

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА
ВЕЛИКОГО

Факультет Энергетический
Кафедра Экономика и организация энергетики

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой	Декан
_____ Т.Ф. Манцера	_____ Е.Г. Пономаренко
2019 года	2019 года

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы энергосбережения

для направления специальности 1-27 01 01-10 «Экономика и
организация производства (энергетика)»

Составители:

преподаватель Корсак Е.П.
к.э.н., доцент Новикова О.В.

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета энергетического факультета
30 мая 2019 г.,
протокол № 10

Перечень материалов

1. Теоретический раздел:

1. «Основы энергосбережения» - курс лекций;

2. Практический раздел:

2. «Основы энергосбережения» - контрольные вопросы и задачи;

3. Контроль знаний:

3. «Основы энергосбережения» - тестовые задания, перечень вопросов, выносимых на зачет;

4. Вспомогательный раздел:

– «Основы энергосбережения» - типовая программа для учреждения высшего образования.

Пояснительная записка

Целью создания ЭУМК является изложение в доступной и систематизированной форме теоретических и практических вопросов по эффективному использованию энергетических ресурсов на основе мирового опыта и государственной политики Республики Беларусь и Российской Федерации в области энергосбережения.

Основными задачами преподавания учебной дисциплины являются: изучение вопросов производства, распределения и потребления энергии, экономики энергетики, экологических аспектов энергосбережения; изучение организации и управления энергосбережением на производстве путем внедрения энергетического менеджмента.

Задачами ЭУМК являются: изучение основных понятий и определений в энергетике и энергосбережении; изучение основного оборудования для учета и регулирования потребления энергоресурсов; изучение основ проведения энергетического аудита и менеджмента; ознакомление студентов с нормативными документами по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов.

Особенности структурирования и подачи учебного материала:

- теоретическая часть включает в себя курс лекций по дисциплине «Основы энергосбережения» и содержит 10 тем;
- практическая часть содержит материалы для проведения практических занятий: тесты, вопросы для обсуждения и темы рефератов;
- раздел контроля знаний содержит вопросы к зачету, которые охватывают весь рассматриваемый студентами материал;
- вспомогательный раздел содержит учебную программу по дисциплине «Основы энергосбережения».

Рекомендации по организации работы с УМК (ЭУМК):
Материалы данного электронного учебно-методического комплекса можно использовать для подготовки к зачету по дисциплине «Основы энергосбережения».

Полученные знания при изучении данного электронного учебно-методического комплекса предназначены для формирования теоретических знаний и практических навыков по эффективному использованию энергетических ресурсов; формирования аналитического мышления, способствующего принимать экономические решения, направленные на рациональное использование источников энергии; способности выполнять технико-экономические расчеты, связанные с оценкой эффективности применения энергосберегающих технологий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 КУРС ЛЕКЦИЙ	5
1.1 Энергия и ее роль в жизни общества	5
1.1.1 Государственное регулирование в области энергосбережения в Республике Беларусь и Российской Федерации	7
1.2 Топливо-энергетические ресурсы	16
1.2.1. Виды топлива и его характеристика	30
1.3 Традиционные способы получения тепловой и электрической энергии	40
1.4 Нетрадиционные источники энергии	56
1.5 Тепловой насос	70
1.6 Вторичные энергетические ресурсы	74
1.7 Транспортирование, распределение и потребление энергоресурсов.....	82
1.8 Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Энергосбережение в быту.....	88
1.9 Энергетика и окружающая среда	114
1.10 Основы энергетического менеджмента и аудита.....	128
1.10.1 Общие положения энергетического аудита	134
1.10.2 Особенности организации энергетического аудита	139
1.10.3 Виды и методы энергетического аудита	143
Литература	147
2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ».....	150
3 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»	160
4 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА.....	164

1 КУРС ЛЕКЦИЙ

1.1 Энергия и ее роль в жизни общества

На протяжении всего своего существования человечество использовало энергию, накопленную природой в течение миллиардов лет. При этом способы ее использования постоянно совершенствовались с целью получения максимальной эффективности. Энергия всегда играла особую роль в жизни человечества. Все виды его деятельности связаны с затратами энергии. Так, в самом начале своего эволюционного развития человеку была доступна только энергия мышц его тела. Позднее человек научился получать и использовать энергию огня.

Очередной виток эволюционного развития человеческого общества принес возможность использовать энергию воды и ветра – появились первые водяные и ветряные мельницы, водяные колеса, парусные суда, использующие силу ветра для своего перемещения.

В XVIII веке была изобретена паровая машина, в которой тепловая энергия, полученная в результате сжигания угля или древесины, превращалась в энергию механического движения.

В XIX веке была открыта вольтова дуга, электрическое освещение, изобретен электродвигатель, а затем и электрогенератор, что и явилось началом века электричества.

XX век принес подлинную революцию в освоении человечеством способов получения и использования энергии: строятся тепловые, гидравлические, атомные электростанции огромной мощности, сооружаются линии передачи электрической энергии высокого, сверх- и ультравысокого напряжения, разрабатываются новые способы производства, преобразования и передачи электроэнергии (управляемая термоядерная реакция, магнетогидродинамический генератор, сверхпроводниковые турбогенераторы и т.д.), создаются мощные энергосистемы. В это же время появляются мощные системы нефте- и газоснабжения.

Энергетика имеет большое значение в жизни человечества. Уровень ее развития отражает уровень развития производительных сил общества, возможности научно-технического прогресса и уровень жизни населения и экономики государства.

К сожалению, большинство энергии, потребляемой человеком, превращается в бесполезное тепло из-за низкой эффективности использования имеющихся энергетических ресурсов. Например, лампа накаливания имеет КПД не выше 5 %, камерная газовая нагревательная печь – 12-15 %, электропривод кривошипного пресса – не более 10 %.

Энергия сыграла решающую роль в развитии цивилизации. Потребление энергии и накопление информации имеет примерно одинаковый характер изменения во времени, тесна связь между расходом энергии и объемом выпускаемой продукции. Рост потребления энергии поразительно высок. Но именно благодаря этому человек значительную часть своей жизни может посвятить досугу, образованию, созидательной деятельности, достиг высокой продолжительности жизни. Энергия необходима для:

- обогрева помещений, нагрева сырья и материалов при реализации технологических процессов;
- обеспечения передвижения;
- реализации информационных процессов и работы ЭВМ;
- выпуска необходимых нам товаров;
- управления и поддержания работоспособности различных машин, механизмов, приборов;
- приготовления пищи, освещения, поддержания жизнедеятельности человека и т.д.

Эти примеры применения энергии можно разделить на три большие группы:

а) энергия питания. Она дороже других видов энергии: пшеница в перерасчете на Джоули гораздо дороже, чем уголь. Питание дает тепло для поддержания температуры тела, энергию для его движения, для осуществления умственного и физического труда;

б) энергия в виде тепла для обогрева домов и приготовления пищи. Она дает возможность жить в различных климатических условиях и разнообразить пищевой рацион человека;

в) энергия для обеспечения функционирования вычислительной техники и общественного производства. Это энергия для производства товаров и услуг, физического перемещения людей и грузов в пространстве, для поддержания

работоспособности всех систем коммуникаций. Затраты этой энергии на душу населения значительно выше, чем затраты энергии на питание.

1.1.1 Государственное регулирование в области энергосбережения в Республике Беларусь и Российской Федерации

Стабильное развитие государства напрямую зависит от энергетической безопасности страны, в которой важнейшим резервом является бережливость. Важной составляющей комплекса антикризисных мер в экономике страны является государственная энергосберегающая политика.

Энергосбережение – начальный этап структурной перестройки всех отраслей хозяйства страны. Для создания условий, определяющих интерес к энергосбережению всех участников процесса добыча–потребление–утилизация, разработана нормативно-правовая база

Республика Беларусь

Пути развития энергетической безопасности Республики Беларусь четко очерчены в Директиве Президента Республики Беларусь №3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства».

Нормативно-правовая база энергосбережения является одним из основных механизмов повышения эффективности использования ТЭР, и в Республике Беларусь она создана. В её основе лежит Закон Республики Беларусь "Об энергосбережении" от 8 января 2015 г. № 239-З. В развитие его правительство и другими республиканскими органами управления принято более 35 нормативно-технических документов, регулирующих деятельность юридических и физических лиц по эффективному использованию ТЭР и другим вопросам, связанным с реализацией государственной энергосберегающей политики. Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях предусмотрена административная ответственность за нерациональное использование ТЭР.

Принятым в 1998 г. Законом Республики Беларусь «Об энергосбережении» (15 июля 1998 г. № 190-3) регулируются отношения, возникающие в процессе деятельности юридических и физических лиц в сфере энергосбережения в целях повышения эффективности использования ТЭР, и установлены правовые основы этих отношений. В нём подчёркнуто, что энергосбережение является приоритетом государственной политики в решении энергетической проблемы в Республике Беларусь

Нормативно-правовая база РБ в области ВИЭ:

1. Закон РБ от 27.12.2010 №204-З «О возобновляемых источниках энергии»;
2. Указ Президента РБ от 18.05.2015 №209 «Об использовании возобновляемых источников энергии»;
3. Директива Президента РБ от 14.06.2007 №3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства»;
4. Постановление Совета Министров РБ от 09.08.2010 №1180 «Об утверждении стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь»;
5. Постановление Совета Министров РБ от 06.08.2015 №662 «Об установлении и распределении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии».

Законом определено также, что необходимо обеспечить установление технически и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода топлива, которые должны в обязательном порядке включаться в технологические регламенты, технические паспорта, ремонтные карты, технологические инструкции по эксплуатации всех видов энергопотребляющей продукции. Национальная система стандартизации, сертификации обеспечивает контроль за соответствием продукции, работ, услуг, а также ТЭР требованиям эффективного энергопотребления. Кроме того, предусмотрено проведение государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений для определения их соответствия требованиям нормативной документации.

Законом определены источники финансирования мероприятий по энергосбережению. Ими являются средства:

- республиканского и местного бюджетов;
- республиканского фонда энергосбережения;
- юридических и физических лиц, нацеленных на энергосбережение;
- инновационного фонда концерна «Белэнерго»;
- инновационных фондов министерств и ведомств, а также:
- льготные кредиты;
- инвестиции по линии Всемирного банка;
- другие источники.

Экономия ТЭР – сокращение потребления ТЭР по сравнению с базовым, фактическим расходом на производство продукции, выполнение работ и оказание услуг установленного качества без нарушения экологических и других ограничений в соответствии с требованиями общества. Экономия энергоресурсов дает глобальные национальные выгоды в виде:

- сохранение ограниченных природных ресурсов;
- удовлетворение растущих потребностей страны в топливе и энергии с минимальными затратами трудовых, материальных и финансовых ресурсов;
- уменьшения загрязнения окружающей среды;
- увеличение экспортных возможностей и получения дополнительного притока валютных средств.

На уровне отдельного предприятия экономия энергоресурсов приводит:

- к сокращению затрат на приобретение топлива и энергии;
- получению дополнительной прибыли за счет снижения себестоимости продукции;
- повышению конкурентоспособности продукции и сохранению рабочих мест;
- устойчивости к будущему повышению цен на энергоресурсы;
- уменьшению платы за загрязнения окружающей среды.

Таким образом, осуществление активной энергосберегающей политики в экономике страны становится одним из основных направлений повышения ее эффективности.

Российская Федерация

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности являются важными условиями развития российской экономики и ее перехода к модели экологически устойчивого развития, что соответствует решениям Президента Российской Федерации, принятым по итогам заседания Государственного совета Российской Федерации, состоявшегося 27 декабря 2016 г.

Нормативно-правовая база в области энергосбережения и ВИЭ

1. ФЗ №35 «Об электроэнергетике»;
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 3.06.2008 № 426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии»;
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08 января 2009 года №1-р «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года»;
4. Постановление Правительства Российской Федерации № 449 от 28 мая 2013 года «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности»;
5. Распоряжение от 28 августа 2014 г. № 1657-р о вступлении Российской Федерации в Международное агентство по возобновляемой энергии.

Для Российской Федерации проблема энергообеспечения становится одной из важнейшего главного образа из-за географического положения и климатических условий, когда на большей территории страны продолжительность отопительного сезона составляет от 100 до 365 дней в году. Определенную роль играют и последствия приватизации основных предприятий топливно-энергетического комплекса, которая привела к потере государственного контроля в данном секторе экономики. Вызывает тревогу и истощение на 40-60% запасов многих ранее открытых месторождений ТЭР при недостаточном возобновлении ресурсной базы. К этому следует добавить требование западных стран ратифицировать Энергетическую хартию, ликвидировать

диспаритет внутренних и внешних цен на ТЭР при вступлении России в ВТО. Это и многое другое приведет к росту цен на ТЭР на внутреннем рынке России.

В настоящее время общая эффективность использования энергоресурсов в РФ не превышает 30%, т.е. около 2/3 подведенной энергии теряется в процессе ее неэффективного расходования. Между тем современный уровень развития техники и технологии позволяет иметь коэффициент полезного использования энергоресурсов 50-60%. Следовательно, общая эффективность использования энергоресурсов может быть повышена в 1,5-2 раза по сравнению с достигнутым уровнем. Это создаст благоприятные условия для решения комплекса важных экономических и социальных проблем.

Требования к экологичности и энергоэффективности определяют вектор развития энергетических систем и оборудования, технологий добычи ресурсов и других отраслей промышленности. Повышение энергоэффективности и технологическое обновление обеспечивают существенную экономию энергоресурсов и как следствие способствуют повышению конкурентоспособности экономики, снижению выбросов парниковых газов. В условиях существующего запроса на технологическую модернизацию экономики страны и внедрение инноваций, вектор повышения энергетической эффективности становится важным направлением технологического развития и совершенствования организационных процессов.

Ускоренное развитие информационных и телекоммуникационных технологий приводит к темпам роста энергопотребления в непроизводственных отраслях, таких как развитие информационных технологий, значительно опережающим средние темпы роста энергопотребления. В этих условиях, учитывая важность доступности электрической энергии как ограничивающего условия развития ИТ-инфраструктуры, текущий вектор на цифровизацию экономики приводит к дополнительному повышению актуальности вопросов энергосбережения и энергетической эффективности. Во многих развитых странах за последнее десятилетие энергоёмкость экономики снизилась на 15 – 20 %, при этом поставленные ранее планы по повышению

энергоэффективности приходится пересматривать в сторону повышения. В Соединенных Штатах Америки планируют к 2020 г. снизить энергоемкость экономики на 25 % по сравнению с показателями 2005 г., в Европейском союзе — на 20 % по отношению к 2007 г., а в КНР, после 13 неоднократных пересмотров, текущей задачей является снижение энергоемкости экономики к 2020 г. на 49 % по отношению к 2006 г.

Энергоемкость валового внутреннего продукта России в 2,5 раза выше среднемирового уровня и в 2,5 - 3,5 раза выше, чем в развитых странах. Более 90 процентов мощностей действующих электростанций, 83 процентов жилых зданий, 70 процентов котельных, 70 процентов технологического оборудования электрических сетей и 66 процентов тепловых сетей было построено еще до 1990 года. Около четверти используемых в настоящее время бытовых холодильников было приобретено более 20 лет назад. В промышленности эксплуатируется 15 процентов полностью изношенных основных фондов.

Длительное сохранение разрыва в уровнях энергетической эффективности с передовыми странами недопустимо. Сохранение высокой энергоемкости российской экономики приведет к снижению энергетической безопасности России и сдерживанию экономического роста. Выход России на стандарты благосостояния развитых стран на фоне усиления глобальной конкуренции и истощения источников экспортно-сырьевого типа развития требует кардинального повышения эффективности использования всех видов энергетических ресурсов.

В Российской Федерации снижение показателя в сопоставимых ценах наблюдалось вплоть до начала кризиса 2008 г.

В 2000 - 2008 годах после долгого отставания Россия вырвалась в мировые лидеры по темпам снижения энергоемкости валового внутреннего продукта. За эти годы данный показатель снизился на 35 процентов, то есть в среднем снижался почти на 5 процентов в год. Основной вклад в снижение энергоемкости валового внутреннего продукта внесли структурные сдвиги в экономике, поскольку промышленность и жилой сектор развивались медленнее, чем сфера услуг, а в промышленности опережающими темпами росло производство менее энергоемких продуктов.

«Восстановительный» рост в промышленности позволил получить эффект «экономии на масштабах производства» (экономии на условно-постоянных расходах энергии по мере роста загрузки старых производственных мощностей), но сохранил высокоэнергоемкую сырьевую специализацию и технологическую отсталость российской экономики.

В перспективе на первый план выдвигается технологическая экономия энергии, в отношении которой успехи России пока недостаточны. В 2000 - 2008 годах за счет внедрения новых технологий при новом строительстве и модернизации энергоёмкость валового внутреннего продукта снижалась в среднем только на 1 процент в год, или примерно так же, как и во многих развитых странах, что не позволило существенно сократить технологический разрыв с этими странами. Эффект от внедрения новых технологий частично перекрывался деградацией и падением эффективности старого изношенного оборудования и зданий.

Уровни энергоёмкости производства важнейших отечественных промышленных продуктов выше среднемировых в 1,2 - 2 раза и выше лучших мировых образцов в 1,5 - 4 раза. Низкая энергетическая эффективность порождает низкую конкурентоспособность российской промышленности. При приближении внутренних цен на энергетические ресурсы к мировым российская промышленность может выжить в конкурентной борьбе только при условии значительного повышения энергетической эффективности производства.

Высокая энергоёмкость при росте тарифов на энергоносители затрудняет борьбу с инфляцией. Рост тарифов на энергоносители необходим для обеспечения развития топливно-энергетического комплекса. Однако рост нагрузки по оплате энергоносителей, выходящий за пределы платежной способности населения, затрудняет борьбу с бедностью, не позволяет обеспечить высокую собираемость платежей и порождает недовольство граждан. Низкая энергетическая эффективность жилищно-коммунального комплекса и бюджетной сферы ведет к высокой нагрузке коммунальных платежей на местные бюджеты, бюджеты субъектов Российской Федерации и федеральный бюджет, что снижает финансовую стабильность.

Формирование в России энергоэффективного общества - это неотъемлемая составляющая развития экономики России по инновационному пути. Переход к энергоэффективному варианту развития должен быть совершен в ближайшие годы, иначе экономический рост будет сдерживаться из-за высоких цен и снижения доступности энергетических ресурсов.

С тех пор существенных изменений в реальном выражении не наблюдалось, и России приходится догонять своих партнеров, энергоемкость экономики которых ниже в 1,5 – 2 раза.

В 2016 г. Всемирный банк впервые подготовил рейтинг стран по реализации мер государственного управления в области устойчивой энергетики¹ (англ. Regulatory Indicators for Sustainable Energy). В одном из трех разделов рейтинга рассматриваются меры государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

В указанном рейтинге Российская Федерация находится в группе лидеров и занимает 27 место из 111 стран. Несмотря на высокую позицию и фактически положительную оценку государственной политики в области повышения энергетической эффективности экономики, технологическое отставание Российской Федерации сохраняется в 2017 г. и препятствует достижению целевых показателей, в том числе энергоемкости ВВП.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в отраслях экономики Российской Федерации осуществляется потребителями энергетических ресурсов за счет реализации мероприятий Программы на основе предоставления государственных гарантий Российской Федерации по кредитам на реализацию проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, привлекаемым организациями, отобранными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Российская Федерация располагает одним из самых больших в мире технических потенциалов энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников будущего экономического роста.

Решение проблемы энергосбережения и повышения энергетической эффективности носит долгосрочный характер, что обусловлено необходимостью как изменения системы отношений на рынках энергоносителей, так и замены и модернизации значительной части производственной, инженерной и социальной инфраструктуры и ее развития на новой технологической базе.

1.2 Топливо-энергетические ресурсы

Топливо-энергетический комплекс(ТЭК) – это совокупность отраслей промышленности, которые осуществляют добычу и переработку различных видов первичных топливных и энергетических ресурсов, также преобразуют эти первичные энергоресурсы в электрическую и тепловую энергию или в моторное топливо.

Республика Беларусь

Одной из главных проблем Республики Беларусь является энергетическая зависимость от внешних источников, так как Республика Беларусь обеспечена собственными топливо-энергетическими ресурсами (ТЭР) лишь на 13-15%. Для белорусской топливной промышленности импортируется около 90% сырья из России. Если страна импортирует более 50% ТЭР, то она считается слишком зависимой от поставщиков сырья. Беларусь также связана с энергосистемами Украины, стран Балтии и Польши. Улучшение ТЭК Республики Беларусь также связано и с энергосбережением. Экономия энергии положительно влияет не только на окружающую среду и здоровье, но и на финансы, т.к. от того сколько сохраняется энергии напрямую зависят расходы на нее. Выполнение программ по энергосбережению страны приведет к снижению зависимости республики от импорта ТЭР и увеличению уровня самообеспечения местными ТЭР.

Установленная мощность генерирующих энергоисточников Республики Беларусь составляет 10 068,68 МВт.

Установленная мощность 68 генерирующих энергоисточников ГПО «Белэнерго» - 8 938,34 МВт, из них:

- 42 тепловых электростанций электрической мощностью – 8 841,08 МВт, в том числе 12 тепловых электростанций высокого давления – 8 187,57 МВт;

- 25 гидроэлектростанций установленной мощностью 88,26 МВт;

- Новогрудская ветроэлектрическая станция мощностью 9 МВт.

Основная сеть объединенной энергосистемы Беларуси представлена линиями электропередачи 220-330 кВ,



Рисунок 1.2.1 – Схема основной сети ОЭС Беларуси

подстанциями 220–330 кВ и распределительными устройствами электростанций высокого давления

Государственной программой «Энергосбережение» на 2016 – 2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248, установлен на 2018 год сводный целевой показатель в целом по республике – объем экономии ТЭР от реализации мероприятий по энергосбережению 900 тыс. т у.т.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности по форме 4-энергосбережение (Госстандарт) за 2018 год экономия ТЭР в целом по республике за счет реализации мероприятий по энергосбережению составила 921,1 тыс. т у.т. Вышеуказанный объем экономии ТЭР достигнут в основном в результате реализации заказчиками Госпрограммы следующих основных направлений энергосбережения:

- внедрение в производство современных энергоэффективных и повышение энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов в производстве – 204,4 тыс. т у.т.;
- оптимизация схем теплоснабжения – 182,2 тыс. т у.т.;
- ввод генерирующего оборудования – 23,8 тыс. т у.т.;
- увеличение термосопротивления ограждающих конструкций зданий, сооружений и жилищного фонда – 31,7 тыс. т у.т.;
- повышение эффективности работы котельных и технологических печей – 60,7 тыс. т у.т.;
- внедрение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств, секционного разделения освещения – 62,8 тыс. т у.т.;
- увеличение использования местных топливно-энергетических ресурсов – 85,6 тыс. т у.т.

Основным регулирующим органом по ТЭК является Министерство энергетики, которому подчинены:

- «Газпром трансгаз Беларусь» (Белорусское государственное предприятие по транспортировке газа);
- «Белэнерго» (Белорусский государственный энергетический концерн);
- «Белтопгаз» (Белорусский концерн по топливу и газификации);
- «Белнефтехим» (Белорусский государственный концерн по нефти и химии).

В Республике Беларусь ТЭК включает предприятия по добыче, заготовке, закупке недостающих полезных ископаемых,

транспортировке газа и преобразование их в энергию и распределению по потребителям.



Рисунок 1.2.2 – Основные виды ТЭР Республики Беларусь

Основной территорией где добывают нефть является Припятский прогиб. Известно 55 месторождений нефти, 53 из которых располагаются в Гомельской области и 2 располагаются в Могилевской области. Крупнейшее Речицкое месторождения используется с 1965 года, а также 33 месторождения, находящиеся в разработке. На рисунке 1.2.3 показаны основные месторождения нефти в Припятском прогибе.



Рисунок 1.2.3 – Основные месторождения нефти в Республике Беларусь

В Республике Беларусь использование нефтепроводов происходит двумя предприятиями:

Новополоцким предприятием по транспортировке нефти «Дружба» на севере;

Гомельским предприятием по транспортировке нефти «Дружба» на юге.

Самым распространенным видом местного топлива в Республике Беларусь является торф. Запасы этого топлива составляют около 4 млн. т. Отложения торфа есть почти в каждом регионе. Заметным его свойством является поглощение воды и других веществ, ведь не зря торфяные болота служат естественными биологическими фильтрами. Такое явление происходит из-за того, что некоторые виды этого топлива могут удерживать массу воды, которая превышает в 30 раз их собственный вес. Также торф можно использовать для очистки почв и воды от загрязнений. Еще свое применение он нашел в строительстве. Для этой отрасли важны такие свойства как высокая пористость, низкая теплопроводность и антисептические свойства.

На законодательном уровне в Республике Беларусь разработана и осуществляется «Государственная программа "Торфна 2008 - 2010 годы и на период до 2020 года», согласно которой выделяются основные задачи для республики, а именно «обеспечение потребности экономики республики в торфяной продукции и поставка на экспорт; оценка современного состояния торфяных ресурсов и их распределение по целевым фондам; разработка и освоение новых, совершенствование существующих технологий и оборудования по добыче, переработке и использованию торфа; разработка и выполнение мероприятий по развитию и техническому перевооружению организаций торфяной промышленности, подчиненных Министерству энергетики (далее - организации Минэнерго), и организаций по добыче и использованию торфа и сапропеля, подчиненных Министерству сельского хозяйства и продовольствия (далее – организации Минсельхозпрода); развитие производств органических, органо-минеральных удобрений, удобрительно-мелиоративных смесей и стимуляторов роста растений; развитие производства продукции сельскохозяйственного назначения на основе сапропеля; охрана окружающей среды при

использовании торфа и торфяных месторождений; совершенствование нормативных правовых актов в области добычи, переработки, использования торфа и торфяных месторождений». [4]

В настоящее время торфяная промышленность представлена 37 предприятиями. Основными продуктами являются торф кусковой, сфагновый, торфяные брикеты.

В современных экономических условиях Республика Беларусь не может покрыть все свои потребности в ТЭР за счет собственных природных ресурсов. Обсуждаются, создаются и развиваются новые государственные программы, направленные на решение этой проблемы, т.к. энергия всегда играла важную роль в жизни людей.

Российская Федерация

ТЭК – важнейшая структурная составляющая экономики России, из ключевых факторов роста производительности труда, обеспечения функционирования производительных сил и жизнедеятельности социума.

Основные фонды ТЭК составляют треть производственных фондов страны. Топливо-энергетический комплекс, как двигатель экономики России требует огромных инвестиций. В свою очередь этот кластер напрямую связан с благосостоянием граждан России, в частности помогает отчасти решить проблемы безработицы и инфляции, т.к. в сфере ТЭК задействовано более 2 млн. человек.

По данным Росстата, более 20% ВВП России формируется за счет продукции топливно-энергетического комплекса. В настоящее время 40% бюджета России складывается от реализации топливно-энергетических ресурсов.

Россия, поставляя эти ресурсы в страны СНГ, в свою очередь экспортирует энергооборудование из Украины, Азербайджана и др. стран. В этой связи, становится необходимым увеличивать потенциал российского нефтедобывающего и другого оборудования, т.к. состояние последнего, к сожалению, становится критическим: исчерпаны проектные ресурсы 30% газоперекачивающих агрегатов, более половины оборудования угольной промышленности, также более 50% износа имеет большая часть оборудования в проекции

нефтедобыче и более 1/3, к сожалению, - в проекции газовой промышленности.

Для того, чтобы ТЭК стал для России действительно локомотивом, необходимо продолжать работы по организации отечественного лицензионного производства продукции, с амбициозными целями в достижении к 2035 году доли импортных машин в объеме закупаемого оборудования всего 3-5%.

Электроэнергетика — это базовая инфраструктурная отрасль РФ, обеспечивающая страну электроэнергией и экспортирующая ее за рубеж. Россия занимает четвертое место в мире по объему генерации электроэнергии и четвертое по экспорту электроэнергии за рубеж.

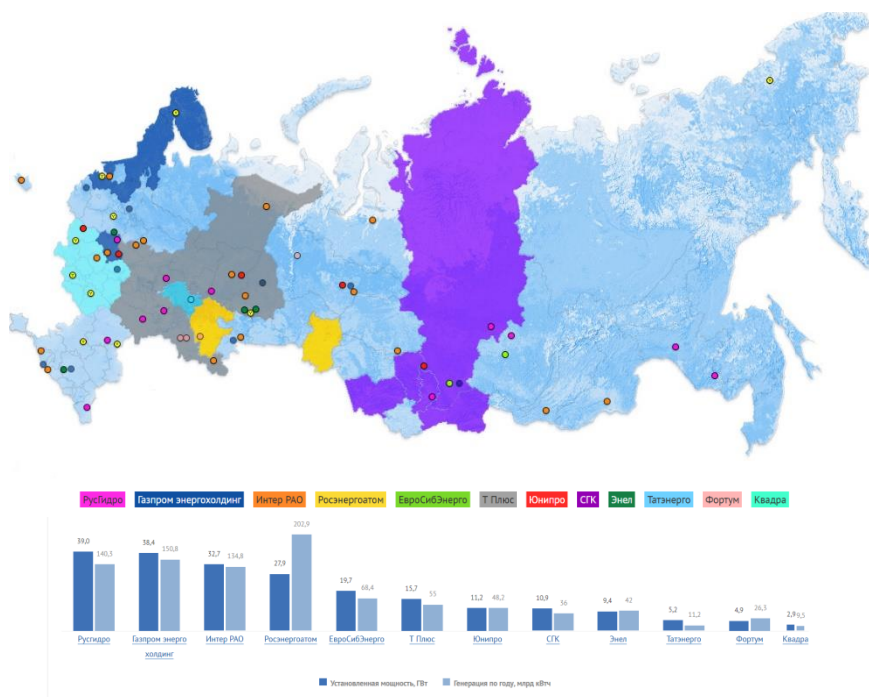


Рисунок 1.2.4 – Генерация в РФ

Энергосистема Российской Федерации состоит из ЕЭС России (семь объединенных энергосистем (ОЭС) – ОЭС Центра, Средней Волги, Урала, Северо-Запада, Юга и Сибири) и территориально изолированных энергосистем (Чукотский автономный округ, Камчатский край, Сахалинская и Магаданская область, Норильско-Таймырский и Николаевский энергорайоны, энергосистемы северной части Республики Саха (Якутия)).

Всего в России насчитывается больше 1500 электростанций, из них 51 — особо крупные гидро- и теплоэлектростанции, с установленной мощностью более 1ГВт, генерирующих около половины всей электроэнергии страны, и 10 атомных электростанций, на долю которых приходится 19% генерируемой электроэнергии.

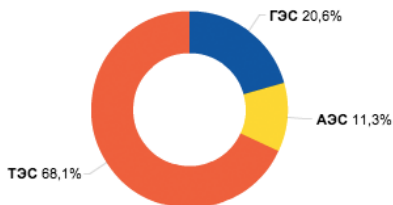


Рисунок 1.2.5 – Структура производства электроэнергии по генерирующим источникам РФ



Рисунок 1.2.6 – Расположение ОЭС РФ

Протяженность линий электропередачи всех классов напряжений в Российской Федерации составляет 2,6 млн.км., насчитывается порядка 502 тыс.подстанций трансформаторной мощностью более 781 тыс. МВА.

