверяться с периодичностью, рекомендованной фирмой-изготовителем огнетушителей. Перезаряжаться такие огнетушители должны не реже одного раза в 5 лет.

Порошковые огнетушители, используемые для защиты транспортных средств, должны обязательно проверяться в полном объеме не реже одного раза в 12 месяцев.

Порошковые огнетушители, установленные на транспортных средствах вне кабины или салона и подвергающиеся воздействию неблагоприятных климатических и (или) физических факторов, должны перезаряжаться не реже раза в год, остальные огнетушители, установленные на транспортных средствах, не реже одного раза в два года.

Для защиты автотранспортных средств должны применяться порошковые или хладоновые огнетушители.

Допускается применение на автотранспортных средствах углекислотных огнетушителей, если они имеют огнетушащую способность не ниже (по классу пожара В), чем рекомендованные для этой же цели порошковые или хладоновые огнетушители.

На автотранспортные средства допускается устанавливать только те огнетушители, конструкция которых выдержала испытание на вибрационную прочность. Конструкция кронштейна для крепления огнетушителя должна быть надежной, чтобы исключалась вероятность выпадения из него огнетушителя при движении автомобиля, а также при столкновении или ударе его о препятствие.

В качестве заряда в порошковых огнетушителях целесообразно использовать многоцелевые порошковые составы типа АВСЕ.

Легковые и грузовые автомобили должны комплектоваться порошковыми или хладоновыми огнетушителями с вместимостью корпуса не менее 2 л (типа ОП-2 или ОХ-2).

Автобусы особо малого класса (типа РАФ, "Газель" и др.) оснащаются, как минимум, одним огнетушителем типа ОП-2; автобусы малого класса (ПАЗ и др.) – двумя огнетушителями ОП-2; автобусы среднего класса (ЛАЗ, ЛиАЗ и др.) и другие автотранспортные средства для перевозки людей – двумя огнетушителями (один в кабине, ОП-5, другой в салоне, ОП-2).

На всех автомобилях огнетушители должны располагаться в кабине, в непосредственной близости от водителя или в легкодоступном месте. Запрещается хранение огнетушителей в багажнике, кузове и в других местах, доступ к которым затруднен. Огнетушители, размещаемые вне кабины, следует защищать от воздействия осадков, солнечных лучей и грязи.

Задание для самостоятельной работы:

1. Изучить причины возникновения пожаров.
2. Определить факторы, влияющие на организм человека при возникновении пожара.
3. Выяснить механизмы прекращения процесса горения.
4. Зарисовать схемы и записать технические характеристики огнетушителей ОХП-10, ОУ-2, ОП-10(б).
5. Заполнить таблицу 11.6.2 «Область применения огнегасительных веществ».

6. Изучить по таблице 11.6.3 нормы первичных средств пожаротушения.

Таблица 11.6.2

Область применения огнегасительных веществ

№	Огнегасительные вещества	Состав	Огнегасительные свойства				В какой области нельзя применять*
			Охлаждающие	Изолирующие	Разбавляющие	Ингибирующие (замедл.)	
1	Вода						
2.	Песок						
3.	Покрывала из войлока, брезента, асбеста						
4.	Химическая пена (огнетушитель ОХП-10)						
5.	Углекислота (огнетушитель ОУ-2)						
6.	Порошки (огнетушитель ОП-10(б)						

*Вписать соответствующую букву из примечания.

Примечание: Область применения огнегасительных веществ:

а) дерево, изделия из дерева, ткани и т. п.

