

# Лекция 3.

1. Роль электроэнергии и ее использование в жизни современного общества.

2. Структурная схемы устройств преобразования тепловой энергии в электрическую.

1. Из проведенных выше аналитических исследований и сопоставлений было выявлено, что наиболее приемлемой для удовлетворения энергетических потребностей человека формой энергии является электрическая. Устройства, использующие или преобразующие электрическую энергию в другие виды, настолько глубоко вошли в жизнь современного человека, что прекращение получения её равносильно глобальной катастрофе.

Действительно, в настоящее время практически все промышленное и сельскохозяйственное производство, транспорт, предприятия сферы обслуживания, бытовая техника, предприятия связи и т.д. используют электроэнергию.

*Электроэнергия*, как было показано выше, обладает одним из неоспоримых преимуществ по сравнению с другими видами энергии – относительной простотой и безопасностью транспортировки на большие расстояния. Для транспортировки в настоящее время используются две системы: передача на переменном и на постоянном токе. О достоинствах и недостатках каждой системы будет рассказано позже. Здесь же следует остановиться более подробно на потребителях электроэнергии в быту и на производстве.

Исторически сложилось так, что преимущественное распространение получили приемники электроэнергии переменного тока. При этом *в быту* на уровне рядового потребителя в основном используется система однофазного переменного тока, хотя в сфере обслуживания

населения – система трехфазного переменного тока. Объясняется это тем, что переход от трех- к однофазной схеме электропитания осуществляется достаточно просто и не требует установки дополнительного оборудования.

*На производстве же преимущественно распространена система трехфазного питания.* Объясняется это прежде всего тем, что трехфазные машины переменного тока по сравнению с одно– и другими многофазными машинами отличаются оптимальным соотношением выходных характеристик и стоимости изготовления.

Вместе с тем, необходимо отметить и тот факт, что существуют производственные процессы, в которых возможно применение только постоянного тока. Кроме того, передача электроэнергии на постоянном токе осуществляется на гораздо большие расстояния, чем на переменном и с меньшим ущербом для окружающей среды.

**2.** Структурная схема преобразования тепловой энергии в электрическую приводилась выше (см. рис.1).

*В качестве источника первичной энергии могут выступать различные вещества.* В частности на ТЭС, ГеоТЭС и др. таким веществом является вода, в других установках – легкокипящие жидкости, газы.

*В качестве преобразователя энергии выступает турбина, а источником электрической энергии является, как правило, трехфазный генератор переменного тока.*

На рис. 4 приведена структурная схема геотермальной тепловой электростанции.

Принцип работы установки заключается в следующем. Поступающая по трубопроводам из продуктивной скважины в сепаратор первой ступени пароводяная смесь разделяется на жидкую и газообразную фракции, первая из которых направляется в скважину закачки, а вторая – в сепаратор второй ступени, где производится ее доводка до необходимой кондиции. Из сепаратора пар подается в турбогенератор, где и происходит преобразование его кинетической энергии в энергию вращения вала турбогенератора. Турбогенератор вращает вал ротора трехфазного генератора переменного тока, вырабатывающего электроэнергию. Для защиты установки от чрезмерно повышенного давления пароводяной смеси, поступающей из скважины, на входе установки установлено предохранительное устройство с шумоглушителем.