Передача электрической энергии от электростанций до потребителей осуществляется по электросетям, которые связаны между собой трансформаторными подстанциями. Подавляющим большинством объектов электропередачи страны владеет ПАО «Россети». Незначительная их часть принадлежит частным компаниям.

Все электросети подразделяются на магистральные и распределительные. После реформы ПАО «ЕЭС» распределительные сети перешли под управление, а магистральные (высоковольтные) вошли в Федеральную сетевую компанию (ФСК ЕЭС).

Фактическое потребление электроэнергии в Российской Федерации в 2018 г. составило 1076,2 млрд кВт·ч (по ЕЭС России 1055,6 — млрд кВт·ч), что выше факта 2017 г. на 1,6% (по ЕЭС России — на 1,5%).

В 2018 г. увеличение годового объема электропотребления ЕЭС России из-за влияния температурного фактора (на фоне понижения среднегодовой температуры относительно прошлого года на 0,6°С) оценивается величиной около 5,0 млрд кВт·ч.

Наиболее значительное влияние температуры на изменение динамики электропотребления наблюдалось в марте, октябре и декабре 2018 г.,когда соответствующие отклонения среднемесячных температур достигали максимальных значений.

Кроме температурного фактора на положительную динамику изменения электропотребления в ЕЭС России в 2018 г. повлияло увеличение потребления электроэнергии промышленными предприятиями. В большей степени этот прирост обеспечен на металлургических предприятиях, предприятиях деревообрабатывающей промышленности, объектах нефтегазопроводного и железнодорожного транспорта.

В течение 2018 г. значительный рост потребления электроэнергии на крупных металлургических предприятиях, повлиявший на общую положительную динамику изменения

объемов электропотребления в соответствующих территориальных энергосистемах, наблюдался:

- в энергосистеме Вологодской области (прирост потребления 2,7% к 2017 г.) — увеличение потребления ПАО «Северсталь»;

- в энергосистеме Липецкой области (прирост потребления 3,7% к 2017 г.) — увеличение потребления ПАО «НЛМК»;

- в энергосистеме Оренбургской области (прирост потребления 2,5% к 2017 г.) — увеличение потребления АО «Уральская сталь»;

- в энергосистеме Кемеровской области (прирост потребления 2,0% к 2017 г.) — увеличение потребления АО «Кузнецкие ферросплавы».

В составе крупных промышленных предприятий деревообрабатывающей промышленности, увеличивших в отчетном году потребление электроэнергии:

- в энергосистеме Пермской области (прирост потребления 2,5% к 2017 г.) — увеличение потребления АО «Соликамскбумпром»;

- в энергосистеме Республики Коми (прирост потребления 0,9% к 2017 г.) — увеличение потребления АО «Монди СЛПК».

Среди промышленных предприятий нефтепроводного транспорта, увеличивших в 2018 г. годовые объемы потребления электроэнергии:

- в энергосистемах Астраханской области (прирост потребления 1,2% к 2017 г.) и Республики Калмыкия (прирост потребления 23,1% к 2017 г.) — увеличение потребления АО «КТК-Р» (Каспийский трубопроводный консорциум);

- в энергосистемах Иркутской (прирост потребления 3,3% к 2017 г.), Томской (прирост потребления 2,4% к 2017 г.), Амурской областей (прирост потребления 1,5% к 2017 г.) и Южно-Якутского энергорайона энергосистемы Республики Саха (Якутия) (прирост потребления 14,9% к 2017 г.) — увеличение потребления

магистральными нефтепроводами на территориях указанных субъектов Российской Федерации.

Увеличение объемов потребления электроэнергии предприятиями газотранспортной системы в 2018 г. отмечено на промышленных предприятиях:

- в энергосистеме Нижегородской области (прирост потребления 0,4% к 2017 г.) — увеличение потребления ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»;

- в энергосистеме Самарской области (прирост потребления 2,3% к 2017 г.) — увеличение потребления ООО «Газпром трансгаз Самара»;

- в энергосистемах Оренбургской (прирост потребления 2,5% к 2017 г.) и Челябинской областей (прирост потребления 0,8% к 2017 г.) — увеличение потребления ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»;

- в энергосистеме Свердловской области (прирост потребления 1,4% к 2017 г.) — увеличение потребления ООО «Газпром трансгаз Югорск».

В 2018 г. наиболее значительное увеличение объемов железнодорожных перевозок и вместе с ним увеличение годовых объемов потребления электроэнергии предприятиями железнодорожного транспорта наблюдалось в ОЭС Сибири в энергосистемах Иркутской области, Забайкальского и Красноярского краев и Республики Тыва, а также в границах территорий энергосистем г. Москвы и Московской области и г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

При оценке положительной динамики изменения объема потребления электроэнергии следует отметить рост в течение всего 2018 г. электропотребления на предприятии АО «СУАЛ» филиал «Волгоградский алюминиевый завод».

В 2018 г. с увеличением объема производства электроэнергии на тепловых и атомных электростанциях наблюдалось увеличение расхода электроэнергии на собственные, производственные и хозяйственные нужды электростанций. Для АЭС это проявилось в значительной мере с вводом в 2018 г. новых энергоблоков №5 на Ленинградской АЭС и №4 на Ростовской АЭС.

В 2018 г. выработка электроэнергии электростанциями России, включая производство электроэнергии на электростанциях промышленных предприятий, составила 1091,7 млрд кВт·ч (по ЕЭС России — 1070,9 млрд кВт·ч).

Увеличение к объему производства электроэнергии в 2018 г. составило 1,7%, в том числе:

- ТЭС — 630,7 млрд кВт·ч (падение на 1,3%);
- ГЭС — 193,7 млрд кВт·ч (увеличение на 3,3%);
- АЭС — 204,3 млрд кВт·ч (увеличение на 0,7%);
- электростанции промышленных предприятий — 62,0 млрд кВт·ч (увеличение на 2,9%).
- СЭС — 0,8 млрд кВт·ч (увеличение на 35,7%).
- ВЭС — 0,2 млрд кВт·ч (увеличение на 69,2%).

Энергия в различных ее видах традиционно является важнейшим источником развития всех отраслей экономики, и в данной связи устойчивое функционирование ТЭК представляет собой важный фактор успешного развития всей экономической системы территории и повышения ее экономической безопасности. Лидером ТЭК России является нефтедобывающая промышленность, в которой сосредоточены нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие заводы, а также предприятия по транспортировке и сбыту нефтепродуктов.

Крупнейшим представителем топливного комплекса России является ОАО «Газпром нефть», вертикально-интегрированная компания, в составе которой функционируют свыше 70 промышленных объектов нефтедобычи, нефтепереработки, сбыта.

По объему переработки нефти корпорация входит в тройку самых крупных компаний Российской Федерации, а по объему добычи нефти занимает четвертое место. Внедрение инноваций и расширение границ бизнеса ОАО «Газпром нефть» - это базовые принципы развития данного комплекса. Важно отметить, что, несмотря на сложность прогнозирования факторов внешней среды, мало зависящей от конкретного предприятия, стратегической целью группы остается диверсификация производства на региональном и международном уровнях по всей цепочке создания стоимости. В качестве приоритетных для расширения бизнеса территорий можно

выделить Ближний Восток, Западную Африку, балканские государства, Латинскую Америку и Северную Африку. Еще до введения западных экономических санкций российская корпорация ОАО «Газпром нефть» приобрела 20% в уставном капитале ООО «Национальный нефтяной консорциум», созданного крупными российскими нефтяными компаниями для реализации перспективных нефтедобыч- 266 вающих проектов в Венесуэле (2009 год). ННК и Corporacion Venezolana del Petroleo (CVP), дочернее подразделение Государственной нефтяной компании Венесуэлы (PDVSA), зарегистрировали совместное предприятие PetroMiranda для разведки и последующей разработки месторождения тяжелой нефти «Хунин-6», расположенного в бассейне реки Ориноко в Венесуэле (2010 год, доля ННК в совместном предприятии - 40%). Прогнозные извлекаемые запасы блока «Хунин-6» составляют 10,96 млрд. баррелей нефти. Площадь блока - 447,85 кв.км. ОАО «Газпром нефть» принимает участие в разработке иракского месторождения Barda (производственные запасы примерно 3 млрд. баррелей нефти). Крупнейшим европейским активом корпорации является многопрофильная компания Naftna industrija Srbije (NIS, «Нефтяная индустрия Сербии»), которая осуществляет добычу и геологоразведку месторождений углеводородного сырья на территории Сербии, Анголы, Боснии и Герцеговины, Венгрии и Румынии. Следует особо подчеркнуть, что промышленная интеграция компаний на транснациональном уровне способна вносить инновационный вклад в глобальные мероприятия по борьбе с изменением климата, реформу финансовой системы, здравоохранение, развитие сельского хозяйства, добычу нетрадиционных углеводородов, водородную энергетику, струйную энергетику, продвижение современных информационных технологий.

Важную роль в формировании интеграционных процессов играют государственные структуры, неправительственные, общественные, научноисследовательские центры. Рассматривая запасы нефти в России, отметим постепенное истощение запасов нефти в традиционных регионах добычи (Западная Сибирь, Средняя Волга), которое без соответствующих геологоразведочных работ может привести к падению добычи нефти после 2020 года.

При этом освоение новых территорий Восточной Сибири, новые месторождения Ямало-Ненецкого автономного округа, шельфа Сахалина и Каспия и других позволят существенно увеличить объемы добычи нефти. Таким образом, объем добычи нефти составит 530-600 млн. тонн, что обеспечит увеличение поставок нефти на внутренний рынок и ее переработку для использования нефтепродуктов на территории России.

Согласно данным Энергетической Стратегии развития России на период до 2035 года растущий внутренний спрос на продукты переработки нефти, а также изменения в структуре экспортных поставок предопределят развитие нефтепереработки, прогнозный рост ее объемов в России к 2030 году составит 275-335 млн. тонн. По добыче природного газа Россия занимает первое место в мире. Основным газоносным районом России признана Западная Сибирь.

Последние два десятилетия показывают устойчивое сокращение доли России в мировой добыче газа, что указывает на более медленное развитие российской газовой отрасли, чем в других газодобывающих странах. Поэтому необходимо согласно приоритетным направлениям развития газового комплекса России, развивать газовую промышленность в тех районах страны, где довольно большие запасы этого ресурса, утилизируя при этом низконапорный газ; организовывать новые центры НК, модернизировать существующие газотранспортные системы, проводить дальнейшую газификацию, расширять мощности по газопереработке и газохимии, воспроизводить минерально-сырьевую базу газа. Реализация этих направлений при наличии внутреннего и внешнего платежеспособного спроса позволит довести добычу газа в стране до 685 – 920 млрд. м³ в 2020 г. и до 875 – 1076 млрд. м³ в 2030 г.

Подводя итог, отметим, ТЭК – важнейшая структурная составляющая экономики России, один из ключевых факторов роста производительности труда, обеспечения функционирования производительных сил и жизнедеятельности социума. Основные фонды ТЭК составляют треть производственных фондов страны. Лидером ТЭК России является нефтедобывающая промышленность, в которой сосредоточены нефтедобывающие,

нефтеперерабатывающие заводы, а также предприятия по транспортировке и сбыту нефтепродуктов.

1.2.1. Виды топлива и его характеристика.

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. Все существующие виды топлива разделяются на твердые, жидкие и газообразные. Для нагрева используется также тепловое действие электрического тока и пылевидное топливо. Некоторые группы топлива, в свою очередь, делятся на две подгруппы, из которых одна представляет собой топливо в том виде, в каком оно добывается, и это топливо называется естественным; другая подгруппа — топливо, которое получается путем переработки естественного топлива; это топливо называется искусственным.

ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО.

Ископаемое твёрдое 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 — земляная или чёрная 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 твёрдостью.

- а) естественное — дрова, каменный уголь, антрацит, торф;
- б) искусственное — древесный уголь, кокс и пылевидное, которое получается из измельченных углей.

Бурые угли. Бурые угли представляют собой наиболее молодые сорта каменных углей. Зола в бурых углях содержится от 9 до 45%. Теплотворная способность от 2500 до 5000 ккал/кг. Только что добытый бурый уголь отличается большим содержанием влаги

(до 60%). На воздухе бурый уголь теряет влагу, и содержание ее понижается до 30%. Под влиянием атмосферных условий эти угли быстро выветриваются и превращаются в мелочь. При длительном хранении бурые угли samozагораются. В чистом виде бурые угли лишь некоторых месторождений (карагандинское и др.) используются для кузнечных печей с полугазовыми топками, так как они не могут нагревать металл до необходимой температуры. Каменный уголь. Каменный уголь—один из основных видов топлива для кузнечных печей. Образуется каменный уголь отложением растений в течение длительного времени. Образующиеся отложения со временем покрываются толстым слоем земли. Под большим давлением, при полном отсутствии воздуха, происходит разложение древесины и образование каменного угля. Процесс образования угля идет очень медленно и длится тысячелетия. В зависимости от длительности образования получают разные сорта каменного угля с различной теплотворной способностью. Для кузнечных печей наиболее приемлемым является уголь с большим содержанием летучих, т. е. длиннопламенный и газовый. При длинном пламени создается возможность получения более равномерного нагрева металла в печи.

Древесный уголь. Древесный уголь выжигается из дров в специальных углевыжигательных печах и является лучшим топливом для кузнечных горнов. В древесном угле содержится очень мало золы и практически совсем не содержится серы. Однако ввиду дороговизны он употребляется редко. Древесный уголь содержит 84 % углерода, 14 % летучих и 2% золы. Теплотворная способность его 7000—8000 ккал/кг.

Добыча угля ведётся 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, можно добиться снижения потерь при транспортировке. Уменьшения зольности и влажности отгружаемого угля.

Возобновляемым твёрдым топливом является древесина. Доля её в энергобалансе мира сейчас чрезвычайно невелика, но в некоторых регионах древесина (а чаще её отходы) также используется в качестве топлива.

В качестве твёрдого топлива могут быть также использованы брикеты – механическая смесь угольной и торфяной мелочи со связующими веществами (битум и др.), спрессованная под давлением до 100 МПа в специальных прессах.

ЖИДКОЕ ТОПЛИВО.

Единственным жидким топливом естественного происхождения, имеющим промышленное значение, является нефть. Сырую нефть как топливо в печах не применяют, а применяют продукт ее переработки — мазут, т. е. остатки, получаемые после отгонки из нефти керосина и бензина. Мазут по составу не постоянен, чаще всего содержит углерода 84—86%, водорода 12,4%, кислорода + азота + серы 1,3%, золы 0,3 %, воды 1—2%. Теплотворная способность мазута 9500—10000 ккал/кг.

а) естественное — нефть;

б) искусственное — бензин, керосин, мазут, смола.

Практически всё жидкое топливо пока получают путём переработки нефти. Нефть, жидкое горючее полезное ископаемое, представляет собой бурюю 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^a : сжиженный газ (выход около 1%), бензиновую (около 15%, $t^a=30 - 180^{\circ}\text{C}$). Керосиновую (около 17 %, $t^a=120 - 135^{\circ}\text{C}$), дизельную (около 18 %, $t^a=180 - 350^{\circ}\text{C}$). 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 её 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).

ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО.

Единственным естественным (природным) газом является «горючий газ», который выделяется из земли через естественные выходы или буровые скважины. Теплотворная способность нефтяного (природного) газа около 8000— 8500 ккал/м³ и может достигать до 15000 ккал/м³.

В настоящее время естественный газ находит широкое применение в промышленности и в быту, особенно в районах его образования.

Среди искусственных видов топлива особое значение для кузнечного производства имеют кокс, древесный уголь, жидкое, газообразное и пылевидное топливо.

Для лучшего и более удобного использования твердого топлива его превращают в газ в специальных устройствах, которые называются газогенераторами. Например, из торфа получают торфяной генераторный газ, из каменного угля — каменноугольный генераторный газ и т. д.

Теплотворная способность генераторного газа зависит от вида топлива, из которого получен газ, и от способа газификации. Например, торфяной генераторный газ имеет теплотворную способность от 1500 до 1600 ккал/м³, каменноугольный генераторный газ — от 1200 до 1400 ккал/м³.

а) естественное — природный газ;

б) искусственное — генераторный газ, получаемый при газификации различных видов твердого топлива (торфа, дров, каменного угля и др.), коксовальный, доменный, светильный и другие газы.

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 обработке 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 m^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 подаётся 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 всё 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 m^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 путём 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 энергоёмкостью 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 неисчислимы 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 получать 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.

Пылеугольное топливо. Уголь для сжигания в нагревательных печах в виде пыли предварительно размалывается в специальных мельницах до частиц 0,07—0,05 мм. Сжиганием угольной пыли в печах достигается высокая температура нагрева металла.

Кокс. Кокс получается из каменного угля обработкой в специальных коксовых печах без доступа воздуха. При этом выделяются летучие, образуя богатый по калорийности газ, называемый коксовым, который, в свою очередь, является хорошим топливом.

Кокс содержит 87% углерода, 4% летучих веществ, 8% золы и 1—2% серы. Теплотворная способность кокса 5600—7000 ккал/кг. В кузнечном производстве кокс употребляется главным образом в горнах.

ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Ядерное топливо— материалы, которые используются в ядерных реакторах для осуществления управляемой цепной ядерной реакции деления. Ядерное топливо принципиально отличается от других видов топлива, используемых человечеством, оно чрезвычайно энергоемко, но и весьма опасно для человека, что накладывает множество ограничений на его использование из соображений безопасности. По этой и многим другим причинам ядерное топливо гораздо сложнее в применении, чем любой вид органического топлива, и требует множества специальных технических и организационных мер при его использовании, а также высокую квалификацию персонала, имеющего с ним дело.

Ядерное топливо. Единственный природный вид ядерного топлива – тяжёлые 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 ^{239}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).

Ядерное топливо делится на два вида:

Природное урановое, содержащее делящиеся ядра ^{235}U , а также сырьё ^{238}U , способное при захвате нейтрона образовывать плутоний ^{239}Pu ;

Вторичное топливо, которое не встречается в природе, в том числе ^{239}Pu , получаемый из топлива первого вида, а также изотопы ^{233}U , образующиеся при захвате нейтронов ядрами тория ^{232}Th .

По химическому составу, ядерное топливо может быть:

– Металлическим, включая сплавы;

- Оксидным (например, UO_2);
- Карбидным (например, PuC_{1-x})
- Нитридным
- Смешанным ($\text{PuO}_2 + \text{UO}_2$)

Применение. Ядерное топливо используется в ядерных реакторах, где оно обычно располагается в герметично закрытых тепловыделяющих элементах (ТВЭЛлах) в виде таблеток размером в несколько сантиметров.

К ядерному топливу применяются высокие требования по химической совместимости с оболочками ТВЭЛлов, у него должна быть достаточная температура плавления и испарения, хорошая теплопроводность, небольшое увеличение объёма при нейтронном облучении, технологичность производства.

Металлический уран сравнительно редко используют как ядерное топливо. Его максимальная температура ограничена 660°C . При этой температуре происходит фазовый переход, в котором изменяется кристаллическая структура урана. Фазовый переход сопровождается увеличением объёма урана, что может привести к разрушению оболочки ТВЭЛлов. При длительном облучении в температурном интервале $200\text{—}500^\circ\text{C}$ уран подвержен радиационному росту. Это явление заключается в том, что облучённый урановый стержень удлиняется. Экспериментально наблюдалось увеличение длины уранового стержня в полтора раза.

Использование металлического урана, особенно при температуре больше 500°C , затруднено из-за его распухания. После деления ядра образуются два осколка деления, суммарный объём которых больше объёма атома урана (плутония). Часть атомов — осколков деления являются атомами газов (криптона, ксенона и др.). Атомы газов накапливаются в порках урана и создают внутреннее давление, которое увеличивается с повышением температуры. За счёт изменения объёма атомов в процессе деления и повышения внутреннего давления газов уран и другие ядерные топлива начинают распухать. Под распуханием понимают относительное изменение объёма ядерного топлива, связанное с делением ядер.

Распухание зависит от выгорания и температуры ТВЭЛлов. Количество осколков деления возрастает с увеличением выгорания,

а внутреннее давление газа — с увеличением выгорания и температуры. Распухание ядерного топлива может привести к разрушению оболочки ТВЭЛа. Ядерное топливо менее подвержено распуханию, если оно обладает высокими механическими свойствами. Металлический уран как раз не относится к таким материалам. Поэтому применение металлического урана в качестве ядерного топлива ограничивает выгорание, которое является одной из главных оценок экономики атомной энергетики.

Радиационная стойкость и механические свойства топлива улучшаются после легирования урана, в процессе которого в уран добавляют небольшое количество молибдена, алюминия и других металлов. Легирующие добавки снижают число нейтронов деления на один захват нейтрона ядерным топливом. Поэтому легирующие добавки к урану стремятся выбрать из материалов, слабо поглощающих нейтроны.

К хорошим ядерным топливам относятся некоторые тугоплавкие соединения урана: окислы, карбиды и интерметаллические соединения. Наиболее широкое применение получила керамика — двуокись урана UO_2 . Её температура плавления равна $2800\text{ }^\circ\text{C}$, плотность — $10,2\text{ т/м}^3$. У двуокиси урана нет фазовых переходов, она менее подвержена распуханию, чем сплавы урана. Это позволяет повысить выгорание до нескольких процентов. Двуокись урана не взаимодействует с цирконием, ниобием, нержавеющей сталью и другими материалами при высоких температурах. Основной недостаток керамики — низкая теплопроводность — $4,5\text{ кДж/(м}\cdot\text{К)}$, которая ограничивает удельную мощность реактора по температуре плавления. Так, максимальная плотность теплового потока в реакторах ВВЭР на двуокиси урана не превышает $1,4\cdot 10^3\text{ кВт/м}^2$, при этом максимальная температура в стержневых ТВЭЛах достигает $2200\text{ }^\circ\text{C}$. Кроме того, горячая керамика очень хрупка и может растрескиваться.

Плутоний относится к низкоплавким металлам. Его температура плавления равна $640\text{ }^\circ\text{C}$. У плутония плохие пластические свойства, поэтому он почти не поддаётся механической обработке. Технология изготовления ТВЭЛов усложняется ещё токсичностью плутония. Для приготовления

ядерного топлива обычно идут двуокись плутония, смесь карбидов плутония с карбидами урана, сплавы плутония с металлами.

Высокими теплопроводностью и механическими свойствами обладают дисперсионные топлива, в которых мелкие частицы UO_2 , UC , PuO_2 и других соединений урана и плутония размещают гетерогенно в металлической матрице из алюминия, молибдена, нержавеющей стали и др. Материал матрицы и определяет радиационную стойкость и теплопроводность дисперсионного топлива. Например, дисперсионное топливо Первой АЭС состояло из частиц сплава урана с 9 % молибдена, залитых магнием.

УСЛОВНОЕ ТОПЛИВО.

Условное топливо. Различные виды энергетических ресурсов обладают разным качеством, которое характеризуется энергоёмкостью топлива. Удельной энергоёмкостью называется количество энергии, приходящееся на единицу массы физического тела энергоресурса.

Для сопоставления различных видов топлива, суммарного учёта 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.

$$1 \text{ т.т} = 29309 \text{ кДж} = 7000 \text{ ккал} = 8120 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

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 нижеследующей таблице приведены значения удельной энергоёмкости для ряда энергетических ресурсов в сравнении с условным топливом.

1.3 Традиционные способы получения тепловой и электрической энергии

Электрическая станция – предприятие или установка, вырабатывающая электроэнергию путем преобразования других видов энергии.

Электрические станции вырабатывают электрическую и тепловую энергию для нужд народного хозяйства страны и коммунально-бытового обслуживания. В зависимости от источника энергии различают:

- тепловые электростанции (ТЭС);
- гидроэлектрические станции (ГЭС);
- атомные станции (АЭС) и др.

Тепловые электрические станции.

К тепловым электрическим станциям относятся конденсационные электростанции (КЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). В состав государственных районных электростанций (ГРЭС), обслуживающих крупные промышленные районы, как правило входят конденсационные электростанции, используется органическое топливо и не вырабатывается тепловой энергии наряду с электрической. ТЭЦ работают также на органическом топливе, но в отличие от КЭС наряду с электроэнергией производят горячую воду и пар для нужд теплофикации. (Рис. 1.3.1)

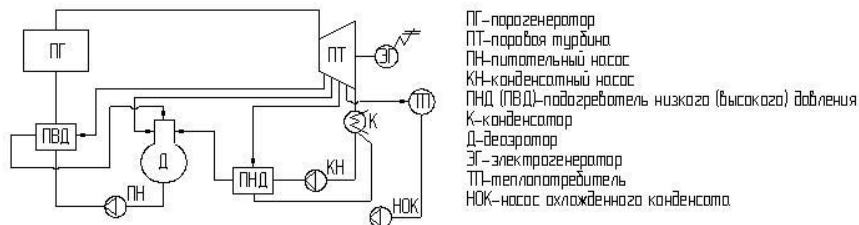


Рисунок 1.3.1 – Принципиальная схема работы ТЭС

До настоящего времени ТЭС производят основную часть вырабатываемой энергии. По существующим оценкам ТЭС потребляют свыше трети добываемого в мире топлива. На этих станциях могут применяться различные виды топливных ресурсов: твёрдые: угли и горючие сланцы, жидкие: мазут, дизельное и

газотурбинное топливо и газообразные: природный газ – наиболее экологически чистое энергетическое топливо.

Классификация ТЭС

1) По виду отпускаемой энергии:

а) тепловые станции, отпускающие только электрическую энергию. Они оснащаются турбинами типа К (конденсационные): КЭС, ГРЭС (Государственная районная электростанция). Очень крупные. КПД=35-40%;

б) тепловые электростанции, отпускающие и электрическую и тепловую энергию-ТЭЦ. На них более полно используется теплота топлива. КПД=60-70%. Бывают двух типов: промышленные и отопительные. Промышленные ТЭЦ работают исключительно для удовлетворения потребности в тепловой энергии какого-либо предприятия. Отопительные ТЭЦ предназначены для отопления жилых районов, городов. Зимой работают по графику, летом переходят на конденсатный режим.

2) По технологической структуре:

а) ТЭС с блочной структурой основного оборудования. Используется несколько блоков. Принципиальная схема не зависит от блоков. Количество парогенераторов равно количеству турбин.

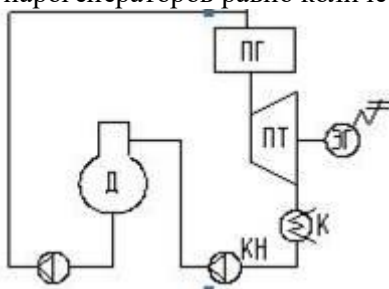


Рисунок 1.3.2 – Схема ТЭС с блочной структурой основного оборудования

Эта структура появилась 30-40 лет назад. Причины: переход на промперегрев пара для увеличения КПД установки; необходимость упрощения схем паропроводов; требование надежной автоматизации и регулирования основных агрегатов и вспомогательного оборудования;

б) ТЭС не блочной структуры. С поперечными связями и общим паровым трансфером. Количество парогенераторов не равно количеству турбин.

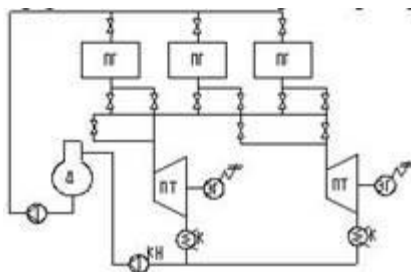


Рисунок 1.3.3 – Схема ТЭС не блочной структуры

3) По типу теплового двигателя:

- а) станции с паротурбинными установками (КПД до 40%);
- б) станции с газотурбинными установками (КПД=30-33%).

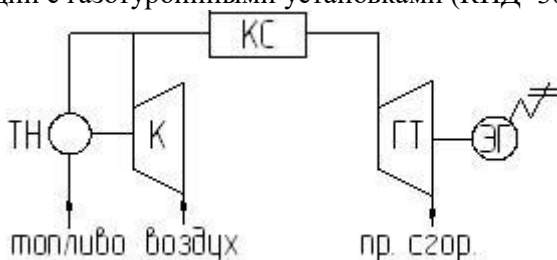


Рисунок 1.3.4 – Схема станции с газотурбинной установкой

Топливо и сжатый воздух подаются в камеру сгорания, затем продукты сгорания расширяются в газовой турбине. ГТУ более компактны, чем ПТУ, менее металлоемкие, маневренные;

- в) станции с парогазовыми установками (КПД=50-55%).

Работают по циклу газовой и паровой турбин. Основное достоинство-экономичность;

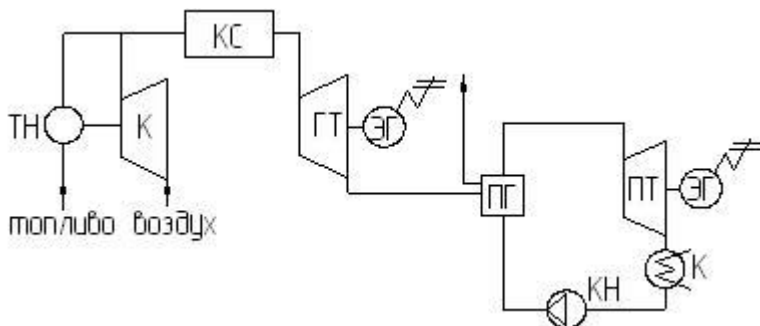


Рисунок 1.3.5- Схема станции с парогазовой установкой

г) тепловые станции с двигателями внутреннего сгорания.

4) По виду используемого топлива:

- а) угольные;
- б) газовые (больше всего);
- в) мазутные.

5) По типу парогенератора:

- а) с прямоточным парогенератором;
- б) с барабанным парогенератором.

6) По величине начальных параметров пара:

- а) со сверхкритическими параметрами пара ($P > 22$ МПа);
- б) с высокими параметрами пара ($P > 16$ МПа);
- в) со средними параметрами пара ($P > 4$ МПа);
- г) с низкими параметрами пара ($P < 4$ МПа).

7) По мощности:

- а) станции большой мощности ($N_{\text{уст}} > 1000$ МВт);
- б) станции средней мощности ($N_{\text{уст}} > 160$ МВт);
- в) станции малой мощности ($N_{\text{уст}} < 160$ МВт).

8) По типу часов использования установленного

оборудования:

- а) базовые ($T_{\text{уст}} > 5000$ час/год);
- б) полупиковые ($T_{\text{уст}}$ от 5000 до 1500-2000 час/год);
- в) пиковые ($T_{\text{уст}} < 1500-2000$).

9) По способу водоснабжения:

- а) прямоточные;
- б) с обратным водоснабжением.

Преимущества ТЭС

1. Используемое топливо достаточно дешево.
2. Требуют меньших капиталовложений по сравнению с другими электростанциями
3. Могут быть построены в любом месте независимо от наличия топлива. Топливо может транспортироваться к месту расположения электростанции железнодорожным или автомобильным транспортом.
4. Занимают меньшую площадь по сравнению с гидроэлектростанциями.
5. Стоимость выработки электроэнергии меньше, чем у дизельных электростанций.

