

# Лекция 2.

1. Первичные энергоресурсы.

2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии. Сравнительная оценка различных видов энергии.

3. Общие понятия о качестве электроэнергии.

1. Под первичными энергоресурсами обычно понимают источники какого-либо вида энергии или сырьё для ее получения.

Одним из первых видов энергии, которую целенаправленно стал использовать человек, является **тепловая**, получавшаяся в результате сжигания топлива. При этом в качестве топлива вначале использовалась древесина, позже – уголь, торф, нефть, газ и т.д. Развитие общества и рост численности населения повлек за собой и рост энергопотребления, а развитие промышленности привело к появлению преобразователей тепловой энергии сначала в паровую, а затем и в электрическую как наиболее удобную с точки зрения транспортировки и использования в качестве первоисточника для других видов энергии. Результаты прогресса налицо: при уровне мировой добычи 2003 года теоретически запасы нефти на планете будут исчерпаны по разным оценкам в течение ближайших 50...100 лет, газа – через 80...120 лет, угля – через 1000 лет.

Законсервированная в топливе тепловая энергия может быть получена и из других источников. Одним из них является **лучистая энергия** (например, энергия Солнца), которую человек научился использовать также давно, но не в таких масштабах. Теоретический потенциал солнечной энергии, поступающей на Землю в течение года, превышает все извлекаемые запасы органического топлива в 10...20 раз.

Другим примером первоисточника тепловой энергии в чистом виде являются *геотермальные источники*. Однако расположение их в непосредственной близости от сейсмически активных зон вызывает определенные сложности в их использовании.

К первичным источникам энергии следует, безусловно, отнести и *воду*. Потенциальная энергия воды издавна использовалась человеком для получения механической. Примером этому служат мельницы. Кинетическая же энергия стала использоваться относительно не-давно – с появлением электростанций.

Успехи в области исследования ядра позволили человечеству получить тепловую энергию как побочный продукт *ядерной реакции*. Однако невысокая надежность первых реакторов привела к негативному отношению населения к самой идее развития ядерной энергетики.

*Энергия ветра* также достаточно длительное время используется человеком. На первой стадии развития ветроэнергетики конечным продуктом преобразования “даровой” энергии ветра была механическая, которая использовалась, например, для помола зерна, подъема воды и пр. И лишь с изобретением электрических машин ветроэнергетика приобрела тот смысл и значение, которое однозначно понимается всеми сейчас – получение электрической энергии.

2. Оценивая различные источники энергии как средство для развития человечества, необходимо учитывать не только такие их показатели, как теоретический и практический **КПД** преобразования, экологичность и т.д., но и возможности достаточно длительного их использования.

С этой точки зрения **источники энергии можно классифицировать как невозобновляемые и возобновляемые.**

К **невозобновляемым** относятся такие источники, работа которых основана на использовании полезных ископаемых, таких как нефть, газ, уголь, горючие сланцы, торф и др., запасы которых рано или поздно иссякнут.

К **возобновляемым** – те, которые используются для получения энергии многократно или запасы их в природе настолько велики, что человечество не сможет их исчерпать не только в обозримом будущем, но и на длительную перспективу:

- солнечное излучение (гелиоэнергетика);
- энергия ветра (ветроэнергетика);
- энергия рек и водотоков (гидроэнергетика);
- энергия приливов и отливов;
- энергия волн;
  - геотермальная энергия;
  - рассеяна тепловая энергия (тепло воздуха, воды, океанов, морей и водоемов);
  - энергия биомассы – растительного и животного происхождения, бытовых отходов антропогенной деятельности, органические отходы целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и лесной промышленности, лесозаготовок.

Для проведения сравнительного анализа источников необходимо договориться о конечной форме энергии, которая затем утилизируется человеком.

На основании изложенных выше соображений следует предложить, что таким видом энергии является электрическая – как наиболее распространенная и относительно просто преобразуемая в другие виды. С этой целью необходимо составить структурную схему преобразования энергии исходного источника в электрическую, которая представлена на рис. 1.