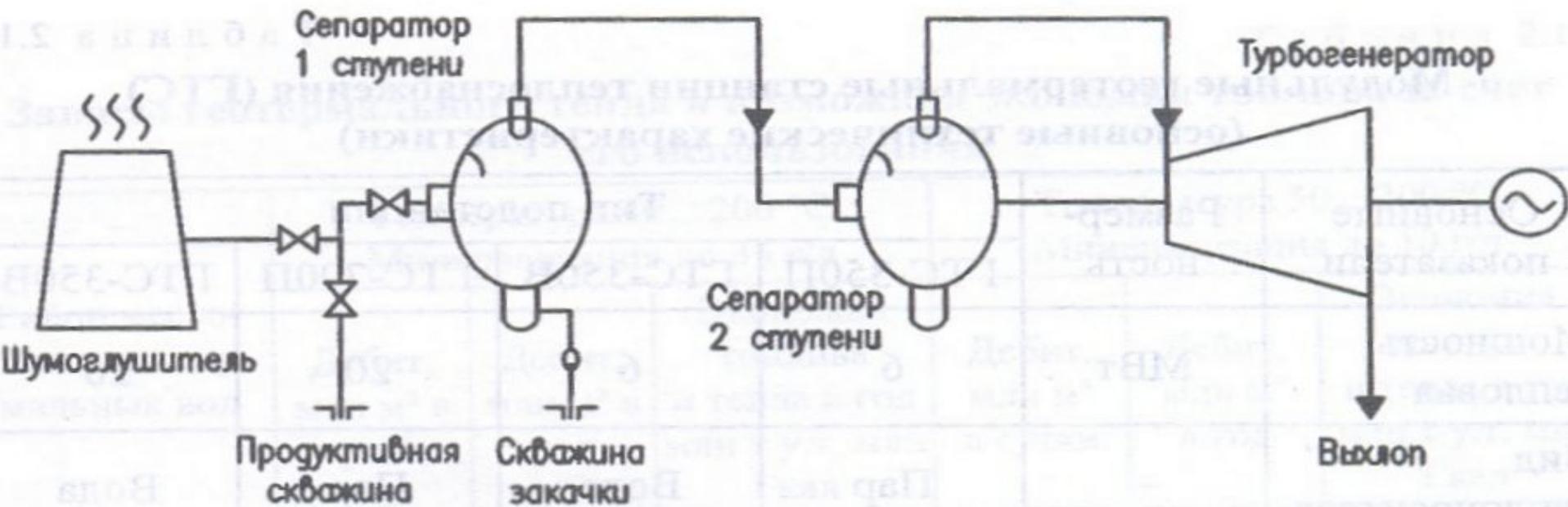


Рис. 4 Структурная схема ГеоТЭС



Установка включает в себя три контура: приводной (силовой) контур, состоящий из компрессора К, сидящего на одном валу с турбиной Т и компрессором контура отбора теплоты и камеры сгорания КС, в которой сжигается газ; контур отбора теплоты (ПНТ), в который входит компрессор, конденсатор, дроссель и испаритель; контур подогрева сетевой воды, включающий в себя котёл-утилизатор и конденсатор.

Принцип работы установки заключается в следующем. Поступающий в испаритель контура отбора теплоты источник низкопотенциальной теплоты отдаёт часть своей энергии, превращая низкокипящее рабочее тело в пар. Последнее сжимается в компрессоре, за счёт чего повышается эго энергия, и поступает в конденсатор. В конденсаторе в процессе теплообмена происходит подогрев поступающей от потребителя воды и охлаждение рабочего тела, переходящего в жидкую фракцию. Из конденсатора через дроссель рабочее тело вновь поступает в испаритель. Для приведения вала компрессора ПНТ во вращение используется газотурбинная установка приводного контура, вращение вала, которой осуществляется посредством полученных в камере сгорания газов, подаваемых на лопатки турбины. Отработавшие в турбине нагретые газы выбрасываются в атмосферу через котел-утилизатор, где они охлаждаются, отдавая теплоту подогреваемой воде. Таким образом, сетевая вода с температурой  $60^{\circ}\text{C}$ , проходя через два теплообменника нагревается до температуры  $90^{\circ}\text{C}$ .