Недостатки ТЭС

1. Загрязняют атмосферу, выбрасывая в воздух большое количество дыма и копоти. (ТЭС оказывают отрицательное влияние на окружающую среду, осуществляя выбросы продуктов сгорания, золы тепловые сбросы, выбросы загрязненных сточных вод.)
2. Более высокие эксплуатационные расходы по сравнению с гидроэлектростанциями.

Гидроэлектростанции

Гидроэлектростанция (ГЭС) — электростанция, использующая в качестве источника энергии энергию водных масс в русловых водотоках и приливных движениях. Гидроэлектростанции обычно строят на реках, сооружая плотины и водохранилища.

Сегодня современные гидроэлектростанции — это огромные сооружения на гигаватты установленной мощности. Однако принцип работы любой ГЭС остается в целом достаточно простым, и везде почти полностью одинаковым.

Напор воды, направленный на лопасти гидротурбины, приводит ее во вращение, а гидротурбина в свою очередь, будучи соединена с генератором, вращает генератор.

Генератор вырабатывает электроэнергию, которая и подается на трансформаторную станцию, а затем и на ЛЭП. (Рис. 1.3.6)

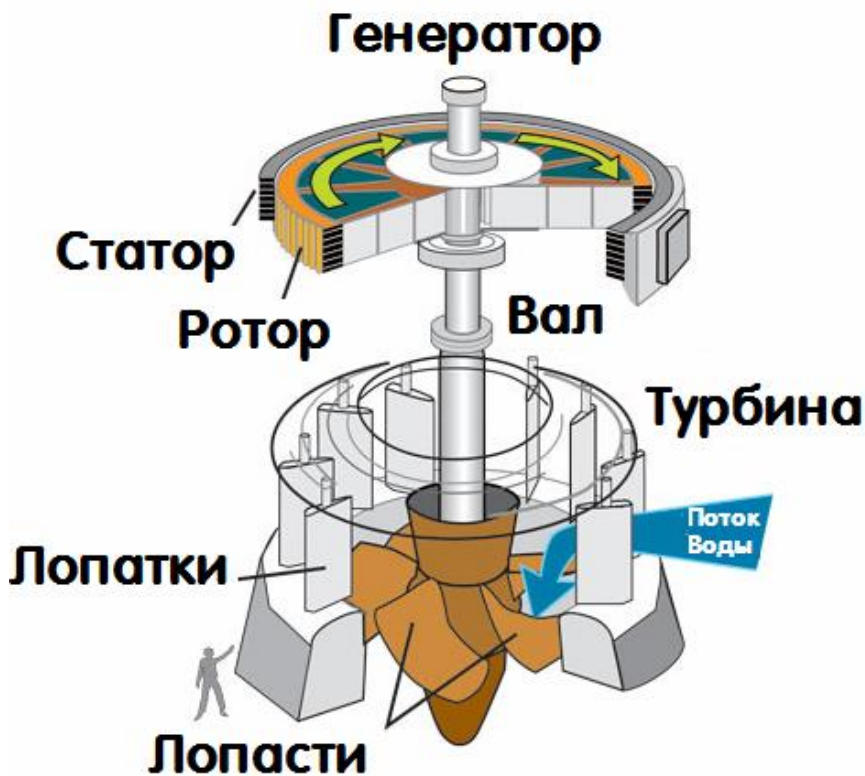


Рисунок 1.3.6 – Принцип работы ГЭС

В машинном зале гидроэлектростанции установлены гидроагрегаты, которые преобразуют энергию потока воды в энергию электрическую, а непосредственно в здании гидроэлектростанции располагаются все необходимые распределительные устройства, а также устройства управления и контроля работы ГЭС.

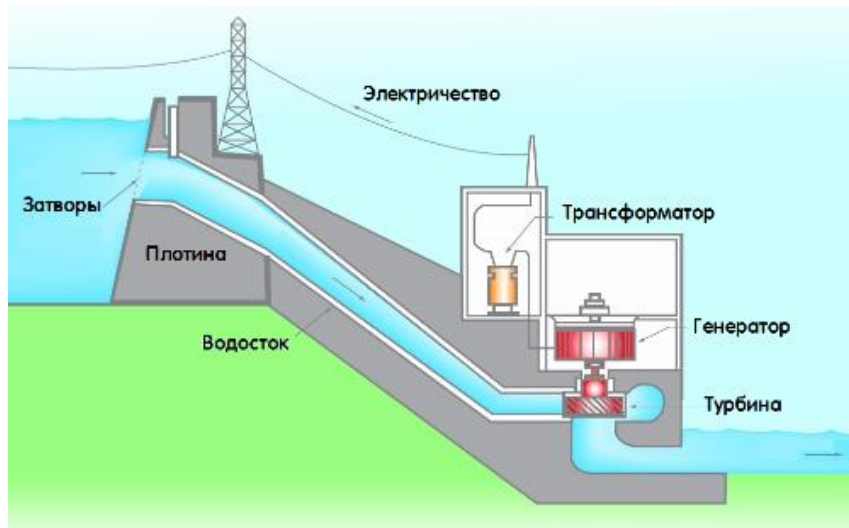


Рисунок 1.3.7 – Схема работы ГЭС

Для эффективнопроизводства электроэнергии на ГЭС необходимы два основных фактора: гарантированная обеспеченность водой круглый год и возможно большие уклоны реки, благоприятствуют гидростроительству каньоннообразные виды рельефа.

Гидроэлектрические станции разделяются в зависимости от *вырабатываемой мощности*:

- мощные — вырабатывают от 25 МВт и выше;
- средние — до 25 МВт;
- малые гидроэлектростанции — до 5 МВт.

Мощность ГЭС зависит от напора и расхода воды, а также от КПД используемых турбин и генераторов. Из-за того, что по природным законам уровень воды постоянно меняется, в зависимости от сезона, а также ещё по ряду причин, в качестве выражения мощности гидроэлектрической станции принято брать цикличную мощность. К примеру, различают годичный, месячный, недельный или суточный циклы работы гидроэлектростанции.

Гидроэлектростанции также делятся в зависимости от *максимального использования напора воды*:

- высоконапорные — более 60 м;
- средненапорные — от 25 м;
- низконапорные — от 3 до 25 м.

В зависимости от напора воды, в гидроэлектростанциях применяются различные виды турбин. Для высоконапорных — ковшовые и радиально-осевые турбины с металлическими спиральными камерами. На средненапорных ГЭС устанавливаются поворотные лопастные и радиально-осевые турбины, на низконапорных — поворотные лопастные турбины в железобетонных камерах.

Принцип работы всех видов турбин схож — поток воды поступает на лопасти турбины, которые начинают вращаться. Механическая энергия, таким образом, передаётся на гидрогенератор, который и вырабатывает электроэнергию. Турбины отличаются некоторыми техническими характеристиками, а также камерами — стальными или железобетонными, и рассчитаны на различный напор воды.

Гидроэлектрические станции также разделяются в зависимости от *принципа использования природных ресурсов*, и, соответственно, образующегося напора воды. Здесь можно выделить следующие ГЭС:

- **плотинные ГЭС.** Это наиболее распространённые виды гидроэлектрических станций. Напор воды в них создаётся посредством установки плотины, полностью перегораживающей реку, или поднимающей уровень воды в ней на необходимую отметку. Такие гидроэлектростанции строят на многоводных равнинных реках, а также на горных реках, в местах, где русло реки более узкое, сжатое.

- **приплотинные ГЭС.** Строятся при более высоких напорах воды. В этом случае река полностью перегораживается плотиной, а само здание ГЭС располагается за плотиной, в нижней её части. Вода, в этом случае, подводится к турбинам через специальные напорные тоннели, а не непосредственно, как в руловых ГЭС.

- **деривационные ГЭС.** Такие электростанции строят в тех местах, где велик уклон реки. Необходимый напор воды в ГЭС такого типа создаётся посредством деривации. Вода отводится из

речного русла через специальные водоотводы. Последние — спрямлены, и их уклон значительно меньший, нежели средний уклон реки. В итоге вода подводится непосредственно к зданию ГЭС. Деривационные ГЭС могут быть разного вида — безнапорные или с напорной деривацией. В случае с напорной деривацией, водовод прокладывается с большим продольным уклоном. В другом случае в начале деривации на реке создаётся более высокая плотина, и создаётся водохранилище — такая схема ещё называется смешанной деривацией, так как используются оба метода создания необходимого напора воды.

- **гидроаккумулирующие электростанции.** Такие ГАЭС способны аккумулировать вырабатываемую электроэнергию и пускать её в ход в моменты пиковых нагрузок. Принцип работы таких электростанций следующий: в определённые периоды (не пиковой нагрузки), агрегаты ГАЭС работают как насосы от внешних источников энергии и закачивают воду в специально оборудованные верхние бассейны. Когда возникает потребность, вода из них поступает в напорный трубопровод и приводит в действие турбины.

В состав гидроэлектрических станций, в зависимости от их назначения, также могут входить дополнительные сооружения, такие как шлюзыилисудоподъёмники, способствующие навигации по водоёму, рыбопропускные, водозаборные сооружения, используемые для ирригации, и многое другое.

Ценность гидроэлектрической станции состоит в том, что для производства электрической энергии они используют возобновляемые природные ресурсы. В виду того, что потребности в дополнительном топливе для ГЭС нет, конечная стоимость получаемой электроэнергии значительно ниже, чем при использовании других видов электростанций.

Преимущества ГЭС

1. Работа ГЭС не сопровождается выделением угарного газа и углекислоты, окислов азота и серы, пылевых загрязнителей и других вредных отходов, не загрязняет почву. Некоторое количество тепла, образующегося из-за трения движущихся частей турбины, передается протекающей воде, но это количество редко бывает большим.

2. Вода — возобновляемый источник энергии. По крайней мере до тех пор, пока ручьи и реки не пересохнут. Гидрологический цикл (круговорот воды в природе) пополняет источники потенциальной энергии за счет дождей, снегопадов и водостока.

3. Производительность ГЭС легко контролировать, изменяя скорость водяного потока (объем воды, подводимый к турбинам).

4. Водохранилища, сооружаемые для гидростанций, можно использовать в качестве зон отдыха, порой вокруг них складывается поистине захватывающий пейзаж.

5. Вода в искусственных водохранилищах, как правило, чистая, так как примеси осаждаются на дне. Эту воду можно использовать для питья, мытья, купания и ирригации.

Недостатки ГЭС

1. Большие водохранилища затопляют значительные участки земли, которые могли бы использоваться с другими целями. Целые города становились жертвами водохранилищ, что вызывало массовые переселения, недовольство и экономические трудности.

2. Разрушение или авария плотины большой ГЭС практически неминуемо вызывает катастрофическое наводнение ниже по течению реки.

3. Сооружение ГЭС неэффективно в равнинных районах.

4. Протяженная засуха снижает и может даже прервать производство электроэнергии. ГЭС.

5. Уровень воды в искусственных водохранилищах постоянно и резко меняется.

6. Плотина снижает уровень растворенного в воде кислорода, поскольку нормальное течение реки практически останавливается. Это может привести к гибели рыбы в искусственном водохранилище и поставить под угрозу растительную жизнь в самом водохранилище и вокруг него.

7. Плотина может нарушить нерестовый цикл рыбы. С этой проблемой можно бороться, сооружая рыбоходы и рыбоподъемники в плотине или перемещая рыбу в места нереста с

помощью ловушек и сетей. Однако это приводит к удорожанию строительства и эксплуатации ГЭС.

Атомная электростанция.

Атомная электростанция (АЭС) — это электростанция, на которой производство электроэнергии осуществляется с использованием внутренней энергии атома.

Принцип работы атомной электростанции вы видите на рисунке 1.3.8.

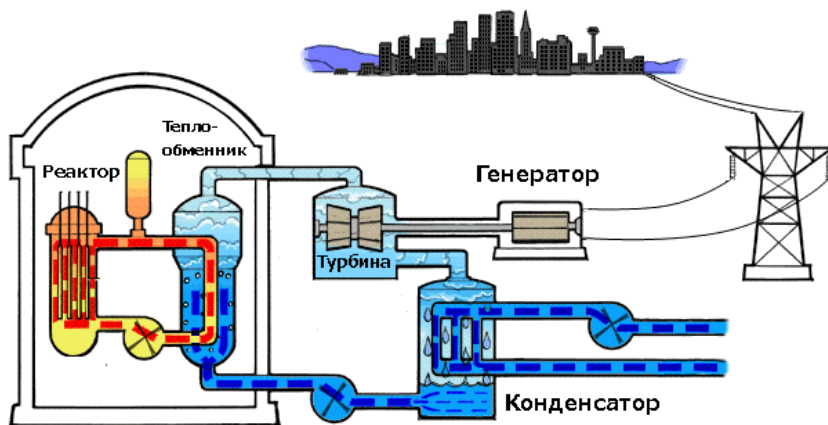


Рисунок 1.3.8 – Принцип работы АЭС

Наиболее важной классификацией для АЭС является их классификация по числу контуров. Различают АЭС *одноконтурные*, *двухконтурные* и *трехконтурные*. В любом случае на современных АЭС в качестве двигателя применяют паровые турбины.

В системе АЭС различают *теплоноситель* и *рабочее тело*. Рабочим телом, то есть средой, совершающей работу, с преобразованием тепловой энергии в механическую, является водяной пар. Требования к чистоте пара, поступающего на турбину, настолько высоки, что могут быть удовлетворены с экономически приемлемыми показателями только при конденсации всего пара и возврате конденсата в цикл. Поэтому контур рабочего тела для АЭС, как и для любой современной тепловой электростанции, всегда замкнут и добавочная вода поступает в него лишь в небольших

количества для восполнения утечек и некоторых других потерь конденсата.

Назначение теплоносителя на АЭС — отводить теплоту, выделяющуюся в реакторе. Для предотвращения отложений на тепловыделяющих элементах необходима высокая чистота теплоносителя. Поэтому для него также необходим замкнутый контур и в особенности потому, что теплоноситель реактора всегда радиоактивен. Резонансное рассеяние — это совсем другое. Это не неупругое рассеяние. Есть потенциальное рассеяние, есть резонансное рассеяние — это взаимодействие уже на волновом уровне нейтронов. Вот мы сейчас рассматриваем упругое рассеяние как классический процесс столкновения двух шаров

Если контуры теплоносителя и рабочего тела не разделены, АЭС называют *одноконтурной* (рис. 1.3.9а). В реакторе происходит парообразование, пар направляется в турбину, где производит работу, превращаемую в генераторе в электроэнергию.

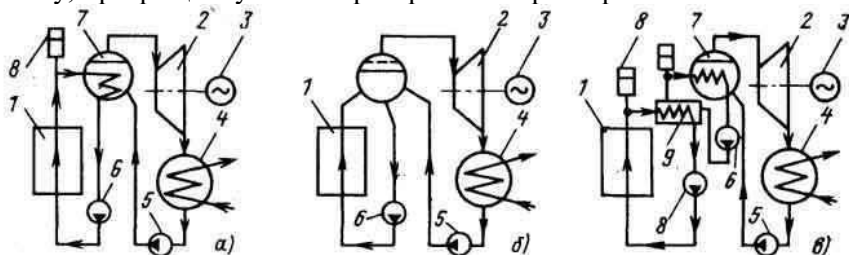


Рисунок 1.3.9 Классификация АЭС в зависимости от числа контуров:

a — одноконтурная; *б* — двухконтурная; *в* — трехконтурная; 1 — реактор; 2 — паровая турбина; 3 — электрический генератор; 4 — конденсатор; 5 — питательный насос; 6 — циркуляционный насос; 7 — компенсатор объема; 8 — парогенератор; 9 — промежуточный теплообменник

После конденсации всего пара в конденсаторе конденсатнасосом подается снова в реактор. Такие реакторы работают с принудительной циркуляцией теплоносителя, для чего устанавливают главный циркуляционный насос.

В одноконтурной схеме все оборудование работает в радиационных условиях, что осложняет его эксплуатацию. Большое преимущество таких схем — простота и большая экономичность.

Параметры пара перед турбиной и в реакторе отличаются лишь на значение потерь в паропроводах.

Если контуры теплоносителя и рабочего тела разделены, то АЭС называют *двухконтурной* (рис. 1.3.9 б). Соответственно контур теплоносителя называют *первым*, а контур рабочего тела — *вторым*. В такой схеме реактор охлаждается теплоносителем, прокачиваемым через него и парогенератор главным циркуляционным насосом. Образованный таким образом контур теплоносителя является радиоактивным, он включает в себя не все оборудование станции, а лишь его часть. В систему первого контура входит *компенсатор объема*, так как объем теплоносителя изменяется в зависимости от температуры.

Пар из парогенератора двухконтурной АЭС поступает в турбину, затем в конденсатор, а конденсат из него насосом возвращается в парогенератор. Образованный таким образом второй контур включает в себя оборудование, работающее в отсутствие радиации; это упрощает эксплуатацию станции. На двухконтурной АЭС обязателен *парогенератор* — *устройство*, разделяющее оба контура, поэтому оно в равной степени принадлежит как первому, так и второму. Передача теплоты через поверхность нагрева требует перепада температур между теплоносителем и кипящей водой в парогенераторе. Для водного теплоносителя это означает поддержание в первом контуре более высокого давления, чем давление пара, подаваемого на турбину. Стремление избежать закипания теплоносителя в активной зоне реактора приводит к необходимости иметь в первом контуре давление, существенно превышающее давление во втором контуре.

В качестве теплоносителя в схеме АЭС, показанной на рис. 1.3.9 б, могут быть использованы также и газы. Газовый теплоноситель прокачивается через реактор и парогенератор *газодувкой*, играющей ту же роль, что и главный циркуляционный насос, но в отличие от водного для газового теплоносителя давление в первом контуре может быть не только выше, но и ниже, чем во втором.

Каждый из описанных двух типов АЭС с водным теплоносителем имеет свои преимущества и недостатки, поэтому развиваются АЭС обоих типов. У них имеется ряд общих черт, к их

числу относится *работа турбин на насыщенном паре средних давлений*. Одноконтурные и двухконтурные АЭС с водным теплоносителем наиболее распространены, причем в мире в основном предпочтение отдается двухконтурным АЭС.

В процессе эксплуатации возможно возникновение неплотностей на отдельных участках парогенератора, особенно в местах соединения парогенераторных трубок с коллектором или за счет коррозионных повреждений самих трубок. Если давление в первом контуре выше, чем во втором, то может возникнуть перетечка теплоносителя, приводящая к радиоактивному загрязнению второго контура. В определенных пределах такая перетечка не нарушает нормальной эксплуатации АЭС, но существуют теплоносители, интенсивно взаимодействующие с паром и водой. Это может создать опасность выброса радиоактивных веществ в обслуживаемые помещения. Таким теплоносителем является, например, жидкий натрий. Поэтому создают дополнительный, *промежуточный* контур для того, чтобы даже в аварийных ситуациях можно было избежать контакта радиоактивного натрия с водой или водяным паром. Такую АЭС называют *трехконтурной* (рис. 1.3.9 в).

Радиоактивный жидкометаллический теплоноситель насосом прокачивается через реактор и промежуточный теплообменник, в котором отдает теплоту нерадиоактивному жидкометаллическому теплоносителю. Последний прокачивается через парогенератор по системе, образующей промежуточный контур. Давление в промежуточном контуре поддерживается более высоким, чем в первом. Поэтому перетечка радиоактивного натрия из первого контура в промежуточный невозможна. В связи с этим при возникновении неплотности между промежуточным и вторым контурами контакт воды или пара будет только с нерадиоактивным натрием. Система второго контура для трехконтурной схемы аналогична двухконтурной схеме. Трехконтурные АЭС наиболее дорогие из-за большого количества оборудования.

Кроме классификации атомных электростанций по числу контуров можно выделить отдельные типы АЭС в зависимости от:

– *типа реактора* — на тепловых или быстрых нейтронах;

– *параметров и типа паровых турбин*, например, АЭС с турбинами на насыщенном или перегретом паре;

– *параметров и типа теплоносителя* — с газовым теплоносителем, теплоносителем "вода под давлением", жидкометаллическим и др.;

– *конструктивных особенностей реактора*, например, с реакторами канального или корпусного типа, кипящим с естественной или принудительной циркуляцией и др.;

– *типа замедлителя реактора*, например, графитовым или тяжеловодным замедлителем, и др.

По виду отпускаемой энергии:

– Атомные электростанции (АЭС), предназначенные для выработки только электроэнергии

– Атомные теплоэлектростанции (АТЭС), вырабатывающие как электроэнергию, так и тепловую энергию

– Атомные станции теплоснабжения (АСТ), вырабатывающие только тепловую энергию

Преимущества АЭС

1. Отсутствие вредных выбросов;
2. Выбросы радиоактивных веществ в несколько раз меньше угольной эл. станции аналогичной мощности;
3. Небольшой объём используемого топлива, возможность после его переработки использовать многократно;
4. Высокая мощность: 1000—1600 МВт на энергоблок;
5. Низкая себестоимость энергии, особенно тепловой.

Недостатки АЭС

1. Облучённое топливо опасно, требует сложных и дорогих мер по переработке и хранению;
2. Нежелателен режим работы с переменной мощностью для реакторов, работающих на тепловых нейтронах;
3. При низкой вероятности инцидентов, последствия их крайне тяжелы;
4. Большие капитальные вложения, как удельные, на 1 МВт установленной мощности для блоков мощностью менее 700—800 МВт, так и общие, необходимые для постройки станции, её инфраструктуры, а также в случае возможной ликвидации

1.4 Нетрадиционные источники энергии

Нетрадиционные источники энергии делятся на возобновляемые (ВИЭ) и вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) рис. 1.4.1.



Рисунок 1.4.1 – Нетрадиционные источники энергии

К нетрадиционным возобновляемым источникам энергии относят: энергию солнца, ветра, воды (приливов, морских волн), геотермальную и водородную энергию, энергию биомассы.

Интерес к этим источникам энергии постоянно возрастает, поскольку во многих отношениях они неограниченны, экономически выгодны, оказывают на природную среду щадящее воздействие.

Предпосылками необходимости найти нетрадиционные источники энергии, чистые, безопасные, дешевые, стали углубляющийся энергетический кризис, ухудшение экологической ситуации, вызванное, в том числе, и потреблением традиционных источников энергии.

Республика Беларусь

Республика Беларусь относится к категории стран, которые не обладают значительными собственными топливно-энергетическими ресурсами, в связи с этим в Беларуси большое значение уделяется вопросам энергетической безопасности. С учетом растущего мирового дефицита и постоянного удорожания традиционных энергоносителей в 2010 году возникла острая необходимость их замещения местными и возобновляемыми видами топливно-энергетических ресурсов. Основопологающим нормативным правовым актом, который определил развитие возобновляемой энергетики, стал Закон Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. № 204-З «О возобновляемых источниках энергии».

По состоянию на 1 января 2019 г. организациями Министерства энергетики эксплуатируются 25 ГЭС установленной мощностью 88,26 МВт, одна ветроэнергетическая станция установленной мощностью 9 МВт (6 ветрогенераторов по 1,5 МВт каждый)».

Таблица 1.4.1 – Развитие ВИЭ в Республике Беларусь

ВИЭ, подключенные к электросетям энергоснабжающих организаций ГПО "Белэнерго"	Установленная мощность, МВт			ИЗМЕНЕНИЕ (рост, падение) 2018/2017	
	по итогам года			МВт	%
	2016	2017	2018		
Всего	151,3	266,0	293,2	26,8	110,0
солнце	50,9	152,6	154,3	1,7	101,1
ветер	62,0	73,8	92,1	18,3	124,8
вода	7,3	7,5	7,0	0	100,0
древесное топливо	2,9	2,9	2,9	0	100,0
биогаз	24,4	25,9	30,3	4,4	116,9
биомасса	3,7	3,4	6,0	2,6	176,5

ВИЭ, подключенные к электросетям энергоснабжающих организаций ГПО "Белэнерго"	Выработка электроэнергии, всего, млн кВтч			ИЗМЕНЕНИЕ (рост, падение) 2018/2017	
	по итогам года			млн кВтч	%
	2016	2017	2018		
Всего	234,0	371,0	435,8	64,9	117,5
солнце	30,2	131,0	176,9	45,9	135,0
ветер	62,9	87,5	98,9	11,4	113,0
вода	27,0	28,7	24,9	-1,8	93,3
древесное топливо	4,6	5,3	6,4	1,1	120,8
биогаз	106,3	115,7	119,9	4,2	103,6
биомасса	2,9	2,8	6,7	3,9	239,3
ВИЭ, подключенные к электросетям энергоснабжающих организаций ГПО "Белэнерго"	Поставка электроэнергии в сеть РУП-облэнерго, млн кВтч			ИЗМЕНЕНИЕ (рост, падение) 2018/2017	
	по итогам года			млн кВтч	%
	2016	2017	2018		
Всего	225,7	360,5	422,5	62	117,2
солнце	30,1	130,7	176,5	45,8	135,0
ветер	62,7	85,8	96,5	10,7	112,5
вода	26,5	28,2	24,6	-1,6	93,8
древесное топливо	3,8	4,1	5,1	1,0	124,4
биогаз	100,5	109,9	113,9	4,0	103,6
биомасса	2,1	1,9	3,8	1,9	200,0

Суммарная электрическая мощность всех установок, использующих ВИЭ и подключенных к государственным энергетическим сетям составила 386,8 МВт.

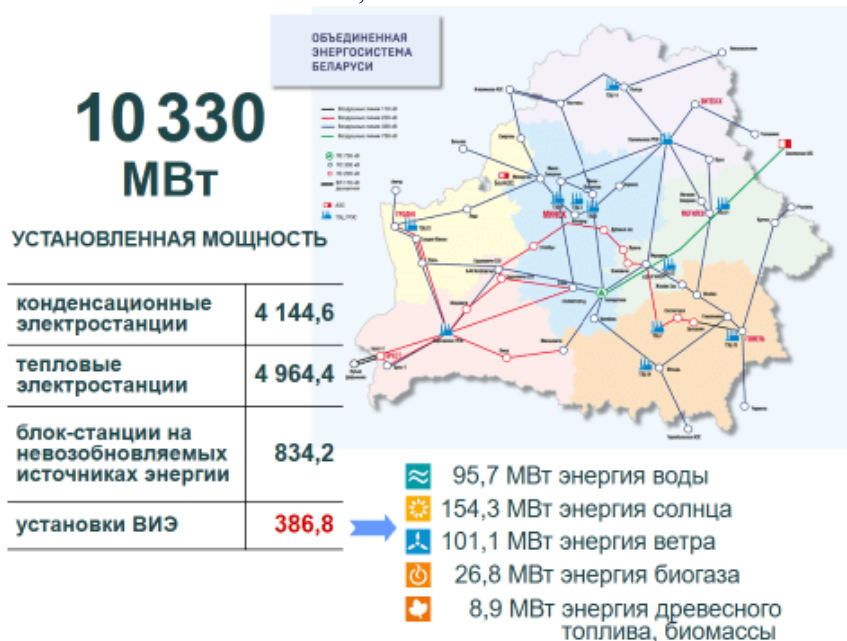


Рисунок 1.4.1 – Размещение объектов ВИЭ в РБ

С учетом применения повышающих и стимулирующих коэффициентов средневзвешенная цена покупки 1 кВт·ч по ВИЭ в настоящее время более, чем в 5 раз выше затрат для его производства на энергоисточниках ГПО «Белэнерго».

Высокие темпы развития ВИЭ могут привести:

- к вытеснению из энергетического баланса электрических мощностей ТЭЦ, которые одновременно в комбинированном режиме осуществляют производство электрической и тепловой энергии;
- необходимости ограничения базового режима работы атомной электростанции в межтопительный период;
- замещению дешевой электроэнергетики от электростанций ГПО «Белэнерго» на дорогую от возобновляемых

источников энергии и, как следствие, – к увеличению тарифов на электроэнергию для потребителей реального сектора экономики.

Анализ современных тенденций развития ВИЭ в ведущих европейских странах показывает, что государства, заинтересованные в широкомасштабном развитии возобновляемой энергетики, создают и постоянно совершенствуют комплекс государственных стимулирующих мер, направленных на развитие ВИЭ, учитывающий экономические интересы страны. Согласно отчетам различных международных энергетических агентств, наблюдается планомерная тенденция снижения стоимости покупки электроэнергии от установок ВИЭ, что связано с развитием технологий и материалов в сфере возобновляемых источников энергии. К 2020 году в рамках заключенных инвестиционных договоров, распределяемых квот, намерений собственников осуществить строительство установок ВИЭ исключительно для энергообеспечения собственной хозяйственной деятельности планируется увеличение их мощности до 790 МВт, или более чем в 5 раз по отношению к 2016 году. При этом должны быть учтены интересы как производителей, так и потребителей возобновляемой энергии — она должна стать доступной для всех.

Российская Федерация

Развитие возобновляемых источников энергии является одной из ключевых целей развития электроэнергетической отрасли в России, выполнение которой позволит повысить энергетическую безопасность страны. На достижение поставленных целей направлены меры поддержки развития возобновляемых источников энергии, включая меры поддержки на оптовом рынке электроэнергии и мощности.

Основной сложностью развития ВИЭ, которая является одной из главных причин их столь малой доли развития в России в общем объеме генерируемой мощности электроэнергии в стране, являются имеющиеся запасы различных видов энергии на обозримый период времени и существующая тенденция по централизованной доставке тепла, электроэнергии и топлива. В связи с этим развитие ВИЭ в России в первую очередь предполагается в распределенных энергосистемах, в которых допустимы незначительные потери и в сетях электроэнергии.

Кроме того, заметим, что все виды ВИЭ максимально конкурентны при существовании децентрализованного электроснабжения и при недоступности централизованного газа, что имеет место на территории Дальнего Востока, Крайнего Севера и Восточной Сибири, где расположены большие по площади, но малонаселенные территории. Эти территории и определяют планируемые и перспективные объемы развития и использования ВИЭ в России. Например, на Дальнем Востоке объем потребления (по данным ПАО РАО ЕЭС Востока) составит к 2030 г. 360 МВт, и 1ГВт по стране в целом.

В существующем законодательстве Российской Федерации предусмотрена поддержка развития возобновляемых источников энергии, которая представлена в Федеральном законе от 26.03.2003 № 35-ФЗ, государственной программе от 15.04.2014 № 321, постановлениях Правительства Российской Федерации от 28.05.2013 № 449; от 3.06.2008 № 426; от 23.01.2015 № 47, распоряжении Правительства Российской Федерации от 08.01.2009 № 1-р. Как следует из перечисленных подзаконных актов, поддержка развития возобновляемых источников электроэнергии и мощности²² в России осуществляется: на оптовом рынке посредством ДПМ ВИЭ (договоров о предоставлении мощности ВИЭ); на розничном рынке по обязательствам электросетевых предприятий покупать.



Рисунок 1.4. 2 –Размещение объектов ВИЭ в РФ

Преимущества и недостатки использования различных возобновляемых источников энергии

Энергия солнца. Солнечная энергетика - активно развивающееся направление в энергоснабжении частных и общественных зданий.

Преимущества солнечной энергии

1. Возобновляемость. Говоря о солнечной энергии, в первую очередь, необходимо упомянуть, что это - возобновляемый источник энергии, в отличие от ископаемых видов топлива - угля, нефти, газа, которые не восстанавливаются. По данным NASA еще порядка 6.5 млрд. лет жителям Земли не о чем беспокоиться - приблизительно столько Солнце будет согревать нашу планету своими лучами до тех пор, пока не взорвется.