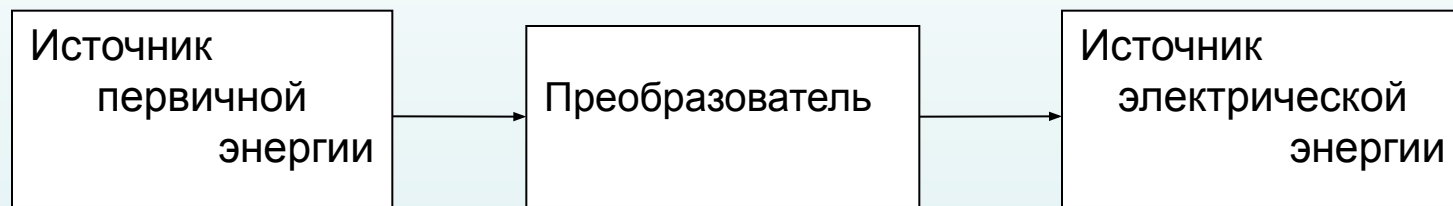


Рис.1. Структурная схема преобразования энергии

Рассмотрим на примере угольной ТЭС мощностью 2400 МВт реализацию технологического процесса получения электроэнергии в соответствии со схемой рис.1.

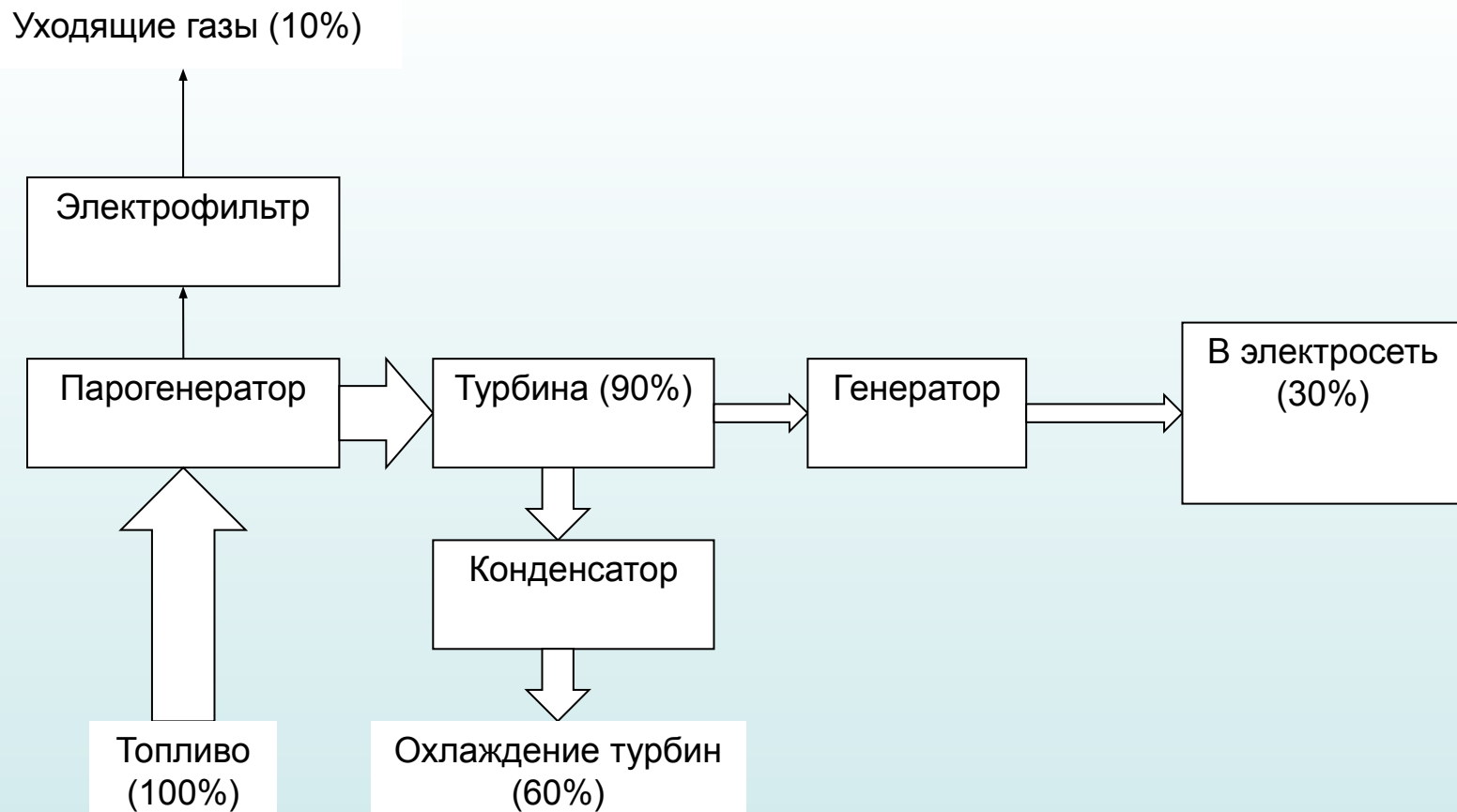


Рис.2. Энергетический баланс угольной ТЭС

Из приведенной схемы видно, что из 100% энергии, накопленной в источнике (угле), только 30% преобразовано в электроэнергию, т.е. КПД преобразователя составляет 0,3. Некоторого повышения КПД можно достичь усовершенствованием отдельных элементов преобразователя, однако существенного прироста его ожидать не приходится без радикального изменения структуры преобразователя.

