

Лекция 1

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

1.1. ЭНЕРГИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Энергетика – это отрасль экономики, осуществляющая взаимные преобразования различных видов энергии и работы в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей человека и общества. Для этих целей используются разнообразные энергетические установки.

Энергетические установки представляют собой устройства (а более мощные представляют собой целые предприятия, включающие в себя совокупность сооружений, основного и вспомогательного оборудования), предназначенные для преобразования одного вида энергии в другой вид или в работу. В свою очередь, энергетики являются специалистами по указанным энергетическим преобразованиям и транспортированию различных видов энергии потребителю.

Что же такое энергия и почему подавляющее число людей в мире предпочитает покупать её у энергетиков?

Энергия – это физическое свойство чего-либо, которое характеризует способность совершать работу. Численно величина энергии равна работе, которая может быть совершена при идеально полном энергетическом преобразовании. Измеряется энергия, как и работа, в джоулях (Дж). По сути, энергия – это общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи. Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую или работу.

Человек по своей природе устроен так, что для его повседневной и производственной деятельности в первую очередь необходима тепловая энергия (для поддержания постоянной температуры своего тела, для проведения различных технологических процессов), а также работа (для достижения определённых целей, например, для преодоления какого-либо расстояния в пространстве, перемещения грузов с места на место, построения различных сооружений и т.д. и т.п.). Нельзя при этом не отметить и большую значимость для человека электромагнитного излучения, особенно его светового диапазона длин волн.

Механическая работа (A) определяется как скалярное произведение векторов силы (\mathbf{F}) и перемещения (\mathbf{S})

$$A = (\mathbf{F} \cdot \mathbf{S}). \quad (1.1)$$

Теплота (тепловая энергия Q) определяется как величина энергии, переданная телу массой m в результате теплопередачи, при которой его температура увеличилась от величины T_2 до T_1 :

$$Q = cm(T_1 - T_2), \quad (1.2)$$

где c – удельная теплоёмкость вещества тела. В свою очередь температура тела является мерой средней кинетической энергии составляющих его атомов и молекул.

Тело как система составляющих его частиц обладает внутренней энергией, равной сумме потенциальной энергии взаимодействия частиц и кинетической энергии их теплового движения. К потенциальной энергии относится потенциальная энергия химических связей атомов в молекулах вещества, потенциальные энергии внутриатомных и внутриядерных связей составляющих их элементарных частиц и других различных взаимодействий. Если какому-либо телу посредством теплопередачи передаётся количество теплоты Q , а за счёт механического взаимодействия передаётся дополнительно энергия, равная механической работе внешних сил A , то внутренняя энергия тела изменяется в соответствии с первым законом термодинамики:

$$\Delta E = Q + A. \quad (1.3)$$

Можно сказать, что совершение механической работы является макроскопическим способом передачи энергии, а теплопередача – микроскопическим.

Из закона (1.3) видно, что величины ΔE , Q и A связаны между собой и, таким образом, поддаются взаимному преобразованию. Однако для этого очень важно знать способы подобных преобразований. Так, в соответствии с известной формулой Эйнштейна любое тело массой m обладает энергией

$$E = mc^2, \quad (1.4)$$

где $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме. В то же время каждый из нас очень пренебрежительно относится к валяющимся у нас под ногами различным камням и другим ненужным предметам, несмотря на то, что они обладают колоссальной энергией. Легко подсчитать, что предмет массой 1 кг в соответствии с формулой (1.4) обладает энергией

$$E \approx 1 \cdot 3^2 \cdot 10^{16} = 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж}. \quad (1.5)$$

Если изобрести и построить энергоустановку, позволяющую преобразовывать эту энергию, например, в электрическую с мощностью

преобразования $N = 1000 \text{ МВт} = 10^9 \text{ Вт}$, то одного этого предмета хватит на её работу в течение времени

$$t = E / N = 9 \cdot 10^7 \text{ с} \approx 2,9 \text{ года.} \quad (1.6)$$

Если же такая установка будет работать с мощностью легкового автомобиля, то предмета массой $m = 1 \text{ кг}$ хватит на "вечность". К сожалению, такой энергоустановки человечество ещё не придумало.

На сегодняшний день человечество достаточно хорошо освоило способы преобразования тепловой энергии в электрическую энергию и в работу. При этом тепловая энергия получается в подавляющем большинстве случаев на тепловых станциях предварительно в результате химических окислительных реакций органического топлива (газ, уголь, мазут, нефть, торф) с выделением тепла, а также атомных реакций ядерного топлива. С помощью гидроэнергетических установок хорошо освоены способы преобразования механической энергии водных потоков в электрическую и наоборот. Энергия солнечного излучения преобразуется в электрическую на солнечных электростанциях. Существуют ещё и другие различного рода станции, относящиеся к нетрадиционной энергетике.