2. Обильность. Потенциал солнечной энергии огромен - поверхность Земли облучается 120 тыс. тераваттами солнечного света, а это в 20 тыс. раз превышает общемировую потребность в ней.

3. Постоянство. Кроме того, солярная энергия неисчерпаема и постоянна - ее нельзя перерасходовать в процессе удовлетворения нужд человечества в энергоносителях, так что ее хватит в избытке и на долю будущих поколений.

4. Доступность. Помимо прочих достоинств солнечной энергии, она доступна в каждой точке мира - не только в экваториальной зоне Земли, но и в северных широтах. Скажем, Германия на данный момент занимает первое место в мире по использованию энергии солнца и обладает максимальным ее потенциалом.

5. Экологическая чистота. В свете последних тенденций в борьбе за экологическую чистоту Земли, солнечная энергетика - это наиболее перспективная отрасль, которая частично заменяет энергию, получаемую от невозобновляемых топливных ресурсов и, тем самым, выступает принципиальным шагом на пути защиты климата от глобального потепления. Производство, транспортировка, монтаж и использование солнечных электростанций практически не сопровождается вредными выбросами в атмосферу. Даже если они и присутствуют в незначительной мере, то по сравнению с традиционными

источниками энергии - это почти что нулевое воздействие на окружающую среду.

6. Бесшумность. За счет того, что в системах на солнечном ресурсе нет никаких движущихся узлов, как, например, в генераторах, выработка электроэнергии происходит бесшумно.

7. Экономичность, низкие эксплуатационные расходы. Перейдя на солнечные батареи в качестве автономного источника энергии, собственники частных домов получают ощутимую экономию. Немаловажно и то, что обслуживание систем энергоснабжения на солнечных батареях характеризуется низкими затратами - необходимо лишь несколько раз в год подвергать чистке солнечные элементы, а гарантия производителя на них, как правило, составляет 20-25 лет.

8. Обширная область применения. Солнечная энергия обладает широким спектром приложений - это и выработка электроэнергии в регионах, где отсутствует подключение к централизованной системе электроснабжения, и опреснение воды в Африке, и даже снабжение энергией спутников на околоземной орбите. Не напрасно солярную энергию последнее время называют "народной" - это название отражает простоту ее интегрирования в систему электроснабжения дома, как в случае с фотоэлектрическими, так и с тепловыми элементами.

9. Инновационные технологии. С каждым годом технологии в сфере производства солнечных батарей становятся все более совершенными - тонкопленочные модули вводятся непосредственно в строительные материалы еще на этапе возведения сооружений. Японский концерн Sharp - лидер в производстве солнечных панелей, недавно внедрил инновационную систему прозрачных накопительных элементов для оконного остекления. Современные достижения в области нанотехнологий и квантовой физики позволяют говорить о возможном увеличении мощности солнечных панелей в 3 раза.

Недостатки солнечных источников энергии

1. Высокая стоимость. Бытует мнение, что солнечная энергия относится к разряду дорогостоящего ресурса - это, пожалуй, самый спорный вопрос из всех положительных и отрицательных аспектов ее использования. За счет того, что обустройство дома солнечными

накопительными элементами обходится в немалую сумму на начальном этапе, многие государства (но пока не Россия) поощряют использование данного экологически чистого источника энергии путем выдачи кредитов и оформления договоров о лизинге.

2. Непостоянство. За счет того, что солнечный свет отсутствует в ночное время, а также в пасмурные и дождливые дни, солнечная энергия не может служить основным источником электроэнергии. Но, по сравнению с ветрогенераторами, это, все-таки, более стабильный вариант.

3. Высокая стоимость аккумулирования энергии. Аккумуляторные батареи, позволяющие накапливать энергию и сглаживать, в какой-то мере, нестабильность поступления солнечной энергии, отличает высокая цена, доступная не каждому домовладельцу. Упрощает ситуацию тот факт, что пик потребления электроэнергии приходится как раз на светлое время суток.

4. Незначительное загрязнение окружающей среды. Несмотря на то, что по сравнению с производством и переработкой других видов энергоресурсов солнечная энергия наиболее дружелюбна к природной среде, некоторые технологические процессы изготовления солнечных панелей сопровождаются выбросом парниковых газов, трифторида азота и гексафторида серы.

5. Применение дорогостоящих и редких компонентов. Выпуск тонкопленочных солнечных панелей требует введения теллурида кадмия (CdTe) или селенида меди индия галлия (CIGS), которые являются редкими и дорогостоящими - это влечет за собой удорожание системы альтернативного энергоснабжения в целом.

6. Малая плотность мощности. Одним из важных параметров источника электроэнергии выступает средняя плотность мощности, измеряемая в Вт/м² и характеризующая количество энергии, которое можно получить с единицы площади энергоносителя. Данный показатель для солнечного излучения составляет 170 Вт/м² - это больше, чем у прочих возобновляемых природных ресурсов, но ниже, чем у нефти, газа, угля и в атомной энергетике. По этой причине, для выработки 1 кВт электроэнергии из солнечного тепла требуется значительная площадь солнечных панелей.

Энергия ветра. Энергия ветра— это кинетическая энергия движущегося воздуха. Ветер, обладающий энергией, появляется из-за неравномерного нагрева атмосферы солнцем, неровностей поверхности земли и вращения Земли.

Преимущества ветроэнергетики-

1. Экологически чистый вид энергии: Создание электроэнергии с поддержкою "ветряков" не сопровождается выбросами CO₂ и каких-либо иных газов.

2. Эргономика: Ветровые электростанции занимают совсем немного места и просто вписываются в хоть какой ландшафт, а также непревзойденно смешиваются с иными видами хозяйственного применения территорий.

3. Возобновляемая энергия: Энергия ветра, в отличие от ископаемого горючего, неистощима.

4. Ветровая энергетика - лучшее решение для труднодоступных мест: Для удалённых мест установка ветровых электрогенераторов может быть лучшим и более дешёвым решением.

Недостатки ветроэнергетики

1. Непостоянность: Непостоянность содержится в негарантированности получения нужного количества электроэнергии. На неких участках суши силы ветра может оказаться недостаточно для выработки нужного количества электроэнергии.

2. Условно низкий выход электроэнергии: Ветровые генераторы веско уступают в выработке электроэнергии дизельным генераторам, что приводит к необходимости установки сходу нескольких турбин. Не считая того, ветровые турбины неэффективны при пиковых отягощениях.

3. Высокая стоимость: Стоимость установки, производящей 1 гига-ватт электроэнергии, около 1 млн. у.е.

4. Опасность для живой природы: Вертящиеся лопасти турбины представляют потенциальную опасность для неких видов живых организмов. По статистике, лопасти каждой установленной турбины являются предпосылкой гибели не менее 4 особей птиц в год.

5. Шумовое загрязнение: Шум, производимый "ветряками", может причинять беспокойство, как животным, так и людям, живущим вблизи.

Энергия воды. Гидроэнергетика — область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию.

Преимущества гидроэнергетики.

1. Работа ГЭС не сопровождается выделением угарного газа и углекислоты, окислов азота и серы, пылевых загрязнителей и других вредных отходов, не загрязняет почву. Некоторое количество тепла, образующегося из-за трения движущихся частей турбины, передается протекающей воде, но это количество редко бывает большим.

2. Вода — возобновляемый источник энергии. По крайней мере до тех пор, пока ручьи и реки не пересохнут. Гидрологический цикл (круговорот воды в природе) пополняет источники потенциальной энергии за счет дождей, снегопадов и водостока.

3. Производительность ГЭС легко контролировать, изменяя скорость водяного потока (объем воды, подводимый к турбинам).

4. Водохранилища, сооружаемые для гидростанций, можно использовать в качестве зон отдыха, порой вокруг них складывается поистине захватывающий пейзаж.

5. Вода в искусственных водохранилищах, как правило, чистая, так как примеси осаждаются на дне. Эту воду можно использовать для питья, мытья, купания и ирригации.

Недостатки гидроэнергетики.

1. Большие водохранилища затопляют значительные участки земли, которые могли бы использоваться с другими целями. Целые города становились жертвами водохранилищ, что вызывало массовые переселения, недовольство и экономические трудности.

2. Разрушение или авария плотины большой ГЭС практически неминуемо вызывает катастрофическое наводнение ниже по течению реки.

3. Сооружение ГЭС неэффективно в равнинных районах.

4. Протяженная засуха снижает и может даже прервать производство электроэнергии ГЭС.

5. Уровень воды в искусственных водохранилищах постоянно и резко меняется. На их берегах строить загородные дома не стоит!

6. Плотина снижает уровень растворенного в воде кислорода, поскольку нормальное течение реки практически останавливается. Это может привести к гибели рыбы в искусственном водохранилище и поставить под угрозу растительную жизнь в самом водохранилище и вокруг него.

7. Плотина может нарушить нерестовый цикл рыбы. С этой проблемой можно бороться, сооружая рыбоходы и рыбоподъемники в плотине или перемещая рыбу в места нереста с помощью ловушек и сетей. Однако это приводит к удорожанию строительства и эксплуатации ГЭС.

Энергия биомассы. Биомасса – это вещества растительного или животного происхождения, которые можно использовать в качестве источника энергии. Биомасса может быть преобразована в пригодные для использования источники энергии, такие как метан или какое-либо биотопливо, например, биоэтанол или биодизель.

Преимущества электростанций на биомассе

1. Биомасса — возобновляемый источник энергии.

2. При ответственной переработке биомассы в энергию двуокись углерода (CO_2) не загрязняет атмосферу, поскольку новые растения в процессе роста поглощают всю двуокись углерода, выделяющуюся во время сжигания топлива.

3. При использовании топлива, полученного из биомассы, выделяется незначительное количество загрязняющих атмосферу окислов серы (SO) даже в случае прямого сжигания этого топлива. В целом выделение окислов серы при использовании биотоплива любого вида ниже, чем при использовании традиционного природного топлива (угля, нефти, газа).

4. Крупные электростанции на биотопливе способны работать непрерывно, в отличие от солнечных и ветряных электростанций, которые зависят от солнца и ветра соответственно.

5. Метан можно производить на небольших компостных установках. Для его получения не обязательно использовать исключительно централизованные источники. Это способствует обеспечению энергобезопасности, так как позволяет рассредоточить энергетические ресурсы, что снижает риски от природных катастроф и воздействия человеческого фактора.

6. Некоторые растения —источники древесной биомассы (прутьевидное просо — сорго, в частности) способствуют снижению эрозии и формируют пригодную для обитания диких животных среду.

Недостатки электростанций на биомассе

1. Сжигание биомассы все же приводит к выбросу некоторого количества различных (в зависимости от типа используемой биомассы) загрязняющих атмосферу веществ. Наиболее распространены окислы азота (NO). При прямом сжигании древесины может выделяться значительное количество окислов углерода и пыли (дисперсных частиц).

2. Бесконтрольная заготовка топлива из биомассы для электростанций наносит вред природе.

3. Транспортировка биомассы к компостным заводам или топкам сопровождается потреблением энергии — обычно в форме природного топлива для грузовиков и поездов.

4. Производство биогаза путем компостирования может сопровождаться неприятными запахами. Существуют также опасения, что без должного контроля этот процесс может привести к размножению и распространению болезнетворных микроорганизмов

5. Контейнеры, в которых хранится биогаз, требуют регулярных проверок и сертификации, проводимой квалифицированным и лицензированным персоналом. Это может быть неудобно и затратно, но является строжайшим условием

эксплуатации таких контейнеров, обеспечивающим безопасность людей, живущих и работающих рядом с хранилищами биогаза.

1.5 Тепловой насос

Тепловой насос — это современный и высокотехнологичный прибор для отопления и кондиционирования воздуха. Тепловой насос собирает тепло с улицы или из земли и направляет в дом. Принцип работы теплового насоса основан на всеизвестном цикле Карно.

Тепловые насосы являются лучшим выбором, когда речь заходит об объединении экономии топлива и экологически чистого способа производства тепла. Потому что энергия, которая используется тепловым насосом для отопления, обеспечивается окружающей средой в неограниченном количестве и бесплатно.

Полноценная система отопления требует лишь небольшого количества электроэнергии для обеспечения работы контроллера и компрессора, чтобы использовать энергию окружающей среды. Тепловой насос работает не нуждается в использовании ископаемых видов топлива и активно способствует сокращению выбросов и защите климата. Тепловые насосы используют возобновляемую энергию недр земли, солнца, грунтовых вод или воздуха. В каждом случае они уменьшают использование ископаемых видов топлива, экономя ценные ресурсы планеты, и уменьшая выбросы CO_2 , которые вредны для климата Земли.

Существуют следующие типы тепловых насосов:

- тепловой насос грунт-вода (или рассол-вода, использование грунтового зонда);
- тепловой насос вода-вода (открытая система, использование водяной скважины);
- тепловой насос вода-воздух (использование зондов или скважины + воздушная система отопления);
- тепловой насос воздух-воздух.

Внутренний контур тепловых насосов состоит из следующих компонентов:

- конденсатор;
- капилляр;
- испаритель;
- компрессор, работающий от электрической сети.



Рисунок 1.5.1 – Принцип работы теплового насоса

Помимо этого, во внутреннем контуре теплового насоса есть:

- терморегулятор, который управляет устройством;
- хладагент, циркулирующий в системе газ с определёнными физическими свойствами и характеристиками.

Хладагент под высоким давлением через капиллярное отверстие попадает в испаритель, где за счёт резкого уменьшения давления происходит процесс испарения. При этом хладагент отбирает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель в свою очередь отнимает тепло у земляного или водяного контура, за счёт чего он постоянно охлаждается. Компрессор вбирает хладагент из испарителя, сжимает его, за счёт чего температура хладагента резко повышается и выталкивает в конденсатор. Кроме этого, в конденсаторе, нагретый в результате сжатия хладагент отдает тепло (температура порядка 85-125 градусов Цельсия) отопительному контуру и переходит в жидкое состояние. Процесс повторяется постоянно. Когда температура в доме достигает необходимого уровня, электрическая цепь разрывается терморегулятором и тепловой насос перестает работать. Когда температура в отопительном контуре падает, терморегулятор вновь запускает тепловой насос. Таким образом хладагент в тепловом насосе совершает обратный цикл Карно.

Тепловые насосы перекачивают рассеянную тепловую энергию земли, воды или даже воздуха в относительно

высокопотенциальное тепло для отопления объекта. Примерно 75% отопительной энергии можно собрать бесплатно из природы: грунта, воды, воздуха и только 25% энергии необходимо затратить для работы самого теплового насоса. Другими словами, владельцы тепловых насосов экономят 3/4 средств, которые он бы регулярно тратил на дизтопливо, газ или электроэнергию для традиционного отопления. Попросту говоря, тепловой насос с помощью теплообменников собирает тепловую энергию из земли (воды, воздуха) и «переносит» ее в помещение.

Тепловые насосы способны не только отапливать помещения, но и обеспечивать горячее водоснабжение, а также осуществлять кондиционирование воздуха. Но при этом в тепловых насосах должен быть реверсивный клапан, именно он позволяет тепловому насосу работать в обратном режиме.

Достоинства тепловых насосов

Экономичность. Тепловой насос использует введенную в него энергию на голову эффективнее любых котлов, сжигающих топливо. Величина КПД у него много больше единицы. Между собой тепловые насосы сравнивают по особой величине - коэффициенту преобразования тепла (Кпт), среди других его названий встречаются коэффициенты трансформации тепла, мощности, преобразования температур. Он показывает отношение получаемого тепла к затраченной энергии. К примеру, $K_{пт} = 4,5$ означает, что, подведя к машине 1 кВт, на выходе мы получим 4,5 кВт тепловой мощности, то есть 3,5 кВт природа предлагает нам безвозмездно;

Повсеместность применения. Источник рассеянного тепла можно обнаружить в любом уголке планеты. Земля и воздух найдутся и на самом заброшенном участке, вдали от газовых магистралей и линий электропередач - везде этот агрегат раздобудет для себя "топливо", чтобы бесперебойно отапливать ваш дом, не завися от капризов погоды, поставщиков дизельного топлива или падения давления газа в сети. Даже отсутствие нужных 2-3 кВт электрической мощности не помеха. Для привода компрессора в некоторых моделях используют дизельные или бензиновые двигатели;

Экологичность. Тепловой насос не только экономит деньги, но и сбережет здоровье обитателям дома и их наследникам. Агрегат

не сжигает топливо, значит, не образуются вредные окислы типа CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂. Потому вокруг дома на почве нет следов серной, азотистой, фосфорной кислот и бензолных соединений. Да и для планеты применение тепловых насосов - благо. Ведь по большому счету на ТЭЦ сокращается расход топлива на производство электричества. Применяемые же в тепловых насосах фреоны не содержат хлоруглеродов и озонобезопасны;

Универсальность. Тепловые насосы обладают свойством обратимости (реверсивности). Он "умеет" отбирать тепло из воздуха дома, охлаждая его. Летом избыточную энергию иногда отводят на подогрев бассейна;

Безопасность. Эти агрегаты практически взрыво- и пожаробезопасны. Нет топлива, нет открытого огня, опасных газов или смесей. Ни одна деталь не нагревается до температур, способных вызвать воспламенение горючих материалов. Остановки агрегата не приводят к его поломкам или замерзанию жидкостей. В сущности, тепловой насос опасен не более чем любой бытовой прибор.

При применении тепловых насосов необходимо помнить, что для всех типов тепловых насосов характерен *ряд особенностей*:

Во-первых, тепловой насос оправдывает себя только в хорошо утепленном здании, то есть с теплопотерями не более 100 Вт/м². Чем теплее дом, тем больше выгода. Как вы понимаете, отапливать улицу, собирая на ней же крохи тепла, - занятие глупое;

Во-вторых, чем больше разница температур теплоносителей во входном и выходном контурах, тем меньше коэффициент преобразования тепла (Кпг), то есть меньше экономия электроэнергии. Поэтому более выгодно подключение агрегата к низкотемпературным системам отопления. Прежде всего, имеется в виду обогрев от водяных полов или теплым воздухом, так как в этих случаях теплоноситель по медицинским требованиям не должен быть горячее 35°C.

1.6 Вторичные энергетические ресурсы

Вторичные энергетические ресурсы – энергия побочных и промежуточных продуктов, отходов производства (потерь), получаемых в технологических агрегатах и установках, технологических процессах, функциональное назначение которых не связано с ее производством, не используемая в самих агрегатах, установках, процессах;

Классификация вторичных энергоресурсов

При употреблении энергии и материалов в технологических процессах, на вспомогательные нужды или в сфере услуг потенциал энергоносителей используется не полностью. Та часть энергии, которая прямо или косвенно не используется как полезная для выпуска готовой продукции или услуг, называется энергетическими отходами. Общие энергетические отходы равны разности между энергией, поступающей в технологический аппарат, и полезно используемой энергией.

Общие энергетические отходы разделяют на три вида:

– неизбежные потери в технологическом агрегате или установке;

– энергетические отходы внутреннего использования, которые возвращаются обратно в технологический агрегат (установку) за счет регенерации или рециркуляции и в результате этого сокращают количество подведенной первичной энергии при неизменной величине поступления энергии в технологический агрегат;

– энергетические отходы внешнего использования, представляющие собой вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).

Энергетический потенциал отходов продукции, побочных и промежуточных отходов, образующихся в технологических установках (системах), который не используется в самой установке, но может быть частично или полностью использован для энергоснабжения других установок.

Технологический агрегат или установка, являющаяся источником отходов энергии, которую можно использовать как полезную, называется агрегатом-источником или установкой – источником ВЭР.

Выработка энергоносителей (водяного пара, горячей или охлажденной воды, электроэнергии, механической работы) за счет снижения энергетического потенциала носителя ВЭР осуществляется в утилизационной установке.

Энергетический потенциал отходов и продукции классифицируется по запасу энергии в виде химически связанной теплоты (горючие ВЭР), физической теплоты (тепловые ВЭР), потенциальной энергии избыточного давления (ВЭР избыточного давления). Потенциал горючих ВЭР характеризуется низшей теплотой сгорания Q_n , тепловых – перепадом энтальпий h , избыточного давления – работой изоэнтропного расширения L . Во всех случаях единицей измерения энергетического потенциала является кДж/кг, или кДж/м³.

ВЭР могут применяться по следующим направлениям:

- топливному – с использованием не пригодных к дальнейшей переработке горючих отходов в качестве топлива;
- тепловому (холодильному) – с использованием теплоты отходящих газов печей и котлов, теплоты основной, промежуточной и побочной продукции, отработанной теплоты горячей воды, пара и воздуха и ВЭР избыточного давления;
- силовому – с использованием механической и электрической энергии, вырабатываемой за счет ВЭР;
- комбинированному – для производства теплоты (холода), электрической или механической энергии.

Тепловые ВЭР

К тепловым ВЭР относится физическая теплота отходящих газов котельных установок и промышленных печей, основной или промежуточной продукции, других отходов основного производства, а также теплота рабочих тел, пара и горячей воды, отработавших в технологических и энергетических агрегатах. Для утилизации тепловых ВЭР используют теплообменники, котлы-утилизаторы или тепловые агенты. Рекуперация теплоты отработанных технологических потоков в теплообменниках может проходить через разделяющую их поверхность или при непосредственном контакте.

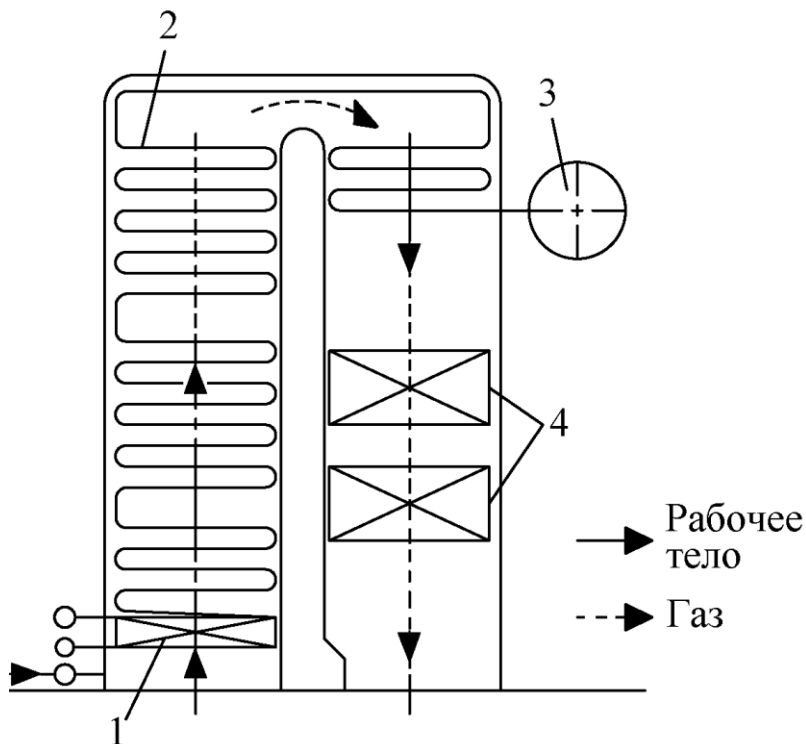


Рисунок 1.6.1 - Схема котла утилизатора: 1 – пароперегреватель, 2 – испарительные пакеты, 3 – барабан-сепаратор, 4 – экономайзер
ВЭР избыточного давления

ВЭР избыточного давления могут быть использованы для производства механической работы, теплоты или холода. Для примера рассмотрим использование ВЭР избыточного давления в системах распределения природного газа. В магистральных трубопроводах газ транспортируется под давлением 4,5–6,5 МПа. Затем на газораспределительных станциях (ГРС) давление снижается до 1,2 МПа. У конечных потребителей на газоредуцирующих пунктах (ГРП) давление уменьшается до более низких значений, соответствующих технологическим требованиям. В обоих случаях снижение давления происходит без совершения работы, т.е. имеют место непроизводительные потери энергии. Эту энергию можно

использовать для производства электричества, установив газотурбинную расширительную станцию (ГТРС), а ГРП использовать как резервную систему. Схема ГТРС, которая может быть использована в системах газоснабжения ТЭЦ. Для предотвращения выпадения конденсата на лопатках турбины газ перед подачей в турбину подогревается.

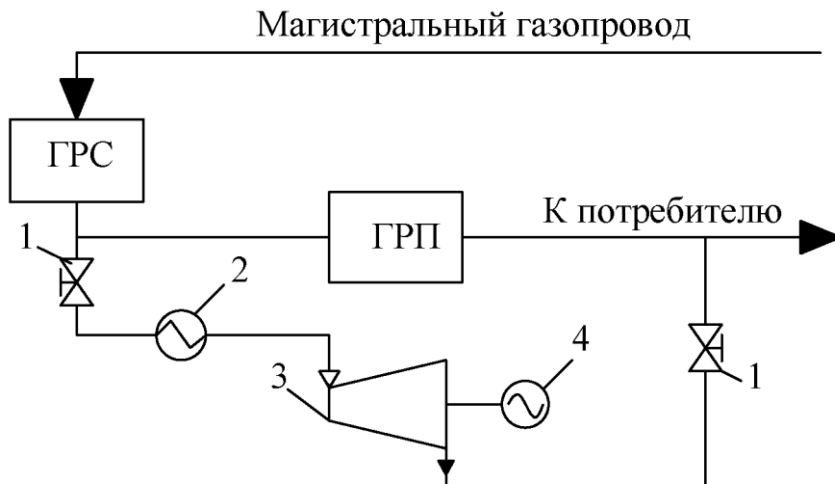


Рисунок 1.6.2 - Утилизация энергии избыточного давления в системе распределения природного газа: 1 – клапан; 2 – подогреватель; 3 – турбина; 4 – электрогенератор

Когенерационная энергетика на основе НВИЭ

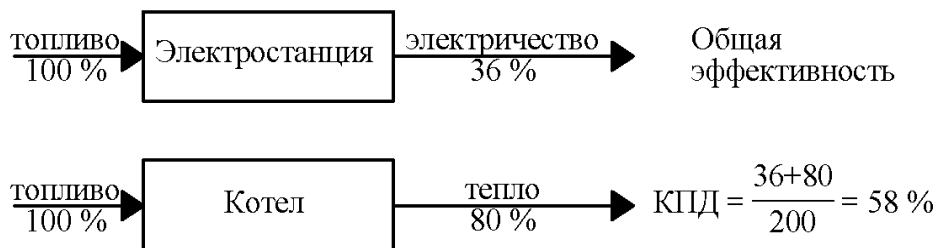
Когенерацией называют способ производства энергии, при котором из одного первичного источника (топлива) на выходе энергоустановки получают два или несколько видов полезной энергии (в большей части когенерационных систем, применяемых в настоящее время, осуществляется совместное производство тепла и электричества).

Главным преимуществом технологии когенерации является эффективность топливоиспользования, недостижимая при раздельном производстве тепловой и электрической энергии. КПД электростанций составляет от 30 до 50 % (остальная часть энергии первичного топлива теряется в виде неиспользуемого тепла). КПД

котельной в среднем составляет около 80 %. Таким образом, полный КПД системы с отдельным производством тепла и электричества находится в пределах 55–65 %. При этом для когенерационных установок (их также называют мини-ТЭЦ или когенераторами), где наряду с генерацией электрической энергии осуществляется утилизация тепла, полный КПД может достигать 90 %. Соотношение теплового и электрического когенерационных установок составляет 1:1,2–1,6.

Сравнение между когенерацией и отдельным производством электроэнергии и тепла приводится ниже, основанное на типичных значениях КПД (рис. 1.6.3).

а)



б)

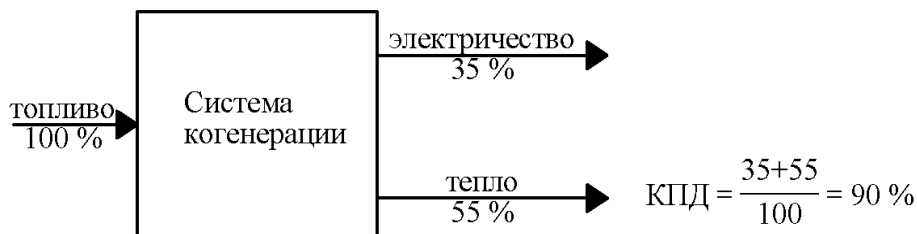


Рисунок 1.6.3 - Раздельное производство (а) и когенерационное производство (б)

Более полное использование энергии первичного топлива в когенерационных системах – основной фактор, относящий когенерацию к числу перспективных технологических направлений в энергетике, отвечающих требованиям стратегической задачи

ресурсосбережения. В течение последних трех десятилетий задача экономии энергоресурсов является приоритетной для многих стран; осознанию ее важности во многом способствовал мировой кризис цен на нефть 1973 года.

С этой точки зрения дополнительным преимуществом когенерационных установок является возможность использования в них как природного газа, так и других газообразных топлив, характеристики которых различаются в весьма широком диапазоне (пропан, бутан, ПНГ, газы химической промышленности, древесный газ, биогаз, пиролизный газ и т. д.). Современный уровень развития технологии позволяет выбрать подходящий тип когенерационной установки для работы на местном газообразном топливе.

Существуют также когенерационные установки, работающие на жидком и твердом топливе. По данным Австралийской ассоциации по когенерации, доля природного газа среди видов топлива, используемых в когенерационных системах, составляет около 55 %; 25 % приходится на долю прочих видов газообразного топлива, 14 % – на твердое топливо и 6 % – на жидкое топливо.

Многообразие видов используемого топлива, широкий диапазон мощностей (от нескольких десятков киловатт до 10 МВт и более), возможность кластеризации (установки нескольких модулей, что повышает надежность системы и позволяет оптимизировать управление мощностью в системах с переменным энергопотреблением) – все это делает миниТЭЦ практически универсальным вариантом решения проблемы энергоснабжения. Наличие потребности в электрической и тепловой энергии и доступность топлива – уже достаточный набор предпосылок для рассмотрения варианта миниТЭЦ.

С автономностью когенерационных систем и возможностью их установки в непосредственной близости от потребителя связаны такие преимущества, как надежность энергоснабжения, отсутствие затрат на подключение к сетям, отсутствие потерь энергии, весьма значительных при ее передаче на большие расстояния в централизованных сетях. Также следует отметить высокое качество электрической (стабильность частоты и напряжения) и тепловой (стабильность температуры) энергии, вырабатываемой когенерационными установками.

Когенерационные установки с многотопливными двигателями Стирлинга

Стирлинг-когенерация – новая технология для комбинированного производства электроэнергии и тепла, на основе двигателей Стирлинга, при которой энергия охлаждающей воды и отработанных газов используется для нужд теплоснабжения потребителей. Эффективность применения двигателя Стирлинга в когенерационных установках, по сравнению с ДВС, обусловлена особенностью его теплового баланса. Потери теплоты с отработанными газами и в охлаждающую воду для двигателя Стирлинга составляет, соответственно, 10 % и 40 %, что с учетом более высокого КПД самого двигателя, позволяет создавать компактные и высокоэффективные когенерационные установки.