б) горючие жидкости (мазут, краски, масла);

в) электроустановки, которые находятся под напряжением или могут оказаться под напряжением;

г) ценные вещи (картины, документы, книги и т. п.);

д) горящие металлы (Na, K);

е) одежда на человеке;

ж) кинопленка;

з) легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, керосин и т. п.);

и) спирты.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Таблица 11.6.3

Нормы первичных средств пожаротушения

Наименование помещения	Площадь, м²	Огнетушители		Ящик с песком объемом 0,5 м³	Войлок, кошма или асбест	Бочка с ведром	Примечание
		Пенные	Углекислотные				
Служебно-бытовые помещения при коридорной системе	На 20 пог. м, коридор	1					Не менее 2 на этаж
Некоридорной системе	200	1					
Архивы и библиотеки	100	1	1				Не менее 2 на помещение
Лаборатории	На 50	1					
Кухни кладовые	На каждое помещение	1					
Пожарный пункт	На 5000	2		1	2	2	Лопат – 2, багров – 2, топоров – 2
Склады пиломатериалов	500	2				1	
Мастерские: Механические	400–500	4	2				
Деревообрабатывающие	100	1				1	
Лаборатория электротехники	50	1	1				
Гаражи	100	1					
Столовая, зал на помещение	200	1					Не менее 2

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь "Об энергосбережении"// Энергоэффективность. Мн., 1998. № 7. С. 2–5.

2. Охрана труда в школе: Сб. нормативных док./Сост. С. М. Кулешов. М., 1985.

3. Охрана труда и техника безопасности в общеобразовательной школе: Сб. нормативных док. М., 1985.

4. Трудовой кодекс Республики Беларусь. Мн., 1999.

5. Государственная научно-техническая программа "Энергосбережение" Мн., 1996.5. Семенов А.С. Охрана труда при обучении химии. М., 1986.

6. Основы энергосбережения: Курс лекций / В. С. Северянин. – Брест., 1998.

7 Основы энергосбережения: Курс лекций / Под ред. Н. Г Хутской. Мн., 1999.

8. Расследование и учет несчастных случаев в учреждениях образования. Сост.: Поливкина Т В. – Мн., 2003. – 34 с.

9. Семенов А. С. Охрана труда при обучении химии. М. 1986.

10. Сулла М.Б. Охрана труда. М., 1989.

11. Твайдел Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. М., 1992.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

12. Закон Республики Беларусь "Об энергосбережении" от 15.07.98 № 190-3. //Энергоэффективность. 1998г № 7, с. 2–5.

13. Постановление Совета Министров Республики Беларусь о мерах по усилению работы по реализации энергосберегающей политики в Республике Беларусь от 19.06.98 № 965 //Энергоэффективность. 1998 № 8, с. 2–3.

14. Положение о порядке использования и возврата средств, выданных за счет инновационного фонда концерна "Белэнерго", и предназначенных для долевого участия в финансировании работ по энергосбережению от 30.12.98. № 8/65 //Сборник нормативно-технических материалов по энергосбережению. – Мн. 2000. С. 23.

15. Положение о республиканском фонде "Энергосбережение" утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 05.11.1998 г № 1703 //Энергоэффективность. 1999. № 1, с.4.

16. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.10.98 № 1582. "О порядке разработки, утверждения и пересмотра норм расхода топлива и энергии" //Энергоэффективность. 1998. № 10, с. 4.

17. Постановление Совета Министров Республики Беларусь "Об утверждении положения о порядке разработки и выполнения республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережение" от

11.11.98 №1731 //Энергосбережение и энергетический надзор. Нормативно-технические документы. – Мн., 2000. С. 63–68.

18. Постановление Совета Министров Республики Беларусь "О порядке проведения энергетического обследования предприятий, учреждений и организаций" от 16.10.1998 № 1583 //Энергоэффективность. 1998. № 10, с.4.

19. Республиканская программа энергосбережения на 2001–2005 годы //Энергоэффективность. 2001 г. № 4, с. 4–7; № 5, с. 8–10; № 6, с. 5–6.

20. Абрамов Д.М. Тепловая модернизация зданий //Энергоэффективность. 1999 г. № 10 с 21 – 23.

21. Акулич А.В. Классификация систем утепления для новых и существующих конструкций //Энергоэффективность. 2000 г. № 6, с. 22–23.

22. Анисимова Л.В. Экспертный совет разрабатывает стратегию энергосбережения. // Энергоэффективность. 1998 г. №7, с 6–7.