В современной жизни среди разнообразных видов энергии электроэнергия занимает особое место вследствие удобства транспортирования и большого количества изобретённых преобразователей этого вида энергии в другие и в разнообразные виды работы. Однако у электроэнергии есть один очень существенный недостаток: её можно производить только в момент потребления и нельзя "складировать". Данная энергетическая проблема в энергосистеме сегодня решается с помощью специальных гидроаккумулирующих электростанций.

Почему же всё-таки люди предпочитают покупать энергию у энергетиков? Ведь можно её или необходимую работу произвести самому с помощью своей физической силы. Рассмотрим простой бытовой пример: студенту необходимо позаниматься за письменным столом в течение времени $t = 10$ часов. Для этого ему необходимо освещение (настольная лампа). Пусть для лёгкости счёта лампа потребляет электроэнергию с мощностью $N = 100 \text{ Вт}$. Необходимую для работы лампы электроэнергию можно получить, подключив её к домашней электророзетке и заплатив энергетикам по действующему тарифу (ориентировочно 2,5 рубля за 10 часов работы лампы). А можно подключить лампу и к настольному электрогенератору, преобразующему механическую работу, совершаемую при вращении его ротора. Казалось бы студент, вращая ротор генератора, дополнительно ещё и совмещает умственный труд с физическим, что очень

полезно (?) для человека. Чтобы понять, так ли это, проведём несложные теоретические оценки. За время указанного занятия тратится электроэнергия

$$E = N \cdot t. \quad (1.7)$$

Если предположить, что электрогенератор преобразует механическую работу в электрическую энергию с КПД, равным 100 %, то студент при этом должен совершить сам механическую работу не менее E . Для большей наглядности величину этой работы будем характеризовать эквивалентной величиной работы, затрачиваемой при поднятии груза массой $m = 10$ кг на высоту h

$$E = mgh, \quad (1.8)$$

где $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения. Приравнявая (1.7) и (1.8), получим

$$N \cdot t = mgh, \quad (1.9)$$

откуда

$$h/t = v = N/mg = 100/(10 \cdot 10) = 1 \text{ м/с}, \quad (1.10)$$

где v – скорость поднятия груза. Таким образом, выполняемая студентом работа при вращении ротора настольного генератора эквивалентна поднятию груза массой 10 кг вертикально вверх со скоростью не менее 1 м/с в течение 10 часов. По разным оценкам студентов такая работа на сегодняшний день стоит не менее нескольких тысяч рублей. Сравнение оценочной стоимости необходимого в данном примере физического труда и стоимости электроэнергии, продаваемой энергетиками, ответы на поставленные ранее вопросы о предпочтении покупки электроэнергии и полезности совмещения физического труда с умственным становятся очевидными.

Почему же стоимость энергии у энергетиков несравнимо ниже стоимости физического труда? А обусловлено это тем, что энергетика используют в своём производстве общенародные природные богатства в виде энергоресурсов, современные энергоустановки с высокими техническими параметрами, а также (!) недооценённый и недоплаченный обществом труд многочисленных бескорыстных учёных, исследователей и инженеров, позволивший открыть и внедрить разнообразные способы преобразования энергии неживой природы в потребности повседневной жизни человека.

Анализ современных достижений человечества показывает, что потребление больших количеств энергии является необходимым условием непрерывного роста и совершенствования производства.

Важным показателем уровня развития экономики и культуры любой страны является годовое производство (и потребление) электрической энергии.

По данным Международного энергетического агентства (МЭА) рост производства электроэнергии в мире в течение первого десятилетия XXI столетия оценивается в среднем как 3 % в год. Прогноз мирового электропотребления по регионам приведен в табл. 1.1. Ожидается, что в 2010 г. будет произведено 19500, а в 2020 – 28000 ТВт·ч электроэнергии, половина которой будет выработана в развивающихся странах с быстрым экономическим ростом.

Чтобы удовлетворить такой спрос на электроэнергию, до 2020 г. необходимо ввести ~ 3000 ГВт новых генерирующих мощностей. Это значит, что прирост мощности в год до 2010 г. должен составить 103 ГВт и до 2020 г. – 158 ГВт.