Двигатель Стирлинга представляет собой преобразователь энергии, относящийся к типу тепловых двигателей, совершающих механическую работу на выходном валу при подводе к ним тепловой энергии. Полезная работа в рабочем цикле Стирлинга совершается, как и в других тепловых двигателях, посредством сжатия рабочего тела (гелий, водород) при низкой температуре и расширения того же рабочего тела после нагрева при более высокой температуре. Основные термодинамические процессы, протекающие в обычных тепловых двигателях: сжатие газа, поглощение тепла, расширение газа и отвод тепла, легко различимы и в цикле двигателя Стирлинга, однако имеется радикальное различие в том, как протекает процесс поглощения тепла в двигателе внутреннего сгорания (ДВС). На рис. 1.6.4 приведены основные типы двигателей.

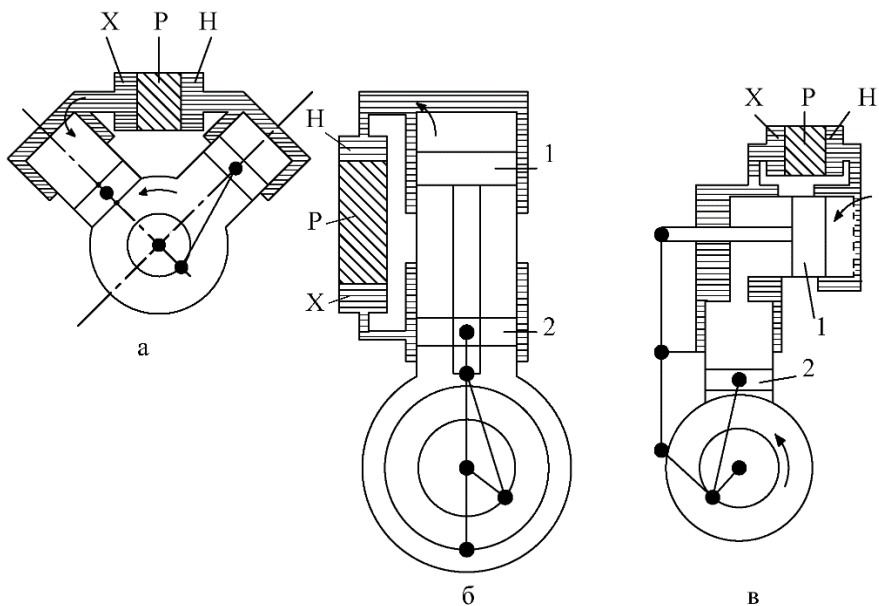


Рисунок 1.6.4- Типы двигателей Стирлинга:

а – альфа (с двумя поршнями); б – бета (с рабочим и вытеснительным поршнями); в – гамма (с рабочим и вытеснительным поршнями); 1 – вытеснитель; 2 – рабочий поршень; Н – нагреватель; Р – регенератор; Х – холодильник

1.7 Транспортирование, распределение и потребление энергоресурсов

Различные виды энергоресурсов неравномерно распределены по районам Земли, по странам, а также внутри стран. Места их наибольшего сосредоточения обычно не совпадают с местами потребления. Так, более половины мировых запасов нефти сосредоточено в районах Среднего и Ближнего Востока, а удельное энергопотребление в этих странах в четыре раза ниже среднемирового. Несовпадение мест сосредоточения и потребления энергоресурсов вызывает необходимость в транспортировке энергии.

Распределение топливных ресурсов потребителям для выработки электроэнергии на электростанциях, получения горячей воды и пара в котельных установках, непосредственного использования в промышленности и на транспорте происходит по довольно сложной схеме с возможной взаимозаменяемостью. Это распределение также сопровождается потерями энергии.

В связи с этим возникает задача оптимизации системы транспорта и распределения энергии как по элементной, территориальной структурам, так и по видам энергоносителей.

Энергия может передаваться в различной форме. Например, можно транспортировать нефть и уголь от месторождений до крупных промышленных центров и городов, а затем сжигать их на электростанциях, получая электрическую и тепловую энергию. Возможен и другой вариант, когда электростанция сооружается вблизи месторождений топлива, а электрическая энергия передается по линиям электропередачи к удаленным промышленным предприятиям и городам. Целесообразность передачи на расстояние тех или иных носителей энергии определяется их удельной энергоемкостью и эффективностью различных методов транспорта.

Место расположения электростанций не может быть выбрано произвольно. Его определение – задача многоцелевой оптимизации и зависит от технических, экологических, социально-экономических критериев.

Расположение ТЭС прежде всего зависит от размещения месторождения и энергоемкости топлива, от размещения потребителя, источника водоснабжения, ГЭС - от наличия гидроэнергоресурсов, возможностей создать напор, соорудить плотину, ожидаемого экологического ущерба от затопления, АЭС - от условий радиационной безопасности, наличия источника водоснабжения и т.д.

При выборе места строительства электростанции обязательно оцениваются транспортные расходы.

Для ТЭС могут рассматриваться и сопоставляться передача электроэнергии по проводам (электронный транспорт), железнодорожный (перевозка угля, нефти) и трубопроводный транспорт топлива. Для ГЭС - только передача электроэнергии.

Транспорт нефти и нефтепродуктов.

В настоящее время наиболее выгодным видом транспорта энергии является перекачка нефти и нефтепродуктов по трубопроводам. Близка к ней по экономичности перевозка нефти и продуктов ее переработки на больших танкерах по морям, океанам. Именно вследствие малых затрат на транспортировку мировые цены на нефть мало зависят от места ее потребления. Как и все жидкости, нефть почти несжимаема, и поэтому расход энергии на ее перекачку определяется только необходимостью преодоления сил трения в трубопроводе, т.е. является относительно малым. Протяженные нефте- и продуктопроводы требуют затрат большого количества труб. Поэтому правильное определение их пропускной способности может дать существенный эффект экономии. Пропускная способность сильно зависит от соотношения затрат металла на трубы и энергии, идущей на перекачку. Важно объективно соотнести эти затраты.

Транспорт газа.

Перекачка по трубопроводам природного газа стоит уже значительно дороже. Так как газ сжимаем, то вместо употребляемых на нефтепроводах насосов здесь приходится использовать компрессоры. Представляет интерес перекачка газа в сжиженном состоянии. Расход энергии на перекачку резко снижается, а диаметр трубопровода при том же количестве транспортируемого газа может быть выбран гораздо меньший. Наряду с природным газом

используются и некоторые другие источники газового топлива: попутный газ нефтедобычи, коксовый и доменный газы, получаемые как побочный продукт производства кокса и чугуна, и пр. Ведутся работы по так называемой энерготехнологической переработке твердых топлив, в ряде схем которой наряду с другими продуктами получается искусственный газ.

Транспорт угля на дальние расстояния.

Для этой цели используется только железнодорожный и водный транспорт. Проявляет интерес транспорт угля по трубопроводам в контейнерах и в виде пульпы, т. е. примерно 50%-ной смеси измельченного угля с водой.

Основными энергоносителями на любом современном предприятии являются электрическая и тепловая энергия.

Системы теплоснабжения и тепловые сети.

Система теплоснабжения – это совокупность объектов и устройств по выработке, транспортированию и распределению тепловой энергии. Различают местные и централизованные системы теплоснабжения.

Местные системы теплоснабжения – это системы, обеспечивающие теплом одно или два смежных помещения или один объект.

Централизованные системы отопления обеспечивают тепловой энергией от одного источника (котельная, ТЭЦ) многие объекты. Получаемая в источнике теплоты тепловая энергия доставляется потребителям с помощью теплоносителя. **Теплоноситель** – это среда, которая переносит теплоту от источника к потребителю. В качестве теплоносителя чаще всего используется вода, водяной пар или воздух.

Доставка тепловой энергии от котельных и ТЭЦ к местам ее потребления осуществляется с помощью *тепловых сетей*.

В централизованных системах теплоснабжения в качестве теплоносителя, чаще всего, используется вода. При этом, основным элементом тепловых сетей являются трубопроводы, состоящие из стальных труб, покрытых тепловой изоляцией, из которых сооружаются теплотрассы. В качестве теплоизолирующих материалов используются: минеральная вата, пенобетон, пенополиуретан и другие. Лучшими теплоизоляционными и

эксплуатационными свойствами обладает пенополиуретан. Промышленностью освоено производство предварительно изолированных труб (ПИ-трубы), которые уже на заводе покрываются пенополиуретаном и защитным слоем. Применение ПИ-труб обеспечивает потери тепла в теплотрассах не более 5-6%. Срок службы таких труб составляет более 30 лет. В теплотрассах, построенных по старой технологии, потери тепловой энергии для всей республики составляли от 40 до 50 процентов. Срок службы этих теплотрасс не превышал 10 лет. Прокладка теплотрасс производится над землей (надземные теплотрассы), и под землей (подземные теплотрассы). При подземной прокладке трубы укладывают либо непосредственно в грунт, либо в бетонированных каналах (канальные теплотрассы).

Передача электрической энергии.

Электроэнергетическая система, это объединение электростанций, связанных линиями электропередачи (ЛЭП) и совместно питаемых потребителей электрической энергии. Энергетическая система позволяет рационально использовать оборудование электростанций, более экономно расходовать топливно-энергетические ресурсы и обеспечивает надежное снабжение потребителей электроэнергией.

Электрическая сеть, это совокупность устройств для соединения источников электроэнергии (электростанций) с потребителями. Состоит из ЛЭП, трансформаторных подстанций различного назначения, соединительных кабелей, проводов, коммутационного оборудования и других устройств (рис.1.7.1).

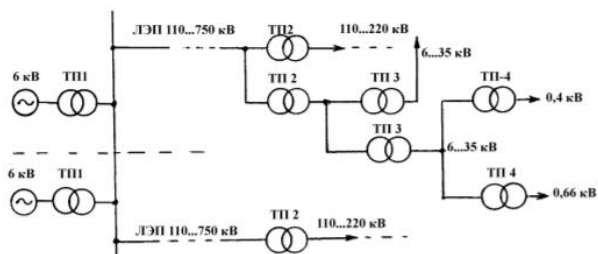


Рисунок 1.7.1 - Схема передачи и распределения электроэнергии: ТП-1 - трансформаторные подстанции

электростанций; ТП-2 - подстанции системообразующей сети; ТП-3 - районные подстанции; ТП-4 потребительские подстанции.

По выполняемым функциям электрические сети делятся на системообразующие, питающие и распределительные.

Системообразующие сети (обычно напряжением 330 кВ и больше) осуществляют функции формирования объединённых энергосистем, включающих мощные электростанции и обеспечивают передачу электроэнергии от этих электростанций (ЛЭП 110...750 кВ и ТП2).

Питающие сети предназначены для передачи электроэнергии от подстанций системообразующей сети к центрам питания распределительных сетей - районным подстанциям. Напряжение питающих сетей 110...220 кВ.

Распределительная сеть обеспечивает передачу электроэнергии на небольшие расстояния от шин нижнего напряжения районных подстанций к промышленным, городским и сельским потребителям. Различают распределительные сети высокого напряжения (Уном 1 кВ) и низкого напряжения (Уном 1 кВ). Высокое напряжение обычно имеет значение 6...35 кВ. Распределительные сети подают электроэнергию на потребительские сети, имеющие в своём составе потребительские подстанции (ТП4), на выходе которых получают напряжение 0,4 или 0,66 кВ.

Воздушные ЛЭП в качестве основных конструктивных элементов содержат провода, закреплённые на изоляторах, и опоры, к которым прикрепляются провода. Наиболее распространены провода: алюминиевые, сталеалюминевые и из сплавов алюминия. Силовые кабели состоят из одной или нескольких изолированных токопроводящих жил, отделённых от земли защитной изоляцией.

Важное место имеет также неравномерность потребления электроэнергии – суточная, месячная и сезонная. Это происходит по причине непостоянства режима работы отдельных потребителей по часам суток и по сезонам.

Режимы работы электростанций и трансформаторных подстанций также меняются в соответствии с изменением потребляемой мощности всеми энергоприемниками. Это обстоятельство приводит к невозможности соблюдать оптимальные

режимы работы электрогенераторов, паровых котлов, трансформаторов на подстанциях. КПД этих устройств снижается, что приводит к перерасходу ТЭР на получение электроэнергии.

Уменьшить эти негативные явления возможно двумя путями. Первый путь предполагает использование «демпфирующих» электростанций, в частности ГЭС, которые способны эффективно менять уровень генерируемой мощности и «сглаживать» максимумы и минимумы потребления электроэнергии.

Второй путь – равномерное распределение потребляемой мощности по временам суток. Полной равномерности потребления электроэнергии при этом достичь невозможно, т.к. жизнедеятельность людей связана со сменой дня и ночи.

Однако разумное планирование времени работы различных социальных и производственных объектов на протяжении суток может существенно «сгладить» суточную неравномерность потребления электроэнергии. Здесь очень большую роль могут сыграть многоуровневые тарифы на оплату за потребляемую электроэнергию.

1.8 Энергосбережение в зданиях и сооружениях.

Энергосбережение в быту

Энергосбережение в зданиях и сооружениях - одно из основных направлений энергосбережения. Более 30% всех энергоресурсов в мире тратится для поддержания оптимальных условий жизнедеятельности человека.

Во всем мире здания являются самыми активными потребителями энергии. На долю строительной отрасли приходится более 40% потребления первичной энергии. В международном масштабе потребление подведенной энергии в этом секторе за период с 1971 по 2010 год увеличилось вдвое, в первую очередь в связи с увеличением численности населения и экономическим ростом. Количество зданий и дальше будет увеличиваться, что еще больше повысит спрос на энергию во всем мире. Согласно прогнозам специалистов, к 2035 году общая потребность зданий в энергии вырастет еще на 30%.

Согласно данным Белстатс 2000 года жилищный фонд Республики Беларусь вырос на 16,7%. 91,8% всего жилищного фонда находится в частной собственности, 84,8% в частной собственности физических лиц, 69,6% составляет городской жилищный фонд.

В Республике Беларусь за последнюю пятилетку доля ввода индивидуальных жилых домов (по показателю кв. м. общей площади) составила около одной трети в общем объеме ввода жилья. Руководством страны поставлена задача повысить долю ввода индивидуального жилого фонда до средневропейской величины (50 % и выше) с целью наиболее полного удовлетворения потребностей людей в комфортном проживании в населенных пунктах и за их пределами.

Анализ зарубежной практики и данных международной статистики показал, что во многих странах с развитой рыночной экономикой объемы индивидуального жилищного строительства составляют более 50% от общего ввода жилья.

Жилищный фонд Республики Беларусь в городах и поселках городского типа более чем на 90% оборудован водопроводом, канализацией, центральным отоплением, горячим водоснабжением.

В сельских населенных пунктах оборудованность жилищного фонда коммуникациями значительно ниже.

В связи с резким ростом цен на энергоносители в Республике Беларусь проблема энергоэффективного строительства на данный момент является актуальной. Сейчас плата за коммунальные услуги в нашей стране невелика и составляет менее 30% от реальной стоимости, но так как она постоянно повышается, то к 2016 году население будет оплачивать энергоресурсы по их себестоимости.

В Республике Беларусь установлены требования к обеспечению энергоэффективности вновь строящихся и реконструируемых зданий, включая значения их энергетических характеристик:

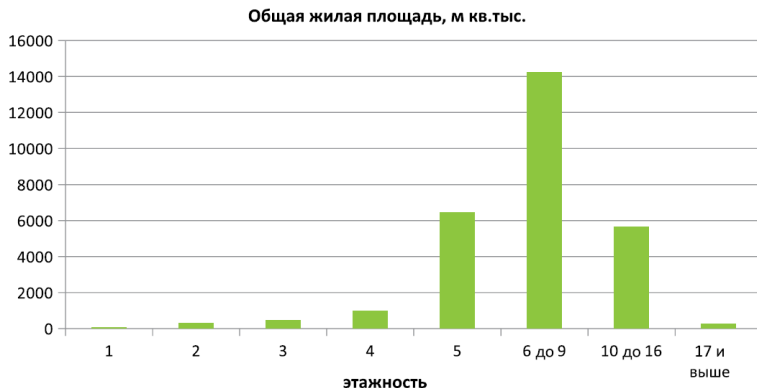
- нормативное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее: наружные стены из всех видов строительных материалов - $3,2 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

- совмещенные покрытия, чердачные перекрытия - $6 \text{ кв.м }^\circ\text{C}/\text{Вт}$; окна, балконные двери - $1 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

- при проектировании наружных ограждающих конструкций вновь строящихся зданий должен быть обеспечен годовой удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию зданий многоэтажных, средней этажности не более $60 \text{ кВтч}/\text{кв.м}$ год при естественной вентиляции и не более $40 \text{ кВтч}/\text{кв.м}$ год при механической с рекуперацией тепла вентиляционных выбросов.

Структура жилищного фонда, находящегося на техническом обслуживании организаций МЖКХ, представлена на рис.1.8.1. В таблице 1.8.1 и 1.8.2 приведены характеристики жилых многоэтажных зданий различных лет постройки и новых построенных энергоэффективных зданий.

Типовой жилищный фонд представлен многоэтажными зданиями от 5 до 16 этажей с относительно низкими показателями сопротивления теплопередаче. Как показали данные рис.1.8.1 в Республике Беларусь наибольший удельный вес занимают дома этажностью от 6 до 9 этажей. Вновь построенные многоэтажные (17 и выше этажность) здания занимают примерно такой же удельный вес, как и двухэтажные здания.



Источник: РУП «Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.

Рисунок 1.8.1 Структура жилищного фонда, находящегося на техническом обслуживании жилищно-эксплуатационных организаций системы МЖКХ Республики Беларусь

Таблица 1.8.1 - Характеристики многоэтажных зданий Республики Беларусь

Характеристики многоэтажных зданий	Сопrotивление теплопередаче, м ² °C/Вт				Тип вентиляции	Удельное потребление тепла
	стен	окон	перекрытый	Покрытый		
До 1993 постройки	0,8-1	0,38	1	1	Естественная	130
1993-2009	2-2,5	0,6	3	1,5	Естественная	85
После 2009	3,2	1	6	2,5	Естественная	60
Энергоэффективные	3,2	1	6	2,5	Принудительная с рекуперацией тепла	40

Источник: РУП «Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.

Построенные в 2007-2010 годах энергоэффективные здания имеют нормативное сопротивление теплопередаче в три раза ниже, чем стандартные здания. Тип вентиляции в многоэтажных домах, построенных как до 1993 так и после 2009 года - естественный. А в энергоэффективных домах уже используется принудительная вентиляция с рекуперацией тепла. Соответственно удельное потребление тепла в домах постройки до 1993 года составляет 130, а в энергоэффективных домах 40.

Таблица 1.8.2 - Характеристики построенных энергоэффективных зданий [1]

Нормативное сопротивление теплопередаче: стен – 3,2; перекрытия верхнего этажа – 6; над подвалом – 2,5; окон – 1 м ² *град/Вт							
Город	Конструкция стен	Год строительства	Этажность	Кол-во квартир	Отапливаемая площадь	Удельное потребление теплоты на отопление, кВтч/м ² в год	
						Стандарт	Энергоэффективное
Витебск	Мелкоштучные	2010	10	120	6726	94,81	32,36
		2009	10	40	2119		31,53
Гомель	Мелкоштучные	2009	10	36	2696	87,07	29,28
Гродно	Материал	2009	9-11	68	4456	82,55	30,40
Минск	Железобетонные панели	2007	9	144	9491	85,91	31,70

Источник: РУП «Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является поиск и создание энергосберегающих мероприятий и инженерных решений по созданию ограждающих конструкций зданий и сооружений с минимальными тепловыми потерями.

При разработке мероприятий по энергосбережению или проведения энергоаудита из проекта здания определяют параметры всех элементов систем отопления, вентиляции и кондиционирования и их расчетные характеристики. Необходимо также уточнение годового режима работы систем управления и измерения параметров воздуха.

Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха сводятся к следующему.

Применение экономически целесообразного сопротивления теплопередачи наружных ограждений при строительстве и дополнительного утепления наружных стен при реконструкции зданий.

Мероприятие предназначено для увеличения сопротивления теплопередачи наружных стен и снижения тепловых потерь здания,

за счет улучшения его теплозащитных свойств и применения эффективных теплоизоляционных материалов.

Наиболее эффективна теплозащита стен с наружной стороны. Применяют, как правило, напыление какого-либо утеплителя (раствора пенопласта, пенополиуретана), либо наклейку плиточного утеплителя (пенополистирола), либо обивку теплоизоляционным материалом. Работа должна выполняться без нарушения функционирования здания.

Устройство вентилируемых наружных стен.

Мероприятие предназначено для повышения уровня тепловой защиты наружных стен. В стенах вблизи наружной поверхности устраивают вертикальные щелевые каналы шириной 2-3 см, через которые под воздействием естественной тяги проходит наружный воздух. В холодный период воздух нагревается от внутренней стены и подается в помещение. В теплый период каналы перекрываются заслонками и превращаются в замкнутые воздушные прослойки, которые увеличивают термическое сопротивление стены и препятствуют нагреву ограждения. Высоту каналов обычно принимают в один этаж.

Энергосбережение достигается за счет возврата в помещение части теряемой теплоты от наружных ограждений в зимнее время и за счет увеличения сопротивления теплопередачи наружного ограждения при устройстве замкнутых воздушных прослоек летом.

Тепловая защита наружной стены в месте установки отопительного прибора.

Мероприятие предназначено для снижения тепловых потерь от наружных ограждений (стены) к которым прилегают отопительные приборы. Отопительные приборы обычно устанавливаются у наружных ограждающих стен. При этом температура внутренней поверхности стены за прибором выше, чем в остальной части, что приводит к увеличению теплового потока и является причиной повышенных тепловых потерь через ограждения. При установке отопительных приборов в нише, стенка за прибором тоньше, а ее сопротивление теплопередачи меньше чем у стены без ниш, что еще больше увеличивает потери теплоты через ограждающие конструкции.

Для снижения тепловых потерь за счет лучистого теплообмена необходимо установить защиту в виде экрана с низкой степенью черноты. Для снижения тепловых потерь за счет теплопроводности необходимо установить теплоизоляционный слой с низким коэффициентом теплопроводности на участке всей ниши наружной стены. Теплоизоляцию желательно располагать ближе к поверхности стены.

Устройство вентилируемых окон.

Мероприятие предназначено для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков. Снижение потерь теплоты осуществляется при использовании тройных вентилируемых окон. Возможно два варианта таких окон: принудительное удаление воздуха, прошедшего через окна, в воздухопроводы вытяжной естественной вентиляции и удаление нагретого воздуха в атмосферу. Между стеклами могут располагаться солнцезащитные жалюзи. Воздухопроницаемость окна так же сокращается.

В теплый период, движущийся воздух охлаждает нагретые стекла и переплеты, уменьшая теплопоступления снаружи внутрь помещения. В холодный период года через вентилируемое окно проходит удаляемый воздух из помещения, а окно служит теплоизолятором от холодного наружного воздуха. Температура стекла, обращенного в помещение повышается, а тепловые потери через остекление снижаются. В холодный период года возможно образование конденсата на наружном стекле, за счет эффекта точки росы воздуха, а для удаления конденсата предусматривают специальные устройства конденсатоотводчики.

Энергосбережение достигается за счет увеличения сопротивления теплопередачи, которое прямо пропорционально зависит от удельного расхода воздуха, проходящего через вентилируемое окно.

Установка дополнительного (тройного) остекления.

Мероприятие предназначено для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков. Между стеклами возможно расположение солнцезащитных жалюзи, а на стеклах теплопоглощающих и теплоотражающих пленок.

Двойные окна в спаренных и раздельных переплетах, которые устанавливают до сих пор в массовом строительстве, имеют малое сопротивление теплопередачи, что приводит к дискомфорту в помещении и большим тепловым потерям. При реконструкции здания такие окна могут быть заменены на трехслойные, а при отсутствии необходимости в замене переплетов может быть установлен дополнительно третий съемный переплет, закрепляющийся с помощью фиксаторов. При спаренных переплетах третий устанавливается со стороны помещения, а при раздельных между рамами на внутреннем переплете.

Применение теплопоглощающего и теплоотражающего остекления.

Мероприятие предназначено для сокращения теплопоступлений в помещения от солнечной радиации, что приводит к комфорту в помещениях. Теплопоглощающие стекла в структуре имеют металлическую основу, которая поглощает лучи в инфракрасном диапазоне излучения (тепловые лучи). Коэффициент пропуска оконным стеклом тепловых лучей 0,3-0,75. При поглощении солнечных и инфракрасных лучей стекло нагревается, его температура повышается до C , что приводит к образованию естественных восходящих конвективных потоков от нагретых поверхностей стекла и между стеклами. Тепловая активность остекления во многом зависит от угла падения солнечных лучей и толщины стекла. Для отвода теплоты в летнее время целесообразно обдувать остекленные поверхности воздухом. Теплопоглощающее стекло следует устанавливать снаружи оконного блока.

Теплоотражающие стекла покрывают селективными или полимерными пленками на металлической основе, которые отражают лучи в инфракрасном диапазоне излучения (тепловые лучи). Коэффициент пропуска таких стекол тепловых лучей составляет 0,2-0,6. Стекло монтируют в одном пакете с простым стеклом так, чтобы отражающая пленка находилась внутри пакета. Теплоотражающее стекло следует устанавливать всегда снаружи, при этом внутреннее простое стекло (без пленки) нагревается меньше.

Наибольшую эффективность имеют двойные или тройные стекла с толщиной воздушной прослойки между ними. В этом случае

естественная конвекция между стеклами дестабилизирована, а воздушная прослойка служит теплоизолятором, так как передача теплоты через оконный блок осуществляется только за счет кондуктивной теплопроводности воздуха. Применяют и многослойные теплоотражающие пленки, приклеиваемые к стеклам после окончания работ по остеклению, и тогда удается снизить пропуск тепловых лучей до 0,2.

В вечернее время пленка отражает в помещение искусственный свет. В холодный период года отражающее стекло уменьшает тепловые потери через окна. Применение теплоотражающих стекол позволяет снизить теплопоступления и затраты энергии на системы кондиционирования.

Наилучшие результаты получаются при покрытии стекла золотом, наносимым распылением при глубоком вакууме. Толщина слоя золота 0,1-0,2 мкм. Такое остекление дорого, нотолько золоту свойственно селективное отражение инфракрасных лучей и хорошая проводимость видимых световых лучей.

Устройство застекленных лоджий.

Мероприятие предназначено для сокращения расхода проникающего в помещение наружного холодного воздуха в зимний период и повышения температуры в лоджии (за наружной стеной помещения).

Лоджии выполняют с однослойным остеклением и реже двухслойным в спаренных переплетах. В лоджии формируется собственный тепловой микроклимат, снижающий тепловые потери от наружных ограждений и через остекление. Нижнюю часть лоджии следует утеплить слоем досок или утеплителем из плит. Для уменьшения естественной освещенности в помещении за лоджией необходимо, чтобы рамы и крепления остекления занимали возможно меньшую площадь, не имели выступов, чтобы не создавать тени при боковом солнечном освещении. Кроме того, должна быть обеспечена возможность периодической очистки остекления.

Энергосбережение достигается за счет сокращения воздухопроницаемости окон, уменьшения потребности в теплоте на нагревание воздуха за счет инфильтрации (притока), а также за счет увеличения температуры за наружной стеной и окном помещения,

что приводит к снижению тепловых потерь от наружных ограждений зданий.

Основные требования к состоянию воздушной среды в жилых, общественных, производственных помещениях, в промышленных зданиях и сооружениях, а также организация воздухообмена в помещениях с вредными выделениями, воздушные завесы должны быть обеспечены системами отопления, вентиляции (приточной и вытяжной) и кондиционирования воздуха в пределах расчетных параметров наружного воздуха.

Периодический режим работы системы отопления.

Периодический режим работы системы отопления применяют в производственных, гражданских, учебных, спортивных, торговых, административных зданиях, используемых для отопления неполные сутки и дни недели в которых допускается снижение температуры внутри помещений в нерабочее время. В режиме работы системы отопления в течение суток наблюдается три характерных промежутка времени:

- основной рабочий режим, когда в помещении поддерживаются заданные параметры температуры и влажности; д
- дежурный режим, когда после основного режима система отопления переводится на режим поддержания пониженной температуры в помещении;
- режим форсированного нагрева помещения, в течение которого система отопления переводится на возможно быстрый разогрев помещения после охлаждения.

В помещениях наблюдается и недельный цикл, когда в выходные и праздничные дни в течение полных суток может поддерживаться дежурный режим отопления и сниженная температура в помещении. Для поддержания дежурного режима используется водяное отопление, которое выполняет функцию поддержания минимального уровня температуры. Но в результате некоторого охлаждения помещения понижается не только температура внутреннего воздуха, но и температура ограждений.

Нагрев ограждений и внутреннего воздуха к началу нового рабочего дня требует времени и дополнительной мощности. Продолжительность и темп нагрева помещения зависит от: термического сопротивления наружных ограждений, влияющего на

снижение температуры в нерабочее время; тепловой активности ограждающих конструкций к тепловому воздействию; интенсивности теплоотдачи от источника системы отопления к внутреннему воздуху помещений и от воздуха к поверхности ограждений; температурного напора в дежурном и рабочем режиме, а также перепада температур наружного воздуха. Нагрев помещений должен осуществляться форсированно с высоким темпом, с большей мощностью, в отличие от отопления в рабочем режиме, так как теплота в режиме нагрева расходуется на восполнение тепловых потерь и разогрев ограждений и воздуха до требуемого уровня.

Наиболее гибким режимом эксплуатации служит комбинированная система отопления. Она состоит из базовой системы водяного отопления и дополнительной системы воздушного отопления. Воздушное отопление совмещается с приточной вентиляцией и в режиме форсированного нагрева работает в режиме полной рециркуляции воздуха.

Работа систем периодического отопления поддается автоматизации и программному управлению поддержания расчетного режима. На случай неожиданного резкого понижения температуры наружного воздуха в контрольных помещениях устанавливают датчики допустимой минимальной температуры внутреннего воздуха. По сигналу от них включается система отопления в дополнительном режиме. Экономия энергии тем больше, чем продолжительнее период охлаждения. Для уменьшения продолжительности форсированного нагрева следует увеличить теплоустойчивость ограждений, максимально интенсифицировать теплоотдачу к ограждениям, применяя, например, направленные струи воздушного отопления или используя источники лучистой энергии (излучатели), направленные на ограждения.

Отопление помещений теплотой рециркуляционного воздуха.

Теплоту рециркуляционного воздуха рекомендуется использовать для производств, в которых допускается рециркуляция воздуха, а также при температуре воздуха в верхней зоне более 30С° и подачи воздуха на расстояние не более 15 м. Нагретый воздух забирается из верхней зоны производственного помещения, очищается от пыли и вентилятором по воздуховодам нагнетается в

приточный насадок (цилиндрической или щелевой формы). Энергосбережение обеспечивается за счет утилизации теплоты удаляемого воздуха.

Системы воздушного отопления.

Системы воздушного отопления применяют для жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных зданий и сооружений, а также гостиниц, в которых функция отопления совмещается с вентиляцией. В системе воздушного отопления возможна полная или частичная рециркуляция воздуха.