23. Байнев В.Ф. Научно-технический прогресс и энергосбережение: потребительский анализ эффективности производства электроэнергии. – Саранск: Из Мордов. ун-та, 1998 г. – 92 с.

24. Володин В.И. Энергосбережение. Учебное пособие по курсу "Энергосбережение и энергетический менеджмент" для студентов неэнергетических технических, технологических и инженерно-экономических специальностей. Мн: БГТУ, 2001 г. 182 с.

25. Ганжа В.Л. Об энергоэффективном строительстве //Энергоэффективность. 1998 г. № 7, с. 8–11.

26. Еремин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000 г. – 368 с.

27 Жарина Л.В. Основы энергосбережения: Материалы к спецкурсу. Уч. мед. пособие. Могилев, 2000 г. 47 с.

28. Змушко В.С., Портянко Н.Я. Системы теплозащиты зданий с позиций экономии энергии //Энергоэффективность. 2001 г. № 8, с. 12–14.

29. Константинович Л.М. Энергоэффективное заполнение световых проемов. //Энергоэффективность. 1998 г. № 8, с. 8–11.

30. Куликов И.С., Володченко Н.И., Фалюшин П.Л. Основные направления и перспективы использования в Беларуси местных топлив и возобновляемых источников энергии //Энергоэффективность. 1999 г. № 12, с. 2–5.

31. Куликов И.С. Перспективы использования местных топливных ресурсов и нетрадиционных источников энергии в Республике Беларусь //Энергоэффективность. 2001 г. № 4, с. 8–10.

32. Лепин Г.Ф. Энергоэффективный, экологически чистый автономный жилой комплекс "Эко–21" //Энергоэффективность. 2001 г. № 3, с 20–21

33. Методические рекомендации для преподавателей средних технических учебных заведений по энергосбережению под ред. В.В. Кузьмича. Мн.: БелВИЭЦ, 1996 г. 100 с.

34. Монастырев П.П. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000 г – 160 с.

35. Нестеров Л.В., Крутилин А.Б. Теплотехнические показатели современных окон: их достоинства и недостатки //Энергоэффективность. 2001 г. № 8, с. 16–17.

36. Об эффективности использования стеклопакетов / Мартыненко О. Г Герман М. Л., Некрасов В. П., Ноготов Е. Ф., Лемеш Н. И. // Энергоэффективность. 1999 г. № 10, с. 6–7.

37 Основы энергосбережения. Методические указания к изучению дисциплины и тематика рефератов. Сост. Н.И. Чайчиц. Мн. Команд. – инженер. ин-т. 2000 г. С. 49.

38. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов/ Под ред. Б. А. Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

39. Поспелова Т.Г Основы энергосбережения. – Мн.: "Технопринт", 2000 г. – 353 с.

40. Принципы создания эффективных негорючих теплоизоляционных и светопрозрачных материалов /В.В. Гурьев, А.Н. Дмитриев, И.Г Романенков и др.; ВНИИНТПИ. – М, 1997 – 142 с. (Строительство и архитектура).

41. Прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь в области энергосбережения // Энергоэффективность, 1999г. № 12, с. 2–5.

42. Свидерская О.В. Основы энергосбережения. Учебное пособие – Мн.: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2000. – 58 с.

43. Свидерская О.В. Основы энергосбережения: Учебно-методическое пособие. Часть 2. Мн.: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2001. – 97 с.

44. Сивак А.В. Перспективы развития топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь (концептуальные направления) //Энергоэффективность. 2000 г № 10, с. 9–11.

45. Умнякова Н.П. Как сделать дом теплым: Справ. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.. Стройиздат, 1996. – 366 с.

46. Универсальный справочник застройщика. Теплый дом. М., 2000 г. – 403 с.

47 Федосеев В.Г Государственная программа энергосбережения до 2005 года (основные тезисы доклада) //Энергоэффективность. 2000 г. № 10, с. 6–8.