Таблица 1.1. Прогноз мирового электропотребления по отдельным регионам, ТВт·ч

Регион	Годы					Средне- годовой прирост , %
	1999	2005	2010	2015	2020	
Индустриальные страны, в т. ч. США	7515	8580	9352	10112	10888	1,8
	3236	3761	4147	4484	4804	1,9
Центральная Европа и бывший СССР	1452	1622	1760	1972	2138	1,9
Развивающиеся страны, в т. ч. развивающиеся страны Азии	3863	4988	6191	7615	9203	4,2
	2319	3088	3883	4815	5856	4,5
Китай	1084	1533	2035	2635	3331	5,5
Индия	424	545	656	798	949	3,9
Южная Корея	233	294	333	386	437	3,0
Другие страны Азии	578	716	858	996	1139	3,3
Центральная и Южная Америка	684	844	1035	1268	1552	4,0
Мир	12833	15190	17303	19699	22230	2,7

По состоянию на 1.01.1999 г. суммарная установленная мощность электростанций мира достигла 3180 ГВт, в т. ч. ТЭС – 66,4; ГЭС – 21,5; АЭС – 11,1 %. Производство электроэнергии всеми электростанциями мира в 1998 г. составило 13674 ТВт·ч, в т.ч. на ТЭС – 8584, на ГЭС – 2567, на АЭС – 2315 ТВт·ч. Более 60 % электроэнергии производится в странах Организации

экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), в которую входят 29 развитых стран Западной и Центральной Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), более 15 % – в странах бывшего СССР.

1.2. Основные виды энергии, используемые в современной энергетике

В современной энергетике используются главным образом следующие виды энергии:

- механическая энергия воды;
- потенциальная энергия химических связей атомов в молекулах вещества;
- потенциальные энергии внутриатомных и внутриядерных связей составляющих их элементарных частиц;
- тепловая энергия;
- механическая энергия ветра;
- энергия солнечного излучения.

1.3. ТРАДИЦИОННЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

В основе всех источников энергии лежат природные ресурсы. *Природные ресурсы* – это совокупность условий существования человечества и важнейшие компоненты окружающей его естественной среды, используемые в процессе общественного производства для целей удовлетворения материальных и культурных потребностей человека и общества. Части природных ресурсов, из которых можно произвести какие-либо виды энергии называются *энергетическими ресурсами*. Такими энергетическими ресурсами являются природные месторождения органического топлива – твердого (уголь, торф, сланцы), жидкого (нефть) и газообразного (природные газы), а также энергия водных потоков – рек (гидроэнергия). В настоящее время всё более широко используется атомная энергия, получаемая при распаде ядер некоторых радиоактивных элементов, в первую очередь изотопов урана ^{235}U и ^{238}U .

Кроме этих источников энергии, часто называемых традиционными, начинают использоваться нетрадиционные источники, такие как солнечная энергия, энергия подземных недр, ветра, а также энергия синтеза легких ядер, в первую очередь водорода (термоядерная энергия).

Главными видами природных ресурсов являются:

- Солнце;
- вода;
- полезные природные ископаемые;
- ветер;
- внутривоздушное тепло;
- растительные ресурсы;

- ресурсы животного мира.

Энергетический ресурс – это носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе.

Различают следующие виды энергетических ресурсов:

Первичные невозобновляемые энергетические ресурсы: уголь, нефть, газ, уран и их производные, добытые и отпущенные потребителю. К невозобновляемым источникам энергии относят все виды ископаемого топлива, запасы которых на земле ограничены. Строго говоря, в природе постоянно идёт возобновление таких энергоресурсов, но этот процесс протекает с несопоставимо меньшей скоростью, чем расходование топливных запасов человечеством.

Первичные возобновляемые энергетические ресурсы: неупорядоченная энергия воды, ветра и солнца, обращаемая с помощью энергетической техники и технологии в упорядоченную, механическую, тепловую и электрическую энергию. Возобновляемые энергоисточники будут существовать всегда, пока есть Солнце и Земля. К ним относятся энергия прямого солнечного излучения, энергия ветра, гидроэнергия (в том числе энергия океанских приливов) и др.

Вторичные энергетические ресурсы – уже частично использованные энергетические ресурсы (сбросная теплота жидкостей и газов и т. д., но еще сохраняющая свой потенциал для последующего полезного применения).

Альтернативные энергетические ресурсы и источники энергии – это энергетические ресурсы и энергия в новом, более привлекательном виде применяемые для энергетической техники и технологии (биотопливо и др.).

Энергетические ресурсы при этом могут подразделяться на *топливные* и *нетопливные*.