Воздух для отопления нагревается в калориферах или воздухоподогревателях горячей водой, паром, горячим воздухом или другим теплоносителем. Процесс теплообмена может осуществляться двумя путями:

1) нагретый воздух по специальным каналам через воздухораспределительные решетки поступает в помещение и смешивается с внутренним воздухом;

2) нагретый воздух перемещается во внутренних каналах, окружающих помещение, нагревая при этом стенки помещения, теплота от которых передается внутреннему воздуху помещения.

Охладившийся воздух по другим каналам возвращается в калорифер для повторного нагрева или выбрасывается частично в атмосферу, когда температура воздуха в помещении высокая. То есть система воздушного отопления может быть с полной рециркуляцией, когда воздух полностью возвращается для повторного нагрева или частичной рециркуляцией, когда воздух частично выбрасывается в атмосферу и частично повторно нагревается. Системы воздушного отопления фактически являются комбинированными системами отопления и вентиляции.

Преимущества систем воздушного отопления: обеспечение равномерности температуры по объему помещения, возможность очистки и увлажнения воздуха, отсутствие отопительных приборов в помещении. Недостатки систем воздушного отопления: большие поперечные сечения воздухопроводов по сравнению с трубами водяного и парового отопления, меньший радиус действия по сравнению с теми же системами, потери теплоты при недостаточной теплоизоляции воздухопроводов.

Для снижения энергетических затрат на подогрев наружного воздуха возможно использование регенеративных теплообменников, позволяющий утилизировать теплоту горячего вытяжного воздуха. В системах воздушного отопления сокращаются потери теплоты за счет отсутствия радиаторных ниш участков наружных ограждений, имеющих место в водяных и паровых системах отопления. Энергосбережение при применении воздушного отопления достигается также за счет автоматизации системы при малой теплоемкости воздуха, а также за счет возможного поддержания в нерабочее время в помещении более низкой температуры воздуха и быстром нагреве помещения перед началом рабочего дня.

Периодический режим работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Периодические режимы работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха применяют для стабилизации температуры, влагосодержания и газового состава воздуха. Они наиболее эффективны при обслуживании помещений большого объема в общественных зданиях с переменным заполнением (зрительные, торговые, спортивные залы, залы ожидания), где одновременно изменяются температура, влажность и состав воздуха (содержание углекислого газа и кислорода).

Снижение энергопотребления системами вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивается изменением расхода воздуха требуемых параметров, применением сложных и дорогостоящих воздухораспределителей, использованием совершенных методов регулирования работы вентилятора, сложной системы автоматизации. Альтернативным способом регулирования систем может служить периодическое вентилирование помещений в зависимости от состояния воздуха помещения, чем и обеспечивается экономия электрической и тепловой энергии. Продолжительность перерыва зависит от кратности воздухообмена, объема помещения, состава воздуха. Функциональные схемы автоматического управления контролируют концентрацию углекислого газа, изменения влажности и температуры воздуха.

Устройство воздушных завес.

Воздушные завесы устанавливаются при входе, у открытых проемов в общественных и промышленных зданиях и сооружениях,

цах, торговых центрах, магазинах, в многоэтажных жилых зданиях при часто открывающихся входных дверях или со значительными по площади воротами. Мероприятие направлено на снижение затрат теплоты на нагрев воздуха, поступающего через входы, въезды и проемы.

Применяют комбинированные воздушно-тепловые завесы с тамбуром и без него, а забор воздуха осуществляется из помещения или снаружи. Воздушная завеса состоит из двух, симметрично расположенных пар, вертикальных воздухораспределительных стояков, установленных внутри помещения. Внутренняя пара стояков, расположенная ближе к помещению, подает подогретый (до 60 С°) в калориферах воздух, а наружная пара стояков подает не подогретый воздух, забираемый из помещения. При закрытых воротах наружная пара стояков отключается, а внутренняя завеса работает в режиме отопления. При открывании ворот к работе подключается и наружная пара стояков.

Энергосбережение достигается за счет снижения потребности в теплоте на нагрев приточного воздуха и затрат электроэнергии на его перемещение. Применение теплонасосных установок и энергии низкого потенциала (конденсата, воздуха). Большое практическое применение тепловые трубки нашли благодаря их высокой надежности, простоте устройства, малому весу, отсутствию движущихся механических деталей и ненужности перекачки теплоносителя. Тепловые трубы практически изотермичны по всей длине. Но главным достоинством их остается сверхпроводимость теплоты при малом перепаде температур: эффективная теплопроводность в десятки тысяч раз больше, чем теплопроводность серебра и меди.

Для Республики Беларусь особо актуален вопрос энергосбережения и энергоэффективности, в этой связи строительство энергоэффективных домов могло бы стать решением.

Энергоэффективный дом – это здание, в котором очень малое потребление энергии сочетается с комфортным микроклиматом.

Экономия энергии в таких домах достигает 90%.

Энергоэффективный дом: основные элементы

Энергоэффективный дом позволяет создать комфортный микроклимат зимой и летом, без отопления и кондиционера

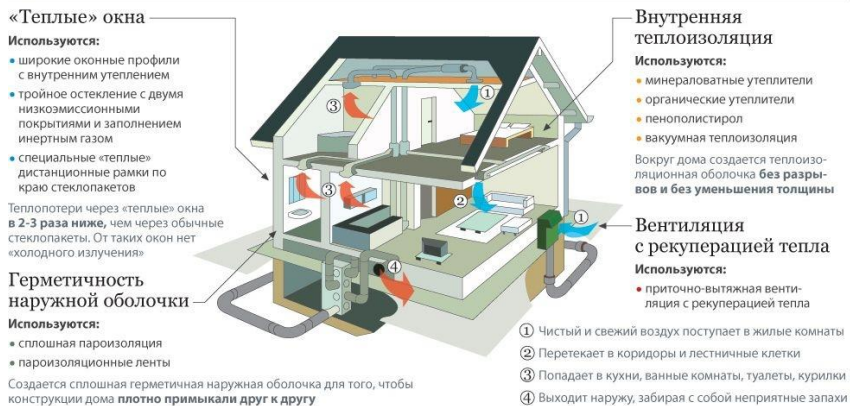


Рисунок 1.8.2 – Основные элементы энергоэффективного дома

Годовая потребность в отоплении энергоэффективного дома может составлять менее 15 кВт*ч на квадратный метр. Например, на сегодняшний день в самой распространенной конструкции частного дома (ж/б фундамент, система «теплый пол» без утепления, стены 1,5 кирпича с цементной штукатуркой, обычными металлопластиковыми окнами, утеплением кровли 150мм и без приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла) потребление энергии на отопление составляет 110-130 кВт*ч на 1 м² в год.

В странах Евросоюза принята следующая классификация домов:

Дома низкого энергопотребления. Используют как минимум на 50 % энергии меньше, чем стандартные здания, построенные в соответствии с действующими нормами энергопотребления.

Дома ультранизкого энергопотребления. Расходуют на 70-90% энергии меньше, чем обычные здания. Примеры домов ультранизкого энергопотребления с четко обозначенными требованиями – это немецкий PassiveHouse, французский Effnergie, швейцарский Minergie. Пионером в строительстве таких домов стал PassiveHouse (пассивный дом), который был разработан в Германии

в г.Дармштадт в 90-х годах. Принято считать здание «пассивным», если оно соответствует требованиям, разработанным немецким институтом пассивных зданий. «Пассивный» дом – это дом с отличной теплоизоляцией, минимальным потреблением электроэнергии и тепловой энергии. В нем поддерживается комфортный микроклимат в основном за счет человеческого тепла, энергии солнца и бытовых электроприборов, таких как чайник, плита и т.д. Технологии «пассивного» дома (здания с ультранизким потреблением энергии, без традиционной системы отопления), эффективны и уже опробованы в суровом скандинавском климате. Такие дома практически не имеют тепловых потерь.

Дома, генерирующие энергию. Это здания, которые производят электричество для собственных нужд. В некоторых случаях излишки энергии летом могут быть проданы энергетической компании и куплены обратно в зимнее время. Хорошая теплоизоляция, инновационный дизайн и использование возобновляемых источников энергии (солнечные батареи, грунтовые тепловые насосы) делают эти дома авангардом современного домостроения.

Дома с нулевыми выбросами CO₂. Термин, чаще всего используемый в Великобритании. Такой дом не выделяет CO₂. Это означает, что дом сам обеспечивает себя энергией из возобновляемых источников, включая энергию, расходуемую на отопление/охлаждение помещений, горячее водоснабжение, вентиляцию, освещение, приготовление пищи и электрические приборы. В Великобритании все новые дома с 2016 года строятся в соответствии с этим стандартом.

Энергосбережение в быту.

С каждым годом на бытовые нужды расходуется всё большая доля электроэнергии, газа, тепла, воды; в огромных масштабах растёт применение бытовой электрифицированной техники, идет естественный износ жилищного фонда.

Сегодня потребление энергии является одним из важнейших не только экономических, но и социальных показателей, во многом определяющих уровень жизни людей.

Как показывает практика энергопотребления, экономия при помощи разумного самоограничения может составлять значительные суммы. Тот, кто научился экономить электроэнергию, воду, тепло, газ в своей квартире, лучше понимает необходимость энергосбережения в многоквартирном доме и на работе.

Виды классов энергоэффективности электроприборов

На сегодняшний день установлены 7 основных классов энергоэффективности: А, В, С, D, E, F, G.

Определенный класс присваивается прибору в зависимости от количества киловатт, которое он потребляет. Каждая буква маркируется на определенном фоне, цветовая гамма которого меняется от зеленого к желтому и затем к ярко-красному.

Буква А, на зеленом фоне, означает высокий показатель энергоэффективности техники.

Хотя существуют еще 2 класса: А+ и А++, обозначающие более высокую энергоэффективность, чем у класса А.

Маркировку В наносят на приборы с более низким показателем энергоэффективности.



Рисунок 1.8.3 – Виды классов энергоэффективности электроприборов

Буквы С, D, E, F, G показывают самый низкий класс энергосбережения.

Класс энергоэффективности рассчитывается для каждого вида прибора на основе разных параметров.

Для стиральной машины показатель энергоэффективности складывается из соотношения мощности, потребляемой в час, к максимальному объему загрузки.

Для класса А стиральной машины это значение должно находиться в диапазоне 0,17 – 0,19, для класса В 0,19 – 0,23 и так далее.

Если на машинке указаны несколько букв, значит, для этого прибора установлены также классы энергосбережения отжима, стирки.

Для расчета класса энергопотребления у холодильников учитывается объем камер, минимально возможная температура внутри них, наличие в приборе дополнительных опций (автоматическая разморозка и пр).

Самый высокий класс энергосбережения, который может быть присвоен холодильнику, как и стиральной машине, А++.

Для электродуховок класс энергоэффективности определяется исходя из мощности и объема духовой камеры.

При этом для духовок разного объема предусмотрены разные диапазоны значений энергосбережения.

Расчет класса энергоэффективности для кондиционеров ведется с учетом их функциональных возможностей.

Одноканальная или двухканальная сплит-система, есть или нет система водяного и воздушного охлаждения, наличие режимов охлаждения и обогрева.

Для различных кондиционеров действуют разные значения для определения класса энергопотребления.

Класс энергосбережения для телевизоров определяется как соотношение потребляемой мощности к размеру экрана.

Индекс энергоэффективности посудомоечной машины – это класс эффективности мытья и сушки отдельно.

Таким образом, зная показатель энергоэффективности бытового электроприбора, можно приобрести более экономичную

продукцию и, тем самым, существенно сократить расходы на оплату электроэнергии.

На сегодняшний день в условиях постоянного роста цен на электричество, это более чем актуально для каждого потребителя энергоресурсов.

ХОЛОДИЛЬНИКИ

Энергоэффективность холодильников рассчитывается с учетом нескольких параметров:

- объема холодильной и морозильной камер,
- минимально возможной температуры в обеих камерах,
- наличия дополнительных функций, к примеру, NoFrost, дисплей, Wi-Fi и прочего.

Наиболее энергоэффективными, как мы выяснили, являются модели класса A+++.

Холодильники с высокой энергоэффективностью стоят дороже. Однако экономить не имеет смысла, так как более дорогая модель с высоким классом быстро себя окупает. Такая техника работает круглосуточно.

Как правило, производители указывают не только класс энергосбережения, но и годовой расход электроэнергии в кВт/ч.

Имейте в виду, чтобы класс энергосбережения холодильника соответствовал заявленному производителем, он должен быть установлен в соответствии с указаниями в инструкции.

Во-первых, техника должна быть выставлена по горизонтали, а во-вторых, необходимо обеспечить определенный зазор между стенками холодильника и стеной или окружающей мебелью.

СТИРАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Энергоэффективность стиральных машин рассчитывается как соотношение мощности потребления в течение часа к максимальному объему загрузки.

Стиральные машины имеются класса А с несколькими плюсами. Однако приобретать модель повышенного класса энергосбережения не всегда целесообразно. Если холодильник

работает круглосуточно, то стиральная машина – всего несколько часов в неделю.

Поэтому разница между энергоэффективностью модели А и А++/класса будет практически незаметна. Разница же в их стоимости достаточно существенная, поэтому она вряд ли себя окупит.

Конечно это не значит, что стоит выбирать модели класса В- D, так как уровень их энергоэффективности уже можно отнести к критично низкому.

Кроме того, следует учитывать, что класс влияет не только на потребление энергии, но и на качество стирки.

Если машина в течение часа потребляет минимум энергии, но при этом, после длительной стирки, оставляет на белье загрязнения, ее нельзя назвать энергоэффективной.

Качество стирки определяется следующим образом:

- в машину загружают загрязненную ткань определенного размера,
- лоскут стирается в течение часа с температурой воды 60 градусов,
- выстиранную ткань сравнивают с эталоном.

КЛАСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕЛЕВИЗОРА

Телевизоры, как и холодильники, относятся к приборам, которые используются часто, поэтому на классе энергосбережения экономить не стоит.

Класс энергоэффективности телевизора рассчитывается путем определения соотношения мощности потребления к площади экрана. Мощность потребления учитывается не только во время работы телевизора, но и в режиме ожидания.

Кроме того, влияет на данный показатель и наличие дополнительных опций, к примеру, нескольких тюнеров, встроенных накопителей, Wi-Fi и прочее.

Наименьшей энергоэффективностью отличаются старые телевизоры с электронно-лучевой трубкой, а также современные плазменные. TFT-модели на сегодняшний день считаются наиболее энергоэффективными.

КЛАСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОНДИЦИОНЕРА

Расчет энергоэффективности кондиционера осуществляется по сложному алгоритму, так как учитываются одновременно коэффициенты охлаждения и нагрева. Коэффициенты определяются количеством тепловой энергии, которое выделяется в течение часа при работе аппарата при стопроцентной нагрузке. Коэффициенты показывают, во сколько раз тепловая мощность превосходит мощность потребления электроэнергии.

Для класса А коэффициенты составляют $>3,2-3,6$, а для класса В коэффициенты находятся в пределах $>3.0-3.2$.

Ввиду того, что в Европе погода стала сильно отличаться от нормы, было введено понятие сезонных индексов (SEER и SCOP), которые учитывают отклонение температуры от нормы, а также другие факторы.

ПОСУДОМОЕЧНЫЕ МАШИНЫ

Энергоэффективность машин для мытья посуды определяется с учетом потребления энергии в режиме ожидания и после 280 циклов мытья. Полученное значение соотносят со средним расходом энергии. За среднее значение принимается 462 кВт/ч электричества в год, которое тратится на мытье определенного количества посуды. Наивысший класс, то есть A+++ , имеет индекс 50 и меньше. Аппараты более низких классов могут иметь коэффициент до 90.

КОМПЬЮТЕРЫ

Компьютерам не присваивается класс энергоэффективности, так как это сложная техника, коэффициент которой посчитать практически невозможно.

Разные комплектующие ПК могут иметь разную производительность и энергоэффективность. Чем мощнее компьютер, тем больше энергии он потребляет. Особенно это касается игровых моделей, обладающих производительными видеокартами.

Однако, следует учитывать, что производители компьютерных комплектующих также стремятся к повышению энергоэффективности и снижению тепловыделения своей продукции. Поэтому самая мощная современная видеокарта будет потреблять энергии всегда меньше, чем, к примеру, видеокарта аналогичного класса, но десятилетней давности. Еще одним важным элементом компьютера, который значительно влияет на потребление энергии, является блок питания. Желательно приобретать ПК с блоками питания класса 80 PLUS, которые в настоящий момент являются наиболее энергоэффективными.

Отсюда следует, что время от времени компьютерную технику стоит обновлять не только с целью повышения ее производительности, но и улучшения показателей энергоэффективности.

МОНИТОРЫ

Мониторам, как и компьютерам, не присваивается класс энергоэффективности, однако этот показатель стабильней, чем у компьютеров. В среднем современные мониторы имеют следующую мощность потребления:

- 18-20” – 12 Вт
- 21-22” – 17 Вт
- 23-24” 19 Вт.

Чтобы выбрать наиболее энергоэффективный монитор в своем классе, уделяйте внимание потребляемой мощности, которая указана в характеристиках. Самыми энергоэффективными являются модели мониторов с LED-подсветкой. Не забывайте, что монитор потребляет энергию даже когда находится в режиме сна, то есть, когда экран погашен, но светодиод горит.

ПРИНТЕРЫ

Принтерам, как и мониторам, не присваивается класс энергоэффективности, поэтому выбирать их следует с учетом мощности потребления, которая у разных типов оборудования разная:

- струйные принтеры – 25-40 Вт/ч.

- лазерные принтеры – 350-400 Вт/ч.

Помимо потребления электроэнергии, важным параметром является скорость печати.

Лазерные принтеры далеко не всегда менее энергоэффективны, чем струйные, так как скорость печати у них гораздо выше. Самостоятельно рассчитать энергоэффективность принтера можно как соотношение мощности потребления и количества напечатанных страниц в течение часа. Наименее энергоэффективными являются многофункциональные устройства, которые включают в себя принтер и сканер. Это связано с тем, что в случае использования принтера в режиме ожидания работает и сканер. Для дома, где принтер используется редко, его энергоэффективность особой роли не играет. Единственное, следует помнить, что он потребляет несколько ватт электроэнергии даже в режиме ожидания.

КЛАСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕСОСА

Градация энергоэффективности такая же, как и у остальных энергоприборов, но только до класса D.

Моделей класса E, F и G в продаже уже не существует.

Пылесосам, предназначенным для уборки твердых поверхностей и ковров, присваивается два класса энергоэффективности. Как и в случае со стиральными машинами, класс энергоэффективности говорит не только о расходе электроэнергии, но и об эффективности уборки, то есть содержании пыли в воздухе после чистки поверхностей пылесосом. Как правило, производитель указывает не только класс энергоэффективности прибора, но и расход электроэнергии в год в кВт/ч. Этот показатель берется из расчета 50 уборок в год, выполненных в помещении площадью 87 квадратных метров.

МОРОЗИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Класс энергоэффективности морозилки высчитывается так же, как и обычного холодильника, то есть учитывается объем, минимальная температура и наличие дополнительных опций, повышающих потребление энергии. Градация также аналогична

холодильникам – потребление энергии моделей класса А+++ менее 22 кВт. Модели А-класса потребляют 44-55 кВт, морозильные же камеры В-класса потребляют 55-70 кВт электроэнергии.

Энергоэффективность морозильной камеры зависит от места и качества установки (так же, как и энергоэффективности холодильника). Если морозильная камера установлена не правильно, она будет потреблять гораздо больше электроэнергии, чем должна.

ЭЛЕКТРОПЛИТЫ

Класс энергоэффективности электроплит показывает расход электроэнергии в час при работе всех конфорок на полную мощность. Экономными считаются плиты, которые потребляют 0,6-1 кВт/ч. Модели низших классов потребляют 1,6/2,0 кВт/ч. Эта информация актуальна и для электродуховок. Единственное, при расчете ее энергоэффективности учитывается еще и объем. Если варочная плита комбинирована электродуховкой, в паспорте указывается два класса энергоэффективности, то есть для каждого элемента отдельно. Класс энергосбережения электродуховок определяют с учетом мощности потребления и объема духовой камеры.

Наиболее энергоэффективными являются индукционные печи. Их энергия расходуется непосредственно на нагрев посуды, а не нагрев конфорки и обогрев пространства вокруг плиты.

Однако и стоимость индукционных плит наиболее высокая.

ЭЛЕКТРОЧАЙНИКИ

Электрочайникам не присваивают класс энергоэффективности.

Наиболее важными являются следующие их параметры:

- объем чайника,
- время нагрева до закипания,
- потребляемая мощность.

Зная эти параметры, которые производители обычно указывают в характеристиках, не сложно при выборе сравнить энергоэффективность разных моделей и приобрести наиболее экономичную модель. Уделяя внимание классам

энергоэффективности бытовой и офисной техники, можно обеспечить значительную экономию энергии.

Экономия тепловой энергии в быту

Главный энергетический ресурс в жилищном хозяйстве – тепло, меры по ее экономии:

1. Заделка щелей в оконных рамах и дверных проемах;
2. Уплотнение притвора окон и дверей;
3. Установка окон с многокамерными стеклопакетами;
4. Установка теплоотражающего экрана (или алюминиевой фольги) на стену за радиатор отопления;
5. Замена чугунных радиаторов на алюминиевые (желательно с вентилями-термостатами);
6. Установка второй двери в подъездах.

В многоквартирном доме, необходимо обязательно, устанавливать приборы учета тепла и автоматическую систему регулирования теплопотребления.

Экономия электрической энергии в быту

1. Замена обычных ламп накаливания на светодиодные аналоги;
2. Использование местных светильников, когда нет необходимости в общем освещении;
3. Выходя из комнаты выключать свет;
4. Применение техники высокого класса энергоэффективности не ниже «А» (желательно «А+», «А++» и «А+++»);
5. Отключение устройств, длительное время находящихся в режиме ожидания. За год можно сэкономить порядка 300 кВт*час или 5000 тенге;
6. Кипятите в электрическом чайнике столько воды, сколько хотите использовать;
7. Установка холодильников в затемнённом и прохладном месте;
8. Электрическая плита самый энергоёмкий прибор в быту. Нужно следить, чтобы бы конфорки не были деформированы и плотно прилегали к днищу нагреваемой посуды, включать

плиту нужно именно в момент готовки, а выключать чуть раньше, чем будет готова пища.

В многоквартирном доме, необходимо устанавливать датчики движения и светодиодные лампы на лестничных площадках и в подвалах. В целом вполне реально сократить потребление электроэнергии на 40-50% без снижения качества жизни и ущерба для привычек.

Для сведения хотели бы отметить, что электрическая плита потребляет порядка 1000 кВт*час в год, холодильник – 400 кВт*час, телевизор – 250 кВт*час, стиральная машина – 200 кВт*час и т.д.

Хотя и газ является более экологически чистым энергетическим ресурсом, ее запасы не безграничны. Поэтому, меры по экономии газа также актуальны.

1. Пламя горелки не должно выходить за пределы дна кастрюли, сковороды, чайника;
2. Деформированное дно посуды приводит к перерасходу газа до 50%;
3. Посуда, в которой готовится пища, должна быть чистой и не пригоревшей;
4. Дверца духовки должна плотно прилегать к корпусу плиты и не выпускать раскаленный воздух;
5. В некоторых случаях, экономия горячей воды также дает снижению потребления газа.

В целом, просто экономное использование газа дает сокращение его потребления в 2 раза.

Еще одним незаметным ресурсом в быту является вода. На сегодняшний день стоимость одного кубического метра холодной воды не так уж и велика. В результате у многих создается ошибочное впечатление, что экономить воду не имеет никакого смысла, но ведь речь идет о питьевой воде, запасы которой на планете ограничены. В масштабах планеты недостаток питьевой воды является настоящей проблемой, требующей незамедлительного решения. Поэтому рациональное расходование воды следует рассматривать как порядочное поведение по отношению к природным ресурсам. К тому

же, экономия горячей и холодной воды помогает дополнительно снизить потребление электрической энергии расходуемой для обеспечения системы водоснабжения. Основные меры по экономии воды.

1. Установка счетчиков расхода воды;
2. Не оставляйте кран постоянно включенным, когда в этом нет необходимости (при чистке зубов, при умывании и принятии душа, при мойке посуды и т.д.);
3. Установка рычажных переключателей на смесители вместо поворотных кранов;
4. Не включайте воду полной струей. В большинстве случаев вполне достаточно небольшой струи;
5. На принятие душа уходит в 10 раз меньше воды, чем на принятие ванны;
6. Существенная экономия воды получается при применении двухкнопочных сливных бачков.
7. Установите посудомоечную машину и запускайте её чаще всего в режиме, который экономит воду и энергию, ручное мытьё значительно увеличивает расход воды;
8. Не пользуйтесь водой для размораживания мясных продуктов.

1.9 Энергетика и окружающая среда

Анализ перспектив развития мировой энергетики свидетельствует о заметном смещении приоритетных проблем в сторону всесторонней оценки возможных последствий влияния основных отраслей энергетики на окружающую среду, жизнь и здоровье населения.

Энергетические объекты (топливно-энергетический комплекс вообще и объекты энергетики в частности) по степени влияния на окружающую среду принадлежат к числу наиболее интенсивно воздействующих на биосферу.

Увеличение напоров и объемов водохранилищ гидроузлов, продолжение использования традиционных видов топлива (уголь, нефть, газ), строительство АЭС и других предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) выдвигают ряд принципиально важных задач глобального характера по оценке влияния энергетики на биосферу Земли. Если в предыдущие периоды выбор способов получения электрической и тепловой энергии, путей комплексного решения проблем энергетики, водного хозяйства, транспорта и др. и назначение основных параметров объектов (тип и мощность станции, объем водохранилища и др.) проводились в первую очередь на основе минимизации экономических затрат, то в настоящее время на первый план все более выдвигаются вопросы оценки возможных последствий возведения и эксплуатации объектов энергетики.

Это, прежде всего, относится к ядерной энергетике (АЭС и другие предприятия ЯТЦ), крупным гидроузлам, энергокомплексам, предприятиям, связанным с добычей и транспортом нефти и газа и т.п. Тенденции и темпы развития энергетики сейчас в значительной степени, определяются уровнем надежности и безопасности (в том числе экологической) электростанций разного типа. К этим аспектам развития энергетики привлечено внимание специалистов и широкой общественности, вкладываются значительные материальные и интеллектуальные ресурсы, однако сама концепция надежности и

безопасности потенциально опасных инженерных объектов остается во многом мало разработанной.

Развитие энергетического производства, по-видимому, следует рассматривать как один из аспектов современного этапа развития техносферы вообще (и энергетики в частности) и учитывать при разработке методов оценки и средств обеспечения надежности и экологической безопасности наиболее потенциально опасных технологий.

Объекты энергетики, как и многие предприятия других отраслей промышленности, представляют источники неизбежного, потенциального, до настоящего времени практически количественно не учитываемого риска для населения и окружающей среды. Под надежностью объекта понимается его способность выполнять свои функции (в данном случае – выработка электро- и тепловой энергии) в заданных условиях эксплуатации в течение срока службы. Или наиболее подробно: свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующие способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

Под экологической безопасностью понимается сохранение в регламентируемых пределах возможных отрицательных последствий воздействия объектов энергетики на природную среду. Регламентация этих негативных последствий связана с тем, что нельзя добиться полного исключения экологического ущерба.

Отрицательные последствия воздействия энергетики на окружающую среду следует ограничивать некоторым минимальным уровнем, например, социально-приемлемым допустимым уровнем. Должны работать экономические механизмы, реализующие компромисс между качеством среды обитания и социально-экономическими условиями жизни населения. Социально-приемлемый риск зависит от многих факторов, в частности, от особенностей объекта энергетики.

В силу специфики технологии использования водной энергии гидроэнергетические объекты преобразуют природные процессы на

весьма длительные сроки. Например, водохранилище ГЭС (или система водохранилищ в случае каскада ГЭС) может существовать десятки и сотни лет, при этом на месте естественного водотока возникает техногенный объект с искусственным регулированием природных процессов - природно-техническая система (ПТС). В данном случае задача сводится к формированию такой ПТС, которая обеспечивала бы надежное и экологически безопасное формирование комплекса. При этом соотношение между основными подсистемами ПТС (техногенным объектом и природной средой) может быть существенно различным в зависимости от выбранных приоритетов – технических, экологических, социально-экономических и др., а принцип экологической безопасности может формулироваться, например, как поддержание некоторого устойчивого состояния создаваемой ПТС.

Другой оказывается постановка задачи оценки возможных последствий для окружающей среды при создании объектов ядерной энергетики. Здесь под экологической безопасностью понимается концепция, согласно которой при проектировании, строительстве, эксплуатации и снятии с эксплуатации АЭС, а также других объектов ЯТЦ предусматривается и обеспечивается сохранение региональных экосистем. При этом допускается некоторый экологический ущерб, риск которого не превосходит определенного (нормируемого) уровня. Этот риск минимален в период штатной эксплуатации АЭС, возрастает при возведении объекта и снятии его с эксплуатации и, особенно – в аварийных ситуациях. Необходимо учитывать влияние на окружающую среду всех основных факторов техногенного воздействия: радиационного, химического теплового (с учетом их возможного нелинейного взаимодействия). Следует иметь в виду и различные масштабы возможных последствий: локальный (тепловое пятно сброса подогретых вод в водоемы и водотоки), региональный (выброс радионуклидов), глобальный (рассеяние долгоживущих радионуклидов по биосферным каналам). Если же создается крупное водохранилище-охладитель, то, как в случае гидроэнергетического объекта, должна ставиться задача об экологически безопасном

функционировании сложной ПТС (с учетом отмеченной специфики АЭС).

Аналогичный круг вопросов следует рассматривать при формулировании концепции экологической безопасности объектов теплоэнергетики: учет теплового и химического воздействия на окружающую среду, влияние водоемов-охладителей и т.п. Кроме того, для крупных ТЭС на твердом топливе (уголь, сланцы) возникают проблемы надежной и безопасной эксплуатации золоотвалов – сложных и ответственных грунтовых гидросооружений. И здесь надо ставить задачу о безопасном функционировании ПТС «ТЭС – окружающая среда».

Проблемы энергетики

Современный период развития человечества иногда характеризуют через три «Э»: энергетика, экономика, экология. Энергетика в этом ряду занимает особое место. Она является определяющей и для экономики, и для экологии. От нее в решающей мере зависит экономический потенциал государств и благосостояние людей. Она же оказывает наиболее сильное воздействие на окружающую среду, экосистемы и биосферу в целом. Самые острые экологические проблемы (изменение климата, кислотные осадки, всеобщее загрязнение среды и другие) прямо или косвенно связаны с производством, либо с использованием энергии.

Энергетике принадлежит первенство не только в химическом, но и в других видах загрязнения: тепловом, аэрозольном, электромагнитном, радиоактивном. Поэтому не будет преувеличением сказать, что от решения энергетических проблем зависит возможность решения основных экологических проблем. Энергетика - это та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12-15 лет. При таком соотношении темпов роста населения и энергетики, энерговооруженность лавинообразно

увеличивается не только в суммарном выражении, но и в расчете на душу населения.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся (некоторое замедление их в промышленно развитых странах компенсируется ростом энерговооруженности стран третьего мира), поэтому важно получить ответы на следующие вопросы:

- какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды современной (тепловой, водной, атомной) энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе;

- можно ли уменьшить отрицательное воздействие на среду современных (традиционных) методов получения и использования энергии;

- каковы возможности производства энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких как энергия солнца, ветра, термальных вод и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически чистым.