48. Федосеев В.Г Современная политика энергосбережения в Республике Беларусь //Энергоэффективность. 2001 г. № 11, с. 4–6.

49. Черноусов С.В., Руднева С.П. Энергосбережение как средство решения экологических проблем //Энергоэффективность. 1999 г. № 11, с. 6–9.

50. Энергосбережение в системах искусственного охлаждения //Энергоэффективность. 1998 г. № 1, с. 18–19.

51. Эффективные системы освещения в жилых, общественных и производственных зданиях (2-я научно-практическая конференция): Сборник материалов. Мн., 1999 г.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ 4

1.1. Предмет, цель, задачи, структура и содержание курса 4
1.2. Правовые основы и законодательные положения по охране труда и энергосбережению 5
1.3. Правила и нормы по охране труда 10
1.4. Охрана труда женщин и молодежи 12
1.5. Государственный надзор и общественный контроль за состоянием охраны труда ... 15
1.6. Понятие о ступенчатой системе административно-общественного контроля за охраной труда в школе 17
1.7 Ответственность работников школы за нарушение законодательства о труде и правил по охране труда 18

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ 19

2.1. Обязанности администрации и учебно-педагогического персонала ... 19
2.2. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда и энергосберегающих мероприятий 22
2.3. Обучение охране труда школьников и студентов ... 24
2.4. Классификация, расследование и учет несчастных случаев 27
2.5. Причины травматизма и общие мероприятия по его предупреждению 31
2.6. Пропаганда безопасных методов обучения ... 35

3. ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ КАБИНЕТНОЙ СИСТЕМЫ В ШКОЛЕ ... 36

3.1. Санитарно-гигиенические требования к кабинетам и лабораториям ... 36
3.2. Нормативные площади кабинетов, лабораторий, лаборантских комнат ... 37
3.2.1. Требования, предъявляемые к кабинетам, оборудованным техническими средствами обучения 38
3.2.2. Требования, предъявляемые к кабинетам, оборудованным средствами вычислительной техники ... 42

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

3.2.3. Воздействия, оказываемые компьютерной техникой на здоровье человека 43
3.3. Параметры микроклимата. Нормирование метеорологических условий ... 45
3.4. Загрязнение воздушной среды помещений ... 47
3.5. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ 48
3.6. Вентиляция, кондиционирование, воздушно-тепловой режим ... 48
3.7 Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение ... 50
3.8. Электробезопасность. Действие электрического тока на организм человека ... 52
3.9. Обеспечение электробезопасности в кабинетах и лабораториях 55
3.9.1. Оказание доврачебной помощи ... 57

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ГИГИЕНА ТРУДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ В УЧЕБНЫХ КАБИНЕТАХ И ЛАБОРАТОРИЯХ ... 60

4.1. Обязанности учителя и учащихся при подготовке и проведении демонстрационных опытов и лабораторных работ ... 60
4.2. Использование средств защиты от механических, тепловых и других травмирующих факторов при постановке лабораторного эксперимента ... 61
4.3. Безопасность при выполнении лабораторных и практических работ ... 62
4.4. Требования к размещению рабочих мест и оборудования ... 64

5. ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ... 65

5.1. Цель и задачи пожарной охраны ... 65
5.2. Государственный пожарный надзор ... 66
5.3. Противопожарный режим в школе. Пожарная безопасность в школьных кабинетах, лабораториях и учебных мастерских ... 67
5.4. Характеристика огнегасящих средств 70
5.5. Табельные средства пожаротушения в школе (пожарные краны, пенные, углекислотные и порошковые огнетушители, песок, огнезащитная ткань), их устройство, принцип действия, тактико-технические характеристики 71
5.6. План пожаротушения, действия по сигналам пожарной опасности ... 74
5.7. План эвакуации школьников и имущества ... 75
5.8. Действия учителя в случае пожара ... 75

6. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ПОХОДОВ И ЭКСКУРСИЙ, ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛЕЗНОГО ТРУДА И ДРУГИХ ВНЕКЛАССНЫХ И ВНЕШКОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ 76