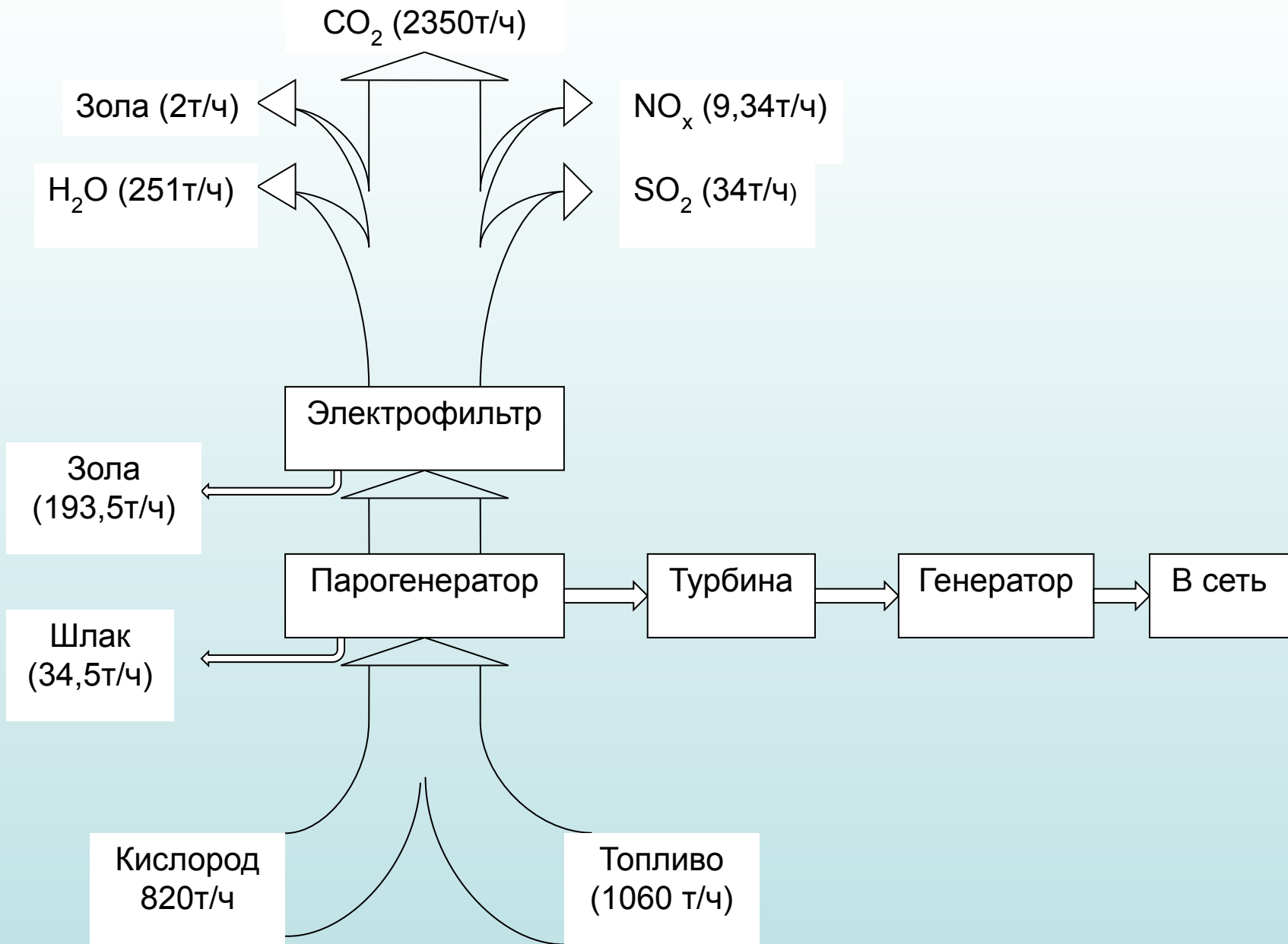


Рис.3. Материальный баланс угольной ТЭС

## ***При сжигании жидкого и газообразного топлива затраченные материальные ресурсы практически полностью превращаются в отходы.***

В зависимости от свойств первичных энергетических ресурсов (марок угля, торфа, газа, горючих сланцев и т.д.), используемых для производства тепла и электроэнергии, энергетические предприятия в различной степени загрязняют окружающую среду отходами своего производства. Заметную конкуренцию ТЭС в последнее время составляют АЭС. В таких странах, как Франция, Япония электроэнергия, выработанная на них, является основной. В последнее время и Китай уделяет повышенное внимание развитию атомной энергетики.

Сопоставляя затраты на очистку газообразных выбросов АЭС и ТЭС необходимо отметить, что установка уловителей вредных примесей дымовых газов в виде твердых частиц на последних удорожает стоимость 1 кВт установленной мощности до 5%, а при улавливании двуокиси серы – до 25...50%. Поглощение радиоактивных изотопов из газообразных выбросов АЭС удорожает стоимость 1 кВт установленной мощности до 10...12%.

Наиболее «чистое» производство осуществляется на установках, использующих гидроресурсы (ГЭС), энергию приливов (ПЭС), солнечную энергию (СЭС), энергию ветра (ВЭС), тепло геотермальных источников (ГеоТЭС). Однако доля участия этих источников в покрытии мировой