В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде тепловой и только часть ее превращается в электрическую. Однако и в том и в другом случае высвобождение энергии из органического топлива связано с его сжиганием, а, следовательно, и с поступлением продуктов горения в окружающую среду. Познакомимся с основными экологическими последствиями современных способов получения и использования энергии.

Экологические проблемы тепловой энергетики

За счет сжигания топлива (включая дрова и другие биоресурсы) в настоящее время производится около 90% энергии.

Доля тепловых источников уменьшается до 80-85% в производстве электроэнергии. При этом в промышленно развитых странах нефть и нефтепродукты используются в основном для обеспечения нужд транспорта.

В мировом масштабе гидроресурсы обеспечивают получение около 5-6% электроэнергии (в России 20,5%), атомная энергетика дает 17-18% электроэнергии. В России ее доля близка к 12%, а в ряде стран она является преобладающей в энергетическом балансе (Франция - 74%, Бельгия - 61%, Швеция - 45%).

Сжигание топлива - не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Они, вместе с транспортом, поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде CO), около 50% двуокиси серы, 35% - окислов азота и около 35% пыли. Имеются данные, что тепловые электростанции в 2-4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности.

В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа-400 млн. доз, магния -1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах. Это, однако, не исключает их отрицательного влияния через воду, почвы и другие звенья экосистем.

Можно считать, что тепловая энергетика оказывает отрицательное влияние практически на все элементы среды, а также на человека, другие организмы и их сообщества. В обобщенном виде эти воздействия представлены в таблице 1.9.1.

Вместе с тем влияние энергетики на среду и ее обитателей в большей мере зависит от вида используемых энергоносителей

(топлива). Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следует нефть (мазут), каменные угли, бурые угли, сланцы, торф.

Хотя в настоящее время значительная доля электроэнергии производится за счет относительно чистых видов топлива (газ, нефть), однако закономерной является тенденция уменьшения их доли. По имеющимся прогнозам, эти энергоносители потеряют свое ведущее значение уже в первой четверти XXI столетия.

Здесь уместно вспомнить высказывание Д. И. Менделеева о недопустимости использования нефти как топлива: «нефть не топливо - топить можно и ассигнациями». Не исключена вероятность существенного увеличения в мировом энергобалансе использования угля. По имеющимся расчетам, запасы углей таковы, что они могут обеспечивать мировые потребности в энергии в течение 200-300 лет. Возможная добыча углей, с учетом разведанных и прогнозных запасов, оценивается более чем в 7 триллионов тонн. Угли содержат от 0,2 до десятков процентов серы в основном в виде пирита, сульфата закисного железа и гипса. Имеющиеся способы улавливания серы при сжигании топлива далеко не всегда используются из-за сложности и дороговизны. Поэтому значительное количество ее поступает и, по-видимому, будет поступать в ближайшей перспективе в окружающую среду. Серьезные экологические проблемы связаны с твердыми отходами ТЭС - золой и шлаками. Хотя зола в основной массе улавливается различными фильтрами, все же в атмосферу в виде выбросов ТЭС ежегодно поступает около 250 млн. т. мелкодисперсных аэрозолей. Последние способны заметно изменять баланс солнечной радиации у земной поверхности. Они же являются ядрами конденсации для паров воды и формирования осадков, а попадая в органы дыхания человека и других организмов, вызывают различные респираторные заболевания.

Выбросы ТЭС являются существенным источником такого сильного канцерогенного вещества, как бензо(а)пирен. С его действием связано увеличение онкологических заболеваний. В

выбросах угольных ТЭС содержатся также окислы кремния и алюминия. Эти абразивные материалы способны разрушать легочную ткань и вызывать такое заболевание, как силикоз, которым раньше болели шахтеры. Сейчас случаи заболевания силикозом регистрируются у детей, проживающих вблизи угольных ТЭС.

Серьезную проблему вблизи ТЭС представляет складирование золы и шлаков. Для этого требуются значительные территории, которые долгое время не используются, а также являются очагами накопления тяжелых металлов и повышенной радиоактивности.

Имеются данные, что если бы вся сегодняшняя энергетика базировалась на угле, то выбросы CO, составляли бы 20 млрд. тонн в год (сейчас они близки к 6 млрд. т/год). Это тот предел, за которым прогнозируются такие изменения климата, которые обусловят катастрофические последствия для биосферы.

ТЭС - существенный источник подогретых вод, которые используются здесь как охлаждающий агент. Эти воды нередко попадают в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующему цепные природные реакции (размножение водорослей, потерю кислорода, гибель гидробионтов, превращение типично водных экосистем в болотные и т. п.).

Экологические проблемы гидроэнергетики

Одно из важнейших воздействий гидроэнергетики связано с отчуждением значительных площадей плодородных (пойменных) земель под водохранилища.

Значительные площади земель вблизи водохранилищ испытывают подтопление в результате повышения уровня грунтовых вод. Эти земли, как правило, переходят в категорию заболоченных. В равнинных условиях подтопленные земли могут составлять 10% и более от затопленных. Уничтожение земель и свойственных им экосистем происходит также в результате их разрушения водой (абразии) при формировании береговой линии. Абразионные процессы обычно продолжаются десятилетиями,

имеют следствием переработку больших масс почвогрунтов, загрязнение вод, заиливание водохранилищ.

Таким образом, со строительством водохранилищ связано резкое нарушение гидрологического режима рек, свойственных им экосистем и видового состава гидробионтов. Так, Волга практически на всем протяжении (от истоков до Волгограда) превращена в непрерывную систему водохранилищ.

Ухудшение качества воды в водохранилищах происходит по различным причинам. В них резко увеличивается количество органических веществ как за счет ушедших под воду экосистем (древесина, другие растительные остатки, гумус почв и т. п.), так и вследствие их накопления в результате замедленного водообмена. Это своего рода отстойники и аккумуляторы веществ, поступающих с водосборов.

В водохранилищах резко усиливается прогревание вод, что интенсифицирует потерю ими кислорода и другие процессы, обусловливаемые тепловым загрязнением. Последнее, совместно с накоплением биогенных веществ, создает условия для зарастания водоемов и интенсивного развития водорослей, в том числе и ядовитых сине-зеленых (цианей). По этим причинам, а также вследствие медленной обновляемости вод резко снижается их способность к самоочищению. Ухудшение качества воды ведет к гибели многих ее обитателей. Возрастает заболеваемость рыбного стада, особенно поражение гельминтами. Снижаются вкусовые качества обитателей водной среды. В конечном счете, перекрытые водохранилищами речные системы из транзитных превращаются в транзитно-аккумулятивные.

Экологические проблемы атомных электростанций

К маю 1986 г. 400 энергоблоков, работавших в мире и дававших более 17% электроэнергии, увеличили природный фон радиоактивности не более чем на 0,02%. До Чернобыльской катастрофы в нашей стране никакая отрасль производства не имела меньшего уровня производственного травматизма, чем АЭС. За 30

лет до трагедии при авариях, и то по нерадиационным причинам, погибло 17 человек. После 1986 г. главную экологическую опасность АЭС стали связывать с возможностью аварий. Хотя вероятность их на современных АЭС и невелика, но она и не исключается. К наиболее крупным авариям такого плана относится случившаяся на четвертом блоке Чернобыльская АЭС.

По различным данным, суммарный выброс продуктов деления от содержащихся в реакторе составил от 3,5% (63 кг) до 28% (50 т). Для сравнения отметим, что бомба, сброшенная на Хиросиму, дала только 740 г радиоактивного вещества.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, охватившая более 20 государств. В пределах бывшего СССР пострадало 11 областей, где проживает 17 млн. человек. Общая площадь загрязнённых территорий превышает 8 млн. га, или 80000 км².

В результате аварии погиб 31 человек и более 200 человек получили дозу радиации, приведшую к лучевой болезни. 115 тыс. человек было эвакуировано из наиболее опасной (30-километровой) зоны сразу после аварии. Число жертв и количество эвакуированных жителей увеличивается, расширяется зона загрязнения в результате перемещения радиоактивных веществ ветром, при пожарах, с транспортом и т. п. Последствия аварии будут сказываться на жизни нескольких поколений.

После аварии на Чернобыльской АЭС отдельные страны приняли решение о полном запрете на строительство АЭС. В их числе Швеция, Италия, Бразилия, Мексика. Швеция, кроме того, объявила о намерении демонтировать все действующие реакторы (их 12), хотя они и давали около 45% всей электроэнергии страны. Резко замедлились темпы развития данного вида энергетики в других странах. Приняты меры по усилению защиты от аварий существующих, строящихся и планируемых к строительству АЭС. Вместе с тем человечество осознает, что без атомной энергетики на современном этапе развития не обойтись. Строительство и ввод в

строй новых АЭС постепенно увеличивается. В настоящее время в мире действует более 500 атомных реакторов. Около 100 реакторов находится в стадии строительства.

В процессе ядерных реакций выгорает лишь 0,5-1,5% ядерного топлива. Ядерный реактор мощностью 1000 МВт за год работы дает около 60 т радиоактивных отходов. Часть их подвергается переработке, а основная масса требует захоронения. Технология захоронения довольно сложна и дорогостояща. Отработанное топливо обычно перегружается в бассейны выдержки, где за несколько лет существенно снижается радиоактивность и тепловыделение. Захоронение обычно проводится на глубинах не менее 500-600 м в шурфах. Последние располагаются друг от друга на таком расстоянии, чтобы исключалась возможность атомных реакций.

Неизбежный результат работы АЭС - тепловое загрязнение вод. На единицу получаемой энергии здесь оно в 2-2,5 раза больше, чем на ТЭС, где значительно больше тепла отводится в атмосферу. Выработка 1 млн. кВт электроэнергии на ТЭС дает 1,5 км³ подогретых вод, на АЭС такой же мощности объем подогретых вод достигает 3-3,5 км³.

Следствием больших потерь тепла на АЭС является более низкий коэффициент их полезного действия по сравнению с ТЭС. На последних он равен 35-40%, а на АЭС - только 30-31 %.

В целом можно назвать следующие воздействия АЭС на среду:

- разрушение экосистем и их элементов (почв, грунтов, водоносных структур и т. п.) в местах добычи руд (особенно при открытом способе);

- изъятие земель под строительство самих АЭС. Особенно значительные территории отчуждаются под строительство сооружений для подачи, отвода и охлаждения подогретых вод. Для электростанции мощностью 1000 МВт требуется пруд-охладитель площадью около 800-900 га. Пруды могут заменяться гигантскими

градирнями с диаметром у основания 100-120 м и высотой, равной 40-этажному зданию;

- изъятие значительных объемов вод из различных источников и сброс подогретых вод. Если эти воды попадают в реки и другие источники, в них наблюдается потеря кислорода, увеличивается вероятность цветения, возрастают явления теплового стресса у гидробионтов;

- не исключено радиоактивное загрязнение атмосферы, вод и почв в процессе добычи и транспортировки сырья, а также при работе АЭС, складировании и переработке отходов, их захоронениях.

Некоторые пути решения проблем современной энергетики

Несомненно, что в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе мира и отдельных стран. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В этой связи рассмотрим некоторые пути и способы их использования, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания вредных отходов. В их числе можно назвать следующие:

1. Использование и совершенствование очистных устройств. В настоящее время на многих ТЭС улавливаются в основном твердые выбросы с помощью различного вида фильтров. Наиболее агрессивный загрязнитель - сернистый ангидрид на многих ТЭС не улавливается или улавливается в ограниченном количестве. В то же время имеются ТЭС (США, Япония), на которых производится практически полная очистка от данного загрязнителя, а также от окислов азота и других вредных поллютантов. Для этого используются специальные десульфурационные (для улавливания диоксида и триоксида серы) и денитрификационные (для улавливания окислов азота) установки. Наиболее широко

улавливание окислов серы и азота осуществляется посредством пропускания дымовых газов через раствор аммиака. Конечными продуктами такого процесса являются аммиачная селитра, используемая как минеральное удобрение, или раствор сульфита натрия (сырье для химической промышленности). Такими установками улавливается до 96% окислов серы и более 80% оксидов азота. Существуют и другие методы очистки от названных газов.

2. Уменьшение поступления соединений серы в атмосферу посредством предварительного обессеривания (десульфурации) углей и других видов топлива (нефть, газ, горючие сланцы) химическими или физическими методами. Этими методами удается извлечь из топлива от 50 до 70% серы до момента его сжигания.

3. Большие и реальные возможности уменьшения или стабилизации поступления загрязнений в среду связаны с экономией электроэнергии. Не менее реальна экономия энергии за счет уменьшения металлоемкости продукции, повышения ее качества и увеличения продолжительности жизни изделий. Перспективно энергосбережение за счет перехода на наукоемкие технологии, связанные с использованием компьютерных и других устройств.

4. Не менее значимы возможности экономии энергии в быту и на производстве за счет совершенствования изоляционных свойств зданий. Реальную экономию энергии дает замена ламп накаливания с КПД около 5% флуоресцентными, КПД которых в несколько раз выше.

Крайне расточительно использование электрической энергии для получения тепла. Важно иметь в виду, что получение электрической энергии на ТЭС связано с потерей примерно 60-65% тепловой энергии, а на АЭС - не менее 70% энергии. Энергия теряется также при передаче ее по проводам на расстояние. Поэтому прямое сжигание топлива для получения тепла, особенно газа, намного рациональнее, чем через превращение его в электричество, а затем вновь в тепло.

5. Заметно повышается также КПД топлива при его использовании вместо ТЭС на ТЭЦ. В последнем случае объекты получения энергии приближаются к местам ее потребления и тем самым уменьшаются потери, связанные с передачей на расстояние. Наряду с электроэнергией на ТЭЦ используется тепло, которое улавливается охлаждающими агентами. При этом заметно сокращается вероятность теплового загрязнения водной среды. Наиболее экономично получение энергии на небольших установках типа ТЭЦ (когенерование) непосредственно в зданиях. В этом случае потери тепловой и электрической энергии снижаются до минимума. Такие способы в отдельных странах находят все большее применение.

Существуют реальные возможности для перехода на альтернативные источники энергии (неисчерпаемые и экологически чистые). С этих позиций современные методы получения энергии можно рассматривать как своего рода переходные.

1.10 Основы энергетического менеджмента и аудита

Энергетический аудит - это комплекс услуг для тех предприятий и организаций, которые приняли решение развиваться по интенсивному пути, сокращая нерациональные потери, модернизируя производство и управление.

Качественный энергетический аудит (проведение энергетического обследования) требуется при оптимизации потребления энергетических ресурсов, а также при необходимости увеличить энергетическую эффективность производства.

Энергетический аудит подразумевает собой техническое инспектирование энергогенерирования и энергопотребления предприятия с целью определения возможности экономии энергии и предоставления предприятию помощи в осуществлении мероприятий, обеспечивающих экономию энергоресурсов на практике.

Термин этот пришел на постсоветское пространство в начале 90-х. Популяризации энергоаудита постсоветские страны в первую очередь обязаны международным программам TACIS и U.S.A.I.D.

Энергоаудит возник на стыке энергетики, экономики и технологии. В некоторой степени сюда должна быть отнесена и экология — в особенности для тех производств, в которых эта составляющая имеет большой вес в себестоимости готовой продукции.

В республике Беларусь, в силу недостаточности собственных источников энергии, особое значение придается эффективному использованию имеющихся энергоресурсов. Вспомогательным фактором в деле по рациональному потреблению энергии должен стать энергетический аудит.

Главное направление развития энергетики в экономически развитых странах - снижение энергоемкости на единицу продукции, которое закрепляется в законодательном порядке различными программами развития.

Во многих странах законодательные рамки позволяют обеспечить основным мероприятиям по повышению энергоэффективности легитимный характер. Это особенно важно в тех случаях, когда устанавливаются специальные налоговые

стимулы или субсидии, которые, естественно, должны согласовываться с законом о налогообложении. В других же странах приходится ограничиваться лишь приданием планам по энергосбережению статуса национальных программ.

Ряд государств ввели обязательное требование назначения менеджера по энергетике. Он разрабатывает годовые планы по повышению энергоэффективности и несет личную ответственность за их выполнение. Это, в первую очередь, касается крупных пользователей энергии. Выполнение этого требования открывает компании доступ к правительственным субсидиям на энергосбережение, как, например, происходит в Италии.

Если в стране существует субсидирование энергосберегающих мероприятий, то условия его получения устанавливаются законодательно, что зафиксировано в Законодательном Акте для дотаций. Такие Акты имеются в законодательстве 10 государств из 15 членов ЕС.

В ряде стран (также в 10 из 15) принят закон о налоговых льготах (стимулах). Он позволяет делать налоговые скидки на расходы по приобретению оборудования или услуги, ведущие к энергосбережению. Его часто применяют и для компенсации налогов отдельных граждан или коллективов. Некоторые программы предлагают компаниям выбор: платить налог за потребляемую энергию или произвести инвестиции в мероприятия, повышающие энергоэффективность. Детали применения налоговых льгот оговариваются в законодательстве.

В ряде стран, таких, как Бельгия, Дания, Франция, создан, так называемый, Возобновляемый фонд. Он представляет собой государственный фонд по выдаче займов для инвестирования в энергосберегающие мероприятия. Фонд функционирует на возвратной основе, что делает его постоянно действующим и хозрасчетным. Как правило, установленная фондом процентная ставка ниже, чем при обычных коммерческих условиях, что равносильно льготному кредиту. Однако, по оценкам экспертов, Возобновляемый фонд достаточно дорого обходится правительству. Поэтому в качестве альтернативы ему в ряде стран, таких, как Франция, Германия, Люксембург, Нидерланды, применяется ускоренная норма амортизации. Она представляет собой право,

предоставляемое доходным предприятиям списывать инвестиции в проекты по энергоэффективности быстрее, чем другие капиталовложения, что дает возможность снизить за короткий срок налоговую задолженность.

В Австрии, Дании, Франции, Ирландии, Италии, Нидерландах под рубрикой общих мероприятий применяется правовое (нормативное) регулирование энергетического менеджмента спроса коммунальных хозяйств. Оно состоит в том, что следуя программе энергетического менеджмента спроса, использующей методы планирования энергообеспечения по наименьшим затратам, производитель энергии более заинтересован отдать часть своей прибыли на финансирование энергосберегающих мероприятий у потребителя, а не на строительство новых генерирующих мощностей. Поскольку большинство национальных поставщиков энергии находится в собственности государства, то государство перед финансированием подобных схем должно утвердить затраты и прибыль от реализации программы и форму правового регулирования расходов.

В новых индустриальных странах Юго-Восточной Азии (Корея, Сингапур, Гонконг, Тайвань) значительная часть энергосберегающих мероприятий финансируется самим государством, которое чаще всего само устанавливает энергетическое оборудование, соответствующее непромышленной сфере, выделяет владельцам жилых домов целевые беспроцентные ссуды или субсидии на перестройку зданий и приобретение материалов в соответствии с существующими стандартами и рекомендациями специалистов.

Правительство Тайваня предоставляет промышленным предприятиям низкопроцентные кредиты на приобретение энергосберегающего оборудования внутри страны и за рубежом.

В некоторых странах (Великобритания, США, Италия) в последние 10–15 лет предприняты шаги по регулируемой законом демонополизации деятельности электроэнергетических компаний путем постепенного вовлечения в рынок производства электроэнергии новых энергопроизводящих фирм, а также организации рынка по экономии электроэнергии как альтернативы увеличению ее производства. Организация рынка услуг по

реализации энергосбережения в регионе вынуждает энергосберегающие компании заниматься вопросами энергосбережения у потребителя. Ряд компаний в этих странах идут на поддержку энергосбережения у промышленного производителя, так как это ведет к экономическому оздоровлению обслуживаемого региона, росту производства и соответствующему увеличению потребления электроэнергии.

Регулирование энергосбережения в промышленности. Немногие государства Западной Европы идут по пути установки нормативов, непосредственно относящихся к промышленности. Причиной непопулярности введения нормативов для промышленности является то, что промышленность располагает достаточным количеством финансовых средств, высокой технической квалификацией персонала, стремлением к максимальным доходам. Другими словами, в промышленном секторе достаточно собственных внутренних стимулов, порожденных конкуренцией на рынках, принуждающих производить менее энергоемкую, а, следовательно, более конкурентоспособную продукцию, а значит активно осуществлять политику энергосбережения.

Тем не менее, в некоторых странах все же используются мероприятия, стимулирующие повышение энергоэффективности в промышленности. К их числу относятся следующие:

В ряде государств применяются обязательные энергетические аудиты. В отраслях с большим потреблением энергии такие аудиты проводятся на регулярной основе и их предписания обязательны к исполнению. Энергетические аудиты являются необходимым условием для выделения правительственных субсидий или другой помощи в осуществлении мероприятий по энергосбережению;

В Италии, Франции, Нидерландах, Португалии существует требование составления энергетических планов крупными промышленными предприятиями с указанием намечаемых мероприятий по повышению энергоэффективности, а также выполнения отчетов по использованию энергии в течение года и деятельности, направленной на уменьшение энергопотребления;

В Германии, Греции и Франции применяются стандарты для камер сгорания топлива. Очевидно, роль этого стандарта особенно велика там, где эксплуатируются парогенераторы или установки по выработке технологического тепла. Очень редки в Западной Европе энергетические стандарты на оборудование. Они охватывают двигатели, насосы, вентиляторы и компрессоры;

Для стимулирования совместной выработки тепла и электрической энергии используются такие мероприятия, как благоприятный ценовой режим, денежные дотации, когда часть капиталовложений обеспечивается правительством.

Энергетические обследования (энергоаудит) на промышленных предприятиях инспекторы энергоснабжающих компаний этих стран проводят либо самостоятельно, либо обращаются к услугам компетентных экспертов НИИ электроэнергетики, университетов, технологических институтов и консалтинговых фирм. Энергетические обследования, для коммерческого и бытового секторов, энергокомпании проводят самостоятельно.

Для построения грамотной энергосберегающей программы и разработки энергосберегающих мероприятий Республика Беларусь должна опираться на уже имеющийся иностранный опыт, учитывая при этом индивидуальные особенности нашей страны.

Согласно Закону Республики Беларусь от 15.07.1998 № 190-3 «Об энергосбережении»: «обязательному энергетическому обследованию подлежат предприятия, учреждения, организации, если годовое потребление ими топливно-энергетических ресурсов составляет более 1,5 тыс. т у.т.» Периодичность обследований – один раз в 5 лет.

Основные нормативно-правовые документы регулирующие энергетическое обследование организаций в республике

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.07.2006 №964 «Об энергетическом обследовании организаций»

СТБ 1776-2007 Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов

СТБ 1691-2006 Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Требования к организациям.

ТКП 5.1.13-2006 Национальная система подтверждения соответствия. Порядок сертификации экспертов-энергоаудиторов

Главной целью энергоаудита является комплексный анализ всех систем энергоснабжения объекта для определения потенциала энергоснабжения и выявления основных направлений его реализации, а также для разработки мероприятий и технических решений, позволяющих снизить энергопотребление и, как следствие, финансовые затраты на оплату топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Цели, задачи и источники информации при проведении энергоаудита можно представить в виде таблицы 1.10.1.

Таблица 1.10.1 - Цели, задачи и источники информации при проведении энергоаудита

Энергетический аудит		
– это обследование предприятия с целью сбора информации об источниках энергии и ее удельном потреблении на единицу выпускаемой продукции		
Цели:	Задачи:	Источники:
<ul style="list-style-type: none"> - определение форм используемой энергии; - изучение потребления энергии, сбор данных по затратам энергии; - проверка текущей информации по энергетике и исследовании рабочих процессов и операций; - определение структуры тарифов на электроэнергию; - разработка и совершенствование методики 	<ul style="list-style-type: none"> - выявление неэкономичных режимов работы оборудования, что осуществляется на основе обследования работы и энергопотребления предприятия и анализа результатов; - определение возможного потенциала энергосбережения на предприятии по видам энергоносителей и оценка размера 	<ul style="list-style-type: none"> - опрос и анкетирование руководства и технического персонала; - схемы энергоснабжения и учета расхода энергоресурсов; - отчетная документация по коммерческому и техническому учету расхода энергоресурсов; - счета от поставщиков энергоресурсов;

<p>выполнения записи расхода энергии;</p> <p>- определение потребления энергии на единицу выпускаемой продукции (удельного потребления энергии);</p> <p>- определение потенциальных зон производства, где имеются наиболее существенные потери энергии;</p> <p>- разработка мероприятий по сокращению потребления энергии.</p>	<p>инвестиций на энергосберегающие мероприятия;</p> <p>- разработка комплексной программы по энергосбережению, включающей в себя технико-экономические обоснования эффективности применения конкретных мероприятий, с учетом динамики развития предприятия;</p> <p>- составление энергетического паспорта с отражением всех основных сведений об энергохозяйстве предприятия и оценка эффективности использования ТЭР по объектам предприятия.</p>	<p>- графики нагрузки энергопотребления во времени;</p> <p>- экономические данные (цены, тарифы, себестоимость);</p> <p>- документация на энергопотребляющее оборудование (паспорта, формуляры, спецификации, технологические регламенты);</p> <p>- документация по ремонтам, наладочным и испытательным работам;</p> <p>- документация по энергосберегающим мероприятиям;</p> <p>- перспективные программы и проекты реструктуризации или модернизации предприятия.</p>
--	--	--

1.10.1 Общие положения энергетического аудита

Высокий уровень энергоемкости большинства технологий и производств, постоянный рост тарифов на энергоресурсы заставляют руководство предприятий и организаций задуматься о путях

снижения энергозатрат. В промышленном производстве это, в первую очередь, осуществляют через удельные затраты, отнесенные на общую или жилую площади зданий, объем зданий, численность персонала или жильцов.

В настоящих условиях все большую роли в разработке и реализации программ энергосбережения (ЭС) играют независимые энергоаудиторские и консалтинговые структуры.

Для определения эффективности использования потребляемых энергоресурсов (ЭР), выбора способов снижения нерационального энергопотребления, получения информации для объективной оценки потребления энергии, как в натуральном, так и в стоимостном выражении необходимо проведение энергетических обследований.

Довольно часто у руководства крупных предприятий и организаций возникает желание поручить проведение энергетического обследования своим энергетическим службам, т.е. провести обследование собственными силами.

Такой подход объясняется рядом причин. Это и желание сэкономить финансовые затраты на проведение обследования, и желание не разглашать сведения о своей деятельности, являющейся коммерческой тайной, и другие. Конфиденциальность сведений, получаемых в процессе энергетического аудита, без сомнения, является прерогативой заказчика.

Однако законодательство устанавливает необходимость независимого и компетентного энергетического обследования. Об этом говорит и опыт. В связи с этим энергоаудиты должны быть из юридически независимой организации.

Главной целью энергоаудита является комплексный анализ всех систем ЭС объекта для определения потенциала ЭС и выявления основных направлений его реализации, а также для разработки мероприятий и технических решений, позволяющих снизить энергопотребление, и как следствие, финансовые затраты на оплату топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Цели энергоаудита можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 1.10.1



Рисунок 1.10.1 – Цели энергоаудита

Как показывает практический опыт, потенциал энергосбережения для предприятий различных отраслей отличается существенно и составляет как минимум:

- по тепловой энергии – 15-25%;
- по электрической энергии – 10-20%.

Многие руководители предприятий ошибочно считают результатом энергоаудита снижение энергозатрат. В действительности с энергоаудита, энергосбережение только начинается. Хотя, как показывает опыт, эффективность энергетических обследований очень высока.

Основой энергоаудита является методическое обеспечение, определяющее порядок и правила проведения обследований энергохозяйства предприятий и организаций. В настоящее время вопросами энергообеспечения энергоаудиторской деятельности уделяется огромное внимание. Среди оснований для выдачи лицензии на проведение энергетических обследований важнейшим является наличие методических материалов, позволяющих оценивать эффективность использования энергетических ресурсов.

Препятствием на пути эффективного проведения энергоаудита служит иногда «закрытость» персонала

энергетических служб обследуемых предприятий и организаций в сборе исходных данных, а также отсутствие необходимой информации, которой должен оперировать энергоаудитор.

Сбор первичной информации. В зависимости от степени глубины энергоаудита определяется перечень необходимой исходной информации об объекте и порядок проведения обследования. Сбор первичной информации является наиболее важным и в то же время самым трудоемким этапом проведения энергоаудита. В сборе информации участвуют энерготехнологические службы обследуемого предприятия и обследующая организация. Основными источниками информации являются:

- схемы энергоснабжения и учета энергоресурсов;
- оплаченные счета за используемые энергоресурсы;
- данные по объему произведенной продукции, ценам тарифам;
- договоры с энергоснабжающими организациями;
- технологические регламенты, режимные карты, аппаратно-технологические схемы процессов;
- результаты визуального обследования производственных цехов и энергопотребляющего оборудования;
- перспективные программы ЭС и модернизации производства, утвержденные планом развития предприятия;
- беседы с руководящим и техническим персоналом службы главного энергетика и производственных подразделений.

Предприятие должно предоставить необходимую документальную информацию не менее чем за полный календарный год, предшествующий обследованию (базовый год). При этом оно несет ответственность за достоверность представленной информации.

Состав первичной информации:

- общие сведения о предприятии;
- фактические отчетные данные по энергоиспользованию и выпуску продукции в текущем и базовом году (по месяцам);
- показатели энергопотребления в существующих формах статистической и внутризаводской отчетности;

- перечень основного энергопотребляющего оборудования;
- технические и энергетические характеристики оборудования;
- технико-экономические показатели энергоносителей, используемые на предприятии;
- сведения об источниках топливо-, электро- и водоснабжения, сжатого воздуха;
- фонд рабочего времени, сменность;
- схемы систем тепло-, электро-, водо-, топливо-, холодо- и воздухоснабжения предприятия и отдельных подразделений;
- наличие вторичных энергоресурсов и их использование.

Анализ исходной информации. В процессе анализа собранной информации об объекте необходимо оценить следующие показатели:

- общую стоимость затрат предприятия на энергоресурсы, расходы на воду и стоки;
- структуру затрат по энергоносителям;
- количественные характеристики производства продукции за последний год по месяцам;
- себестоимость продукции;
- энергоемкость продукции;
- удельные расходы ЭР на основные виды продукции по месяцам.

В процессе анализа необходимо выявить, доля каких ресурсов в общем потреблении наиболее значительна, на какие ЭР нужно обратить внимание прежде всего.

При рассмотрении структур тарифов на ЭР нужно учесть все факторы, которые в конечном итоге определяют, сколько предприятие платит за ЭР: изменение тарифа в течение года, структуру тарифа, дифференцированные тарифные ставки, штрафные санкции и другие выплаты.

При обработке и анализе исходной информации наиболее сложным этапом является распределение потребления каждого ЭР

по основным потребителям (разработка фактических и нормативно-расчетных энергетических балансов).

При составлении балансов решаются следующие основные задачи: оценка фактического состояния энергоиспользования; выявление причин и значение потерь энергоресурсов; определение рациональных размеров потребления ЭР в производственных процессах и установках; улучшение работы технологического и энергетического оборудования; совершенствование методики нормирования и корректировка норм расхода ЭР на производство продукции; определение требований к организации и совершенствование систем учета и контроля потребления различных видов ЭР.