6.1. Меры безопасности при проведении экскурсий и походов, при организации купания ... 76

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

6.2. Требования безопасности при работе учащихся в сельскохозяйственном производстве 79
6.3. Безопасность при перевозке учащихся на автотранспорте 81

7. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ 82

7.1. Закон и нормативные документы в области энергосбережения 82
7.2. Структура и принципы управления энергосбережением в Республике Беларусь 89
7.3. Планирование энергосберегающих мероприятий 92
7.4. Государственная программа «Энергосбережение» 94
7.5. Эффективность использования и потребления энергии в Республике Беларусь 98
7.6. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии 101
7.7. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), их классификация 104
7.8. Использование местных видов топлива 107

8. БЫТОВОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ 113

8.1. Экономичные источники света 113
8.2. Электробытовые приборы и их эффективное использование 117
8.3. Бытовые приборы регулирования, учета и контроля теплоты 125
8.4. Учет холодной и горячей воды, учет газа 130
8.5. Повышение эффективности систем отопления 131
8.6. Автономные энергоустановки 134
8.7. Тепловые потери в зданиях и сооружениях 135
8.8. Тепловая изоляция зданий и сооружений 144
8.9. Пофасадное регулирование теплового режима зданий 153

9. ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ 154

9.1. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы 154
9.2. Виды топлива (твердое, жидкое, газообразное, ядерное) 156
9.3. Соотношение и калорийность топлива 161
9.4. Условное топливо 166
9.5. Топливно-энергетический комплекс Республики Беларусь, *перспективы его развития* 167
9.6. Атомная энергетика и ее целесообразность 177

10. ВИДЫ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ 179

10.1. Энергия и ее виды. Назначение и использование 179
10.2. Преимущество электрической энергии 182
10.3. Тепловые, гидро- и атомные электрические станции. Котельные 184
10.4. Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую и световую (солнечные водоподогреватели, солнечные электростанции) 188

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

10.4.1. Солнечные водоподогреватели (гелиоводопо-догреватели) 188
10.4.2. Подогреватели воздуха 189
10.4.3. Солнечные электростанции 191
10.4.4. Фотоэлектрические преобразователи 194
10.5. Экологические аспекты энергетики 196

11. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ 198

Световой режим в учебных помещениях 198
11.1.1. Основные светотехнические понятия и величины 199
11.1.2. Виды освещения и нормы освещенности в учебных помещениях 200
11.1.3. Люксметр Ю-116 202
11.1.4. Общие требования, предъявляемые к освещенности школьных помещений 203
11.2. Искусственные источники света и их эффективность 207
11.2.1 Общие сведения 207
11.2.2. Лампы накаливания 208
11.2.3. Люминесцентные лампы 211
11.2.4. Сравнение эффективности ламп накаливания и люминесцентных ламп 216
11.3. Электробезопасность в кабинетах и лабораториях школы 217
11.3.1. Индивидуальные и общие меры защиты от электрического тока 218
11.3.2. Измерение сопротивления заземляющей проводки 223
11.3.3. Измерение сопротивления изоляции. 225
11.4. Микроклиматические условия в кабинетах и лабораториях 226
11.4.1. Воздушно-тепловой режим в учебных помещениях 226
11.4.2. Измерение относительной влажности 230
11.4.3. Измерение атмосферного давления 233
11.4.4. Измерение скорости движения воздуха 235
11.5. Электронагревательные приборы и эффективность их использования 236
11.5.1. Виды электронагревательных приборов 236
11.5.2. Коэффициент полезного действия нагревательных приборов 245
11.5.3. Меры защиты при использовании нагревательных приборов 258
11.6. Первичные средства пожаротушения в школе 260
11.6.1. Причины возникновения пожаров 261
11.6.2. Факторы, влияющие на организм человека при возникновении пожара 265
11.6.3. Механизмы прекращения процесса горения 266
11.6.4. Первичные средства пожаротушения в школе, их тактико-технические характеристики и принцип действия 267

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА 282

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА 282

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