потребности в энергии незначительна, тенденции роста их невелики, поэтому развитие энергетики на базе этих источников не снизит остроты проблемы защиты окружающей среды. Сравнивая различные виды энергии необходимо, прежде всего, оценить и сопоставить их роль в жизни человека, качество, основное назначение, возможность получения, использования, транспортировки, аккумулирования,

энергии. Однако доля каждого вида в балансе общего энергопотребления различна.

**Тепловая энергия** может быть получена, как непосредственно из окружающей среды, так и в результате преобразования из других видов энергии. Хранение её невыгодно вследствие трудности осуществления изоляции теплоносителя (а ими являются материальные тела) от окружающей среды, что неизбежно ведет к теплообмену и понижению температуры.

**Механическая энергия** в свободном виде в природе не существует. Она проявляется опосредованно, например, в виде кинетической энергии воды (морские приливы и отливы, течение рек, цунами) или потенциальной – водопады. Хранение энергии возможно в виде кинетической (вращающийся маховик), либо в виде потенциальной (энергия сжатой пружины, поднятого груза и т.д.). Однако хранение в таком виде неэффективно вследствие потерь в трущихся частях накопителя (маховик) либо из-за явления усталости (пружина). Транспортировка энергии неприемлема вследствие больших потерь в элементах передачи.