Для существенного сокращения времени обработки и анализа исходной информации предлагается использовать информационно-компьютерные системы, содержащие структурируемые определенным образом базы данных и специальные программные модули, реализующие алгоритмы расчета составляющих энергобалансов по действующим методикам.

В процессе сбора и анализа исходной информации возможно проведение инструментальных обследований. Инструментальные обследования применяются для восполнения отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования, но не может быть получена из документов или вызывает сомнение в достоверности.

Для проведения инструментального обследования должны применяться стационарные и специализированные портативные приборы. При проведении измерений следует максимально использовать уже существующие узлы учета ЭР на предприятии, как коммерческие, так и технические.

1.10.2 Особенности организации энергетического аудита

Энергетический аудит дает обоснованный ответ на вопросы: каковы резервы и на сколько можно снизить текущее энергопотребление предприятия (в энергетическом эквиваленте и рублях) путем реализации предложенных конкретных, наиболее эффективных мероприятий, сколько средств для этого потребуется,

за какой период времени инвестиции окупятся, каков риск при этом и т.п.

Существует несколько видов энергоаудита:

1. Первичный (с помощью него определяется эффективность работы того или иного оборудования и вычисляются затраты на тепло/энергоресурсы).

-Очередной (осуществляется с целью проверки эффективности работы энергосистем).

-Внеочередной (проводится в том случае, если руководство, следящее за правильностью работы энергопотребления, заметило какие-то нарушения).

-Предэксплуатационный аудит (исследуются и проверяются все подготовленные, но еще не задействованные в производстве энергоустановки и электрические сети).

-Локальный (идет оценка эффективности использования одного из конкретно взятой группы агрегатов либо теплоэнергоресурсов и т.п.).

-Экспресс-аудит (используется в ежедневных бытовых нуждах, а так же применяется с целью определения мест с большой затратой энергии в тех или иных технологиях).

Энергетическое обследование можно разделить на четыре основных этапа: ознакомительный, общий энергоаудит, инструментальный контроль, мероприятия и технический контроль.

Первый этап включает получение исходных данных. Он предполагает ознакомительный выезд на объект и визуальное обследование основных подразделений, цехов, подстанций, тепловых пунктов. Проводятся встречи с руководством предприятия и персоналом инженерно-технических служб, согласовываются объемы и точки инструментального контроля. После этого, ведется разработка и представляется руководству предприятия аналитическая записка, содержащая предварительную оценку потенциала энергосбережения, приоритетные направления энергетического обследования, проект договора и технического задания на полное энергетическое обследование, обоснование стоимости и сроков работ.

На втором этапе проводится анализ данных и актуализированных сведений по системам энергообеспечения.

Проводится техническое обследование систем учета, анализируются договорные условия на энергоснабжение, объемы потребления энергоресурсов и существующие схемы энергоснабжения. Также оценивается техническое состояние внутренних сетей и электрооборудования, определяются режимы работы основных потребителей, рассчитываются нормативные и удельные показатели энергопотребления. Затем ведется обследование сторонних потребителей и формирование балансов энергопотребления.

Третий этап предполагает инструментальный контроль всех систем, оборудования и строений.

В системах электроснабжения – контроль параметров и режимов работы питающей сети и групп электрооборудования, тепловизионная диагностика распределительных устройств и силового оборудования.

В системах теплоснабжения – контроль параметров и режимов работы тепловых пунктов и тепловых сетей, тепловизионная диагностика изоляции трубопроводов и запорной арматуры;

В системах водоснабжения – контроль расходов и давлений;

В зданиях и сооружениях – тепловизионная диагностика наружных ограждающих конструкций, контроль температурно-влажностных режимов, уровня освещенности и др.;

В котельном оборудовании и мини ТЭЦ - контроль процессов эксплуатации оборудования и выработки, контроль расходов энергоресурсов потребителями.

Четвертый этап предполагает выполнение необходимых мероприятий и технических предложений. Организационно-технические мероприятия направлены на оптимизацию процессов эксплуатации, повышение эффективности работы руководителей, специалистов инженерно-технических служб и персонала в области энергосбережения. Мероприятия в системах учета ТЭР направлены на совершенствование систем коммерческого и технического учета, организацию автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов;

Кроме того, проводятся мероприятия по предотвращению нерационального использования энергоресурсов, технические мероприятия для повышения энергетической эффективности

основного производственного и вспомогательного оборудования, а также мероприятия по повышению надежности и безопасности систем энергоснабжения. Вносятся предложения по улучшению эксплуатационных характеристик зданий и сооружений по использованию возобновляемых энергоресурсов.

На финальном этапе ведется разработка отчетной документации.

В нее входят: отчет по результатам энергетического обследования содержащий обоснование целесообразности внедрения предлагаемого энергосберегающего оборудования, материалов и технологий и реализации программы энергосбережения в целом; энергетический паспорт потребителя ТЭР, оформленный в соответствии со стандартом СТБ 1774-2010; программа энергосбережения разработанная в соответствии с требованиями действующего законодательства, а также с учетом рекомендаций энергосервисных компаний; детальное технико-экономическое обоснование (инвестиционный меморандум или проект) разрабатывается с привлечением специалистов энергосервисных компаний для углубленной проработки технических и экономических вопросов реализации проектов и разработки энергосервисного контракта.

В итоговом отчете о результатах проведенного энергетического обследования (энергоаудита) дается развернутая оценка эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на данном предприятии. При этом непременно изучаются имеющиеся у производителей энергосберегающие резервы, рассматриваются причины обнаруженных дефектов, нарушений и недостатков в использовании топливно-энергетических ресурсов. В документе определяются и предлагаются организационные энергосберегающие решения, обязательно указывается уровень прогнозируемой экономии в стоимостном и натуральном выражении (там же указывается расчет стоимости внедрения предложенных мероприятий энергосбережения). Рекомендации по энергосбережению топливно-энергетических ресурсов, предложенные экспертной организацией после проведения энергоаудита, не должны приводить к снижению уровня комфорта и безопасности обслуживаемого персонала. Не

должны они оказывать негативного воздействия и на качество производимой предприятием продукции (оказываемой услуги).

Схематически процесс энергоаудита можно представить следующим образом:

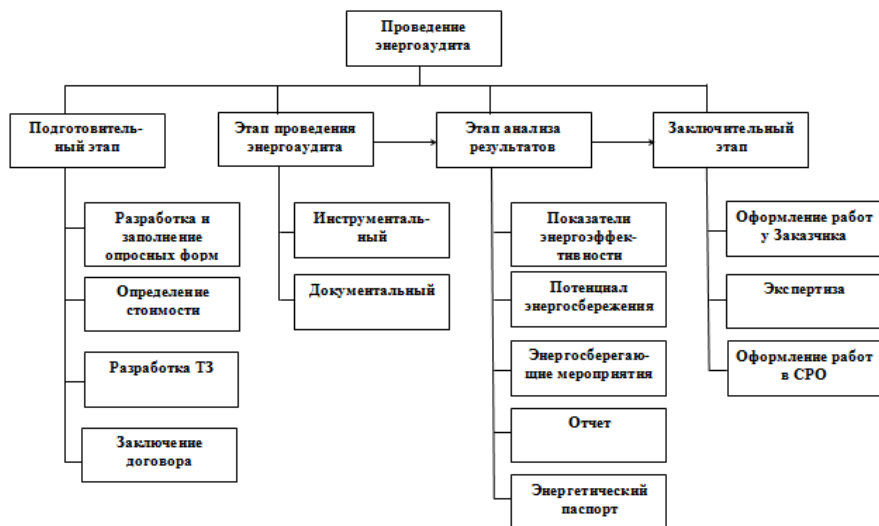


Рисунок 1.10.2 – Этапы энергоаудита

1.10.3 Виды и методы энергетического аудита

При проведении энергетического обследования решаются ряд основных задач, последовательное решение которых складывается в устоявшуюся методику проведения энергоаудита. Кроме того, в соответствии с требованиями действующего законодательства в области энергосбережения, решаются некоторые формальные задачи энергетического обследования. И наконец, у заказчика энергоаудита могут быть дополнительные пожелания к составу работ.

Решение всех этих задач возможно только при совместной работе высококвалифицированных инженеров и экспертов энергоаудита с эксплуатационным персоналом и специалистами заказчика непосредственно на объектах предприятия.

Привлечение специалистов высокой квалификации, их работа с выездом на объекты, а также необходимость использования специализированных приборов, предполагает определённые затраты на выполнение этих работ. Такие затраты имеют две основные составляющие, скорее даже ипостаси, учитывая их неразрывность: время и деньги.

Предложения энергоаудиторов, как правило, носят рекомендательный характер. Поэтому, любая работа энергоаудиторов может так и остаться — только на бумаге, поскольку реализация мероприятий зависит от специалистов и руководства предприятия заказчика.

По виду энергии различают:

- энергоаудит систем электроснабжения и электропотребления;
- энергоаудит систем теплоснабжения и теплопотребления;
- общий энергоаудит (для обоих видов энергии).

Величина снижения затрат:

- зависит от состава предприятия, потребляемых объемов и видов энергоносителей, организации;
- энергообеспечения и состояния энергосистем;
- обеспечивается внедрением комплекса энергосберегающих мероприятий

Заказчику предоставляется отчёт, который содержит в себе следующую информацию:

- краткое описание действующего энергетического хозяйства предприятия;
- перечень и технические характеристики энергооборудования;
- методика проведения испытаний и измерений;
- предоставляется характеристика действующих систем производства с указанием энергозатратных узлов;
- предоставляются рекомендации по устранению энергозатрат;
- приводятся результаты расчётов по экономии энергоресурсов.

Срок проведения энергоаудита определяет структура предприятия: для небольших - 2-3 месяца, для средних - 3-6 месяца; для крупных - до 12 месяцев.

Стоимость энергоаудита зависит от структурной сложности предприятия и, следовательно, объёма обследования. Окончательная стоимость и срок выполнения энергоаудита определяются по составлению программы обследования предприятия.

Методы энергоаудита. Внешним осмотром проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки и готовых сварных соединений. Визуальный контроль во многих случаях достаточно информативен и является наиболее дешевым и оперативным методом контроля.

Основные объекты энергоаудита на промышленном предприятии:

1. Паровые системы.

Определяется температура и давление пара, наличие и состояние конденсатоотводчиков, состояние теплоизоляции, утечки пара и т.д.

2. Системы сжатого воздуха.

Объектами изучения являются компрессорные системы, системы регулирования и транспортировка воздуха, давление воздуха у потребителя, присутствие в воздухе конденсата, наличие утечек и система охлаждения. Важным мероприятием является регулирование скорости вращения двигателя компрессора, в зависимости от необходимого количества вырабатываемого сжатого воздуха.

3. Система водоснабжения.

Исследуется насосные установки, привод насосов, режим их работы, утечки и т.д.

4. Котельные установки.

При обследовании измеряются режимные параметры (давление, состав дымовых газов, температура воды, воздуха, параметры пара т.д.)

5. Печи.

Производится измерение режимных параметров печи, измеряется состав давление, и температура дымовых газов и т.д.

6. Бойлеры и теплообменники.

Измеряется входная и выходная температура теплоносителей, их расход и перепады давления, температуры наружных поверхностей и т.д.

7. Системы кондиционирования воздуха, отопления и вентиляция – изучаются параметры насосов и вентиляторов и т.д.

8. Освещение – устанавливается соответствие уровня освещенности категории рабочего места, состояние окон, оценивается коэффициент естественной освещенности (КЕО) и т.д.

9. Электрооборудование – анализируются графики нагрузки электрооборудования, коэффициент использования оборудования, коэффициент мощности и способы его повышения, и т.д.

10. Здания и сооружения – исследуется качество теплоизоляции стен, двери окна и др.

Литература

1. Проект Закона «Об Электроэнергетике» [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <http://minenergo.gov.by/zakonodatelstvo/proekti>.
2. Развитие использования возобновляемых источников энергии в государствах-участниках СНГ / Содружество независимых государств Исполнительный комитет. - Москва, 2013. – 19 с.
3. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 дек. 2015 г., № 1084 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
4. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 8 января 2015 г. № 239-З // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
5. Директива Президента Республики Беларусь «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства» от 14 июня 2007 года № 3 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
6. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 20.05.2019.
7. Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 248, утвердившего Государственную программу «Энергосбережение» на 2016-2020 годы // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
8. Нагорнов, В.Н. Повышение энергетической безопасности теплоэнергетической системы / В.Н. Нагорнов, Т.Ф. Манцерова, Е.П. Чиж // Управление в социальных и экономических системах: материалы XXVII международной научно-практической конференции, г. Минск, 17 мая 2018 г. / редкол.: Н.В. Суша (предс.) и др. ; Минский инновационный ун-т. – Минск : Минский инновационный университет, 2018. – С. 27–28.

9. Топливоно-энергетические ресурсы [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/operativnye-dannye_3/toplivno-energeticheskie-resursy/index.php?sphrase_id=156413.-Дата доступа: 15.07.2019
10. Кузнецов Е. П. Экономика и управление энергосбережением : учеб. пособие / Е. П. Кузнецов, О. В. Новикова, А. С. Дяченко. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 600 с.
11. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. — М., 2003.
12. Пакет нормативных правовых документов, рекомендуемых субъектами Российской Федерации для реализации региональной энергосберегающей политики / Минтопэнерго РФ. — М., 1998.
13. Методические рекомендации по информационному обеспечению энергосбережения. Общие положения и требования / Минтопэнерго РФ. — М., 1999.
14. Манцорова, Т. Ф. Предпосылки успешного использования возобновляемых энергетических ресурсов в Республике Беларусь / Т. Ф. Манцорова, В. Н. Нагорнов // Совершенствование экономического механизма эффективного управления в хозяйствующих субъектах сельскохозяйственной направленности на региональном уровне : материалы междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 7 декабря 2017 г. – Чебоксары, 2017. - С.34-38.
15. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 274 с.
16. Германович, В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение: практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2014. — 317, с.
17. Содномова, С. Д. Энергосбережение и повышение энергоэффективности систем теплоснабжения и вентиляции : конспект лекций / С. Д. Содномова ; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Вост.-Сиб. гос. технолог. ун-т». — Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2011. — 166 с.

18. Можаяева, С. В. Экономика энергетического производства : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. «Экономика и управление на предприятии элетроэнергетики» / С. В. Можаяева. — Изд. 6-е, доп. и перераб. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. — 267 с.
19. Шимова, О. С. Основы экологии и энергосбережения: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям: "Бизнес–администрирование", "Государственное управление", "Экономическая кибернетика", "Социология", "Правоведение" и др. / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский, О.В. Свищерская; под редакцией О.С. Шимовой. – Минск: БГЭУ, 2011. – 226, [1] с.
20. Стриха, И. И. Энергосбережение в промышленности и энергетике / И. И. Стриха, И. И. Рысейкина. – Минск : Энергопресс, 2012. – 277, [2] с
21. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения : учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по группе специальностей "Машиностроение" / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. — 3-е изд., переработанное и дополненное. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. — 351 с.
22. Повышение энергоэффективности учреждений образования Республики Беларусь: исследования, анализ, рекомендации: сб. материалов / Междунар. Общественное Объединение "Экопроект Партнерство". — Минск : Экопроект Партнерство, 2012. — 46, [2] с.
23. Манцеровая, Т.Ф. Основные подходы к энергосбережению на предприятиях энергетики / Т.Ф. Манцеровая, Е.П. Корсак // Управление в социальных и экономических системах : м-лы XXVIII международной научно-практической конференции, г. Минск, 16 мая 2019 г. / редкол.: Н.В. Суша (предс.) и др. ; Минский инновационный ун-т. – Минск : Минский инновационный университет, 2019. – С. 44–45.

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»

Комплект тестовых заданий по дисциплине «Основы энергосбережения»

1. Как взаимосвязаны уровень жизни общества и количество потребляемой энергии?
 - а) с ростом потребления энергии на одного жителя в год качество жизни повышается;
 - б) уровень жизни также зависит и от эффективности использования энергии;
 - в) с более высоким потреблением энергии национальный доход на душу населения также выше.
2. Выберите, какое определение относится к понятию «энергосбережение»?
 - а) носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии);
 - б) энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса;
 - в) реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);
 - г) характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к

затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

3. Выберите, какое определение относится к понятию «энергоэффективность»?

а) носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии);

б) энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса;

в) реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);

г) характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

4. Как еще называется энергетическое обследование?

а) энергомониторинг;

б) энергоаудит;

в) энергодиагностика.

5. Установите последовательность действий при энергетическом аудите:

а) определение показателей энергоэффективности;

- б) разработка перечня мероприятий по энергосбережению;
 - в) получение данных используемых энергоресурсах;
 - г) определение потенциала энергосбережения.
6. Энергоаудит – это анализ предприятия для определения:
- а) энергетической эффективности производства;
 - б) возможностей повышения энергоэффективности производства;
 - в) финансовых затрат на повышение энергоэффективности производства;
 - г) энергетической эффективности производства, вариантов по снижению затрат на энергоресурсы и возможностей их реализации.
7. В ходе энергоаудита оцениваются затраты на:
- а) топливо;
 - б) электроэнергию;
 - в) воду;
 - г) все перечисленное.
8. Энергоаудит (выберите верное):
- а) проводится только на добровольной основе;
 - б) обязателен для бюджетных организаций;
 - в) обязателен для организаций, проводящих мероприятия в области энергосбережения;
 - г) обязателен для органов государственной власти, местного самоуправления, наделенных правами юридических лиц.
9. Этап энергоаудита «Разработка мероприятий и энергетического паспорта» не включает:
- а) подбор технических решений и проектных сведений по ним;
 - б) проверку технической возможности реализовать мероприятия;
 - в) технико-экономическое обоснование мероприятий;
 - г) проверку технического состояния и ремонтов оборудования.
10. Установка приборов учета потребления энергоресурсов способствует:
- а) экономии учетных ресурсов;
 - б) созданию условий для учета энергоресурсов.

11. Соотнесите виды и мероприятия по энергоэффективному использованию:

Вид энергоресурса	Мероприятие по эффективному использованию
1. электроэнергия	А. установка счетчиков
2. тепло	Б. установка теплоотражающих экранов
3. вода	В. использование люминесцентных ламп
	Г. замена поворотных кранов на рычажные

12. К целям использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива не относятся:

- а) сокращение потребления невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов;
- б) развитие технологий нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- в) обеспечение децентрализованных потребителей и регионов с дальним и сезонным завозом топлива;
- г) снижение расходов на дальнепривозное топливо.

13. К вторичным энергоресурсам относится:

- а) электроэнергия, вырабатываемая на электростанциях;
- б) пар, вырабатываемый в котельной;
- в) пар, вырабатываемый на тэц;
- г) пар, получаемый в виде отходов при мокром тушении кокса.

14. Вторичные энергетические ресурсы – это:

- а) теплота, отработавшая в основном технологическом процессе;
- б) теплота, отработавшая в основном технологическом процессе, которая не может быть использована для нужд энергетики;
- в) теплота, которая может быть использована для нужд энергетики;
- г) теплота, отработавшая в основном технологическом процессе, но которая может быть в дальнейшем использована теплота, не полностью отработавшая в основном технологическом процессе.

15. Выберите все правильные ответы. К возобновляемым источникам энергии относится?
- а) нефть;
 - б) уголь;
 - в) солнечная энергия;
 - г) ветровая энергия;
 - д) геотермальная энергия.

16. Выберите все правильные ответы. К невозобновляемым источникам энергии относится?
- а) нефть;
 - б) природный газ;
 - в) энергия биомассы;
 - г) атомная энергия
 - д) энергия приливов и отливов.

17. Соотнесите способы и виды получения энергии. Способы получения энергии

Способы получения энергии	Вид получения энергии
1. традиционные	А. ГЭС
2. нетрадиционные	Б. СЭС
	В. ТЭЦ
	Г. ВЭУ
	Д. ГеоЭС

18. Какие источники света служат дольше?
- а) люминесцентные лампы;
 - б) лампы накаливания;
 - в) светодиодные лампы;
 - г) керосиновая лампа.
19. Верно ли, что люминесцентные лампы содержат ртуть, а светодиодные лампы и лампы накаливания не содержат ртути?
- а) верно;
 - б) все лампы содержат ртуть;
 - в) неверно;
 - г) ни одна из ламп не содержит ртуть.
20. Наиболее существенный недостаток солнечных батарей:
- а) зависит от погодных условий;
 - б) вероятность быстрого загрязнения;

- в) необходимость дополнительной установки преобразователей энергии.
21. Зарядные устройства ноутбуков и сотовых телефонов...
- а) нужно оставлять в розетке, даже если телефон или ноутбук не заряжается;
 - б) нельзя включать параллельно с утюгом;
 - в) нужно вынимать из розетки, как только зарядили телефон или ноутбук;
 - г) нельзя включать параллельно с пылесосом.
22. Дополните. С целью экономии электроэнергии, холодильник нужно...
- а) ставить возле газовой плиты или возле батареи;
 - б) не размораживать;
 - в) использовать для замораживания теплых, неостывших продуктов;
 - г) ставить в холодное место.
23. Во сколько раз энергосберегающие лампы могут снизить энергопотребление в жилом доме?
- а) в 1,5 раза;
 - б) в 2 раза;
 - в) в 2,5 раза;
 - г) в 3 раза.
24. У какого бытового прибора среднестатистический расход электроэнергии за месяц больше, чем у других?
- а) холодильник;
 - б) компьютер;
 - в) телевизор;
 - г) электрическая плита.
25. Накипь в электрическом чайнике увеличивает расход электроэнергии на:
- а) 40%
 - б) 20%
 - в) 10%
 - г) 30%
26. Примерно 40% потерь тепла в домах происходит через:
- а) вентиляцию;
 - б) дверные щели;

- в) окна;
 - г) стены.
27. Для повышения энергосбережения при установке новых дверных или пластиковых окон используют:
- а) однокамерные стеклопакеты;
 - б) двухкамерные стеклопакеты;
 - в) многокамерные стеклопакеты.
28. Применение контроллеров в управлении теплом дает возможность:
- а) автоматически поддерживать постоянную температуру в помещении;
 - б) автоматически регулировать температуру в помещении в соответствии с уличной температурой.
29. Какой класс энергоэффективности бытовой техники является наиболее экономичным?
- а) С
 - б) В
 - в) D
 - г) А
30. Главным фактором при покупке Вами в будущем автомобиля с точки зрения энергоэффективности должен стать вопрос:
- а) в каком году он был произведен?
 - б) на каком виде топлива он работает?
 - в) какова его стоимость?
 - г) какова марка автомобиля?
 - д) каков расход топлива?
31. Сколько процентов электроэнергии используется впустую, если зарядное устройство для мобильного телефона оставлять включенным в сеть?
- а) 25%
 - б) 45%
 - в) 65%
 - г) 95%
32. Какие энергосберегающие мероприятия приводят к экономии электрической энергии?
- а) внедрение газотурбинных систем с утилизацией тепла;

- б) использование естественного и местного освещения;
- в) улучшение тепловой изоляции стен, полов, чердаков;
- г) предварительный подогрев питательной воды в котельной.

33. Какие энергосберегающие мероприятия приводят к экономии тепловой энергии?

- а) повторное использование выпара в котлоагрегате;
- б) применение асбестоцементных труб;
- в) промывка трубопроводов внутренних систем отопления зданий;
- г) обеспечение оптимальной величины нагрузки трансформаторов.

Задание для мини-проекта «Измерение энергии дома»

Задачи:

1. Наблюдение и измерение расходования энергии в квартире (доме).
2. Разработка мероприятий по энергосбережению в квартире (доме).
3. Анализ потребления электроэнергии в квартире (доме).
4. Оформление результатов.

Предлагается в течении недели списывать, например, в доме или квартире, показания счетчика электрической энергии с занесением в таблицу.

Запись использованной за последние 24 часа энергии кВтч

кВт	понедельник	вторник	среда	Четверг	пятница	суббота	Воскресенье

Затем предлагается провести простейшие энергосберегающие мероприятия по снижению расходов электроэнергии в доме (квартире) и вновь провести запись показаний счетчика электроэнергии. Сравнить полученные результаты

Расчет экономии энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий

Задание 1.

Составьте энергетический паспорт своей квартиры или дома. Для этого заполните таблицу.

Таблица 2.1 - Характеристики электропотребителей

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт	Суммарная мощность, кВт	Время работы за сутки, час	Электроэнергия, израсходованная за сутки, кВт*ч
1	Электрические лампы				
2	Холодильники				
3	Стиральные машины				
4	Электрические печи				
5	Телевизоры				
6	Компьютеры				
7	Электрические чайники				
8	Утюги				
9	Зарядка мобильных телефонов				
10	Прочее				

В таблице дан примерный перечень потребителей электроэнергии.

Израсходованная электроэнергия рассчитывается как произведение суммарной мощности на время работы приборов.

Составьте такую таблицу для каждого дня недели, по результатам составьте диаграммы для потребления электроэнергии разными видами приборов.

Пример:

Наименование	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
Электролампы	1,350	1,240	1,470	1,150	1,290	1,670	1,750

Задание 2.

Подумайте, какие энергосберегающие мероприятия можно провести, составьте перечень организационных и технических мероприятий.

Пример: замена холодильника на более экономичный.

Пример организационного мероприятия: не оставлять включенным телевизор, если его никто не смотрит.

Задание 3.

Оцените эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий (не менее трех).

3 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»

1. Энергетические ресурсы. Классификация энергоресурсов.
2. Виды топлива. Обеспеченность ТЭР в РБ.
3. Электроэнергетика РБ. Структура энергопотребления РБ.
4. Топливо-энергетический комплекс.
5. ТЭС. Преимущества и недостатки. Принципиальная схема ТЭС.
6. Промышленные котельные. Виды котельных. Принципиальная схема КЭС.
7. АЭС. Преимущества и недостатки. Тепловая схема АЭС. Воздействие АЭС на среду.
8. ГЭС. Виды ГЭС. Преимущества и недостатки. Принципиальная схема ГТУ.
9. Солнечная энергетика. ФЭП. Преимущества и недостатки.
10. Потенциал использования биомассы в РБ. Преимущества и недостатки.
11. Ветроэнергетика. Преимущества и недостатки.
12. Тариф на электроэнергию для населения РБ.
13. «Зелёная» экономика. Инструменты «зелёной» экономики.
14. Государственное регулирование в сфере энергосбережения.
15. Нормы расходов ТЭР.
16. Основные методы и приборы регулирования контроля тепловой и электрической энергии. Классификация измерительных приборов.
17. Понятие энергетического аудита. Проведение энергоаудита.
18. Основные объекты энергоаудита на промышленных предприятиях.
19. Энергосберегающие технологии в жилищном строительстве.
20. Пути повышения энергоэффективности жилых зданий. Принципиальная схема ПГУ.
21. Инновационные энергосберегающие технологии. Энергосберегающие ресурсы и их эффективность.

3.1 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

Вариант № 1

- 1.Классификация топливно-энергетических ресурсов.
- 2.Задачи нормирования энергоресурсов.

Вариант № 2

- 1.Виды возобновляемых энергоресурсов.
- 2.Показатели энергопотребления.

Вариант №3

- 1.Виды электростанций.
- 2.Аккумуляирование энергии.

Вариант №4

- 1.Методы прямого преобразования энергии.
- 2.режим энергопотребления.

Вариант №5

- 1.Топливо-энергетический баланс Республики Беларусь.
- 2.Технико-экономические показатели тепловых электростанций.

Вариант №6

- 1.Транспорт энергоресурсов.
- 2.Задачи и цели энергосбережения.

Вариант № 7

- 1.Экологические аспекты энергосбережения.
- 2.Экономические и финансовые механизмы энергосбережения.

Вариант № 8

- 1.Энергетические аудиты и обследования.
- 2.Вторичные энергоресурсы.

Вариант № 9

- 1.Местные виды топлива.
- 2.Учет, контроль и управление энергопотреблением.

Вариант № 10

- 1.Ценовое и тарифное регулирование энергией.
- 2.Мини-ТЭЦ.

Вариант № 11

- 1.Газотурбинные и парогазовые электростанции.
- 2.Качество энергии.

Вариант № 12

- 1.Энергетический менеджмент.
- 2.Биомасса как источник энергии.

Вариант № 13

1. Ветряная энергетика.
2. Энергосбережение в быту.

Вариант № 14

1. Солнечная энергетика.
2. Энергосбережение в сельском хозяйстве.

Вариант № 15

1. Мини-ГЭС (мини-гидравлические станции).
2. Энергосбережение на транспорте.

Вариант № 16

1. Гидроэнергетика Беларуси.
2. Энергосбережение на транспорте.

Вариант № 17

1. Биоэнергетика.
2. Энергетический баланс.

Вариант № 18

1. Тепловые насосы и тепловые трубы и их роль в мероприятиях энергосбережения.
2. Единицы измерения запасов энергоресурсов и энергии.

Вариант № 19

1. Классификация норм расхода энергоресурсов.
2. Особенности определения себестоимости энергии.

Вариант № 20

1. Законодательные и нормативные документы в области энергосбережения.
2. Геоэнергетика (энергия Земли).

Вариант № 21

1. Производительность труда и ее определение в энергетике.
2. Резервы и принципы энергосбережения.

Вариант № 22

1. Международное сотрудничество в сфере энергосбережения.
2. Тепловые электрические показатели.

Вариант № 23

1. Технико-экономическая оценка эффективности мероприятий по энергосбережению.
2. Роль энергосбережения в улучшении экологического состояния.

Вариант № 24

1. Роль энергетики в развитии общества.
2. Понятие энергии и основные виды энергии.

Вариант № 25

1. Тарифы на энергию.
2. Показатели эффективности энергетического оборудования.

Вариант № 26

1. Энергетический аудит.
2. Приборы учета тепловой и электрической энергии.

Вариант № 27

1. Использование местных топлив в решении задач энергосбережения.
2. Пассивный солнечный обогрев для уменьшения теплопотерь здания.

Вариант № 28

1. Применение солнечных теплогенераторов в энергосбережении.
2. Использование фотогальванических элементов в энергосбережении.

Требования к оформлению:

Реферат состоит из введения, в котором ставится задача и обосновывается ее актуальность, основной части и заключения, в котором делаются выводы.

В реферате должны присутствовать формулы, рисунки, таблицы или диаграммы. Рисунки имеют подписи (под рисунком, по центру, шрифт 12 пт). Таблицы подписываются сверху. Формулы внедряются как объект MicrosoftEquation, выравниваются по центру строки, имеют нумерацию в скобках по правому краю.

На таблицы, рисунки и формулы в тексте даются ссылки. Ссылки на литературу даются в квадратных скобках [номер].

Список литературы составляется в конце, в порядке упоминания источников. Оформляется по соответствующему ГОСТ.

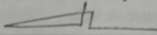
Объем реферата – 15–20 страниц. Оформление текста: лист альбомный, все поля 2 см, шрифт TimesNewRoman 14 пт, междустрочный интервал 1,5, красная строка 1,25 см.

4 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского национального
технического университета

 О.К. Гусев

16.05.2018

Регистрационный № УД- ЭРЧЧ-36 /уч.

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для направления специальности

1-27 01 01-10 «Экономика и организация производства (энергетика)»

Минск 2018 г.