Использование энергетических ресурсов осуществляется в подавляющем большинстве с помощью энергосистемы. *Энергосистема* – это объединенная система энергетики, включающая в себя совокупность энергетических ресурсов всех видов, методов их получения, преобразования, распределения и использования, а также технических средств и организационных комплексов, обеспечивающих снабжение потребителей всеми видами энергии. В процессе освоения энергетических ресурсов огромное значение имеют понятия энергосбережения и эффективного использования энергетических ресурсов. *Энергосбережение* – это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и вовлечение в хозяйственный оборот возобновленных источников энергии. *Эффективное использование*

энергетических ресурсов – это достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии, и соблюдение требований к охране окружающей среды.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Основными элементами энергосистем являются электрические станции. *Электрической станцией* называется комплекс сооружений, оборудования и устройств, назначением которого является преобразование энергии природного источника в электрическую энергию (и теплоту).

Электрические станции разделяют по следующим признакам:

1) по виду используемой энергии на:

- гидроэлектростанции* (ГЭС), в которых электрическая энергия вырабатывается за счет механической энергии водного потока реки;
- тепловые электростанции* (ТЭС), использующие органическое топливо;
- атомные электростанции* (АЭС), в которых используется ядерное горючее;
- приливные электростанции* (ПЭС), использующие механическую энергию приливных колебаний уровня моря;
- ветроэлектростанции* (ВЭС) преобразуют механическую энергию ветра в электрическую;
- гелиоэлектростанции, или солнечные электростанции, (СЭС)* используют энергию солнечного излучения;
- геотермальные электростанции (ГТЭС)* в качестве источника энергии используют теплоту земных недр;

2) по виду отпускаемой энергии:

- тепловые электростанции, отпускающие потребителям только электроэнергию, – *конденсационные электростанции (КЭС)*;
- тепловые электростанции, отпускающие электрическую и тепловую энергию, – *теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)*; источником отпускаемого тепла является отработавший пар или отработавший газ тепловых двигателей;

3) по виду теплового двигателя:

- электростанции с паровыми турбинами – *паротурбинные ТЭС*, которые являются основным видом электростанций в нашей стране и за рубежом;
- электростанции с газовыми турбинами – *газотурбинные ТЭС*;
- электростанции с парогазовыми установками — *парогазовые ТЭС*;
- электростанции с двигателями внутреннего сгорания – *дизельные электростанции ДЭС*;

4) по назначению электростанций:

- районные электростанции (общего пользования), обслуживающие все виды потребителей энергосистемы и являющиеся самостоятельными производственными предприятиями: районные конденсационные электростанции (ГРЭС),
- районные *теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)*,
- коммунальные электростанции;

-промышленные электростанции, входящие в состав производственных предприятий и предназначенные в основном для энергоснабжения предприятий, а также прилегающих к ним городских и сельских районов.

Паротурбинные электростанции разделяют также и по другим, менее характерным признакам, а именно:

1. По общей и единичной мощности агрегатов:

- малой мощности – с агрегатами до 25 МВт;
- средней мощности – с агрегатами 50–100 МВт;
- большой мощности – с агрегатами более 200 МВт.

Следует заметить, что такое разделение является условным, т.к. мощности ТЭС и ее агрегатов неизменно возрастают.

2. По начальным параметрам пара:

- низкого давления – до 3,92 МПа;
- высокого давления – до 12,7 МПа;
- сверхвысокого давления – до 23,7 МПа.

Такое разделение также условно, так как параметры пара все время повышаются;

3. По технологической схеме соединений парогенераторов и турбогенераторов:

- блочные электростанции, на которых каждый турбоагрегат присоединён к одному определённом парогенератору;
- неблочные электростанции, в которых турбоагрегат соединен главными трубопроводами со всеми парогенераторами электростанции или ее части (очереди).

Большую часть электроэнергии (как в России, так и в мировой энергетике) вырабатывают тепловые, атомные и гидравлические электростанции. Состав электростанций различного типа по установленной мощности зависит от наличия и размещения по территории страны гидроэнергетических и теплоэнергетических ресурсов, их технико-экономических характеристик, включая затраты на транспортирования топлива, а также от технико-экономических показателей электростанций.

Далее рассмотрим основы гидроэнергетики, основы тепловой и атомной энергетики и основные виды нетрадиционной энергетики.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены энергетические установки?
2. Что такое энергия?
3. Что такое механическая работа?
4. Что такое теплота?
5. В чём заключается первый закон термодинамики?
6. Какие виды энергии используются в современной энергетике?
7. Что собой представляют природные ресурсы?
8. Что собой представляют энергетические ресурсы?
9. Назовите разновидности энергетических ресурсов.

10. Что собой представляет энергосистема?
11. Что собой представляет энергосбережение?
12. Что понимается под «эффективным использованием энергетических ресурсов»?
13. Назовите разновидности электростанций, отличающихся по виду используемой энергии.
14. Назовите разновидности электростанций, отличающихся по виду отпускаемой энергии.
15. Назовите разновидности электростанций, отличающихся по виду теплового двигателя.