**Гравитационная энергия** на Земле проявляется в основном опосредованно через морские приливы и отливы и может быть использована главным образом для преобразования в другие виды.

**Электрическая энергия** в природе существует в виде статических электрических полей и вызываемых ими электрических разрядов (молний). В результате развития науки и техники человек изобрел способы получения электрической энергии из других источников энергии, причём в таких видах, которые не встречаются в природе (однофазные и многофазные источники различной частоты, формы тока и пр.); хранения её (главным образом в аккумуляторах постоянного тока); транспортировки (линии электропередач на постоянном и трёхфазном переменном токе).



**Ядерная энергия** может быть получена двумя путями: в процессе цепной управляемой реакции деления ядер атомов либо в процессе управляемого термоядерного синтеза. В обо-их случаях в процессе реакции выделяется тепловая энергия, преобразуемая далее в элек-трическую энергию. Отличительной особенностью руд является их самопроизвольный рас-пад, что со временем приводит к истощению запасов сырья.

**Химическая энергия** (или энергия, выделяющаяся в результате химических реакций) проявляется в виде тепла, которое можно преобразовать в другой вид энергии. В некоторых реакциях на промежуточной стадии выделяются свободные электроны, которые используют-ся, например, в топливных элементах для получения электрического тока. Хранение и транс-портировка энергии возможна лишь в виде сырья для химических реакций.

**Лучистая энергия** (главным образом получаемая от Солнца) может быть получена с помощью зеркал либо фотоэлектрического эффекта. Хранение и транспортировка невозможны без преобразования в другие виды энергии.

**3.** Любая продукция произведенная человеком, в том числе и энергия, характеризуется целым рядом показателей, одним из которых является качество. Поскольку, как выяснилось выше, наиболее распространенной и приспособленной для нужд человека является электро-

энергия, остановимся подробно на ее качестве.

Качество электрической энергии определяется ГОСТ 13109-97, который устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии (КЭ) в электрических сетях систем

Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей электрической энергии, или приемники электрической энергии (точки общего присоединения).

Установлены два вида норм показателей КЭ: нормально допустимые и предельно допустимые.

Показателями КЭ являются:

- установившееся отклонение напряжения  $\delta U_y$ ;
- размах изменения напряжения  $\delta U_t$ ;
- доза фликера  $P_t$  (фликер — субъективное восприятие человеком колебаний светового потока источников искусственного освещения, вызванного колебаниями напряжения в электрической сети, питающей эти источники);
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения  $K_U$ ;
- коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения  $KU_{(n)}$ ;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности  $K_{2U}$ ;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности  $K_{0U}$ ;
- отклонение частоты  $\Delta f$ ;
- длительность провала напряжения  $\Delta t_{\text{п}}$ ;
- импульсное напряжение  $U_{\text{имп}}$ ;
- коэффициент временного перенапряжения  $K_{\text{пер } U}$ .

В качестве примера приведем конкретные требования по некоторым показателям.

## ***Отклонение напряжения:***

нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения  $\delta U_y$  на выводах приемников электрической энергии равны соответственно  $\pm 5$  и

$\pm 10\%$  от номинального напряжения электрической сети по ГОСТ 721 и ГОСТ 21128 (номинальное напряжение).

***Несинусоидальность напряжения*** характеризуется следующими показателями (в %):

Нормально допустимое значение при $U_{НОМ}$ , кВ				Предельно допустимое значение при $U_{НОМ}$ , кВ			
0,38	6-20	35	110-330	0,38	6-20	35	110-330
8,0	5,0	4,0	2,0	12,0	8,0	6,0	3,0

***Несимметрия напряжений*** характеризуется следующими показателями:

- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности (значения нормального и предельного соответственно равны 2,0 и 4,0 %);
- коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности (значения нормального и предельного соответственно равны 2,0 и 4,0 %).

## ***Отклонение частоты:***

- нормально допустимое и предельно допустимые значения отклонения частоты равны  $\pm 0,2$  и  $\pm 0,4$  Гц соответственно.