Структурная схема ресорбционно-компрессионного теплового обменника приведена на рис. 6. Принцип работы установки заключается в следующем. Отработавшие в паровом котле газы выбрасываются в атмосферу через контактный теплообменник, где их температура падает с  $50$  до  $25^{\circ}\text{C}$  за счет подогрева рабочего тела, циркулирующего в контуре контактный теплообменник – дегазатор. Из дегазатора рабочее тело попадает в компрессор, где проис-

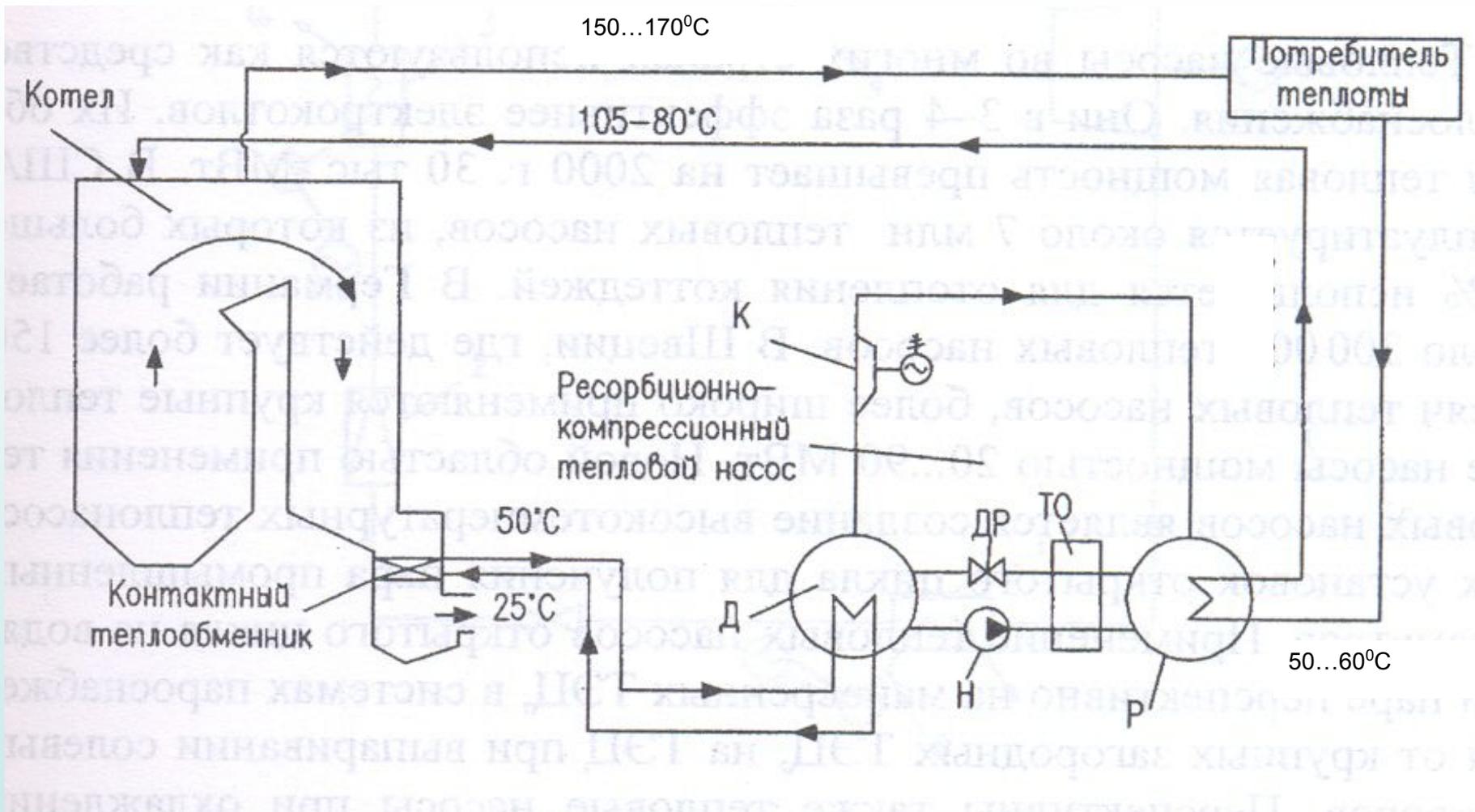


Рис. 6. Структурная схема ресорбционно-компрессионного теплового обменника.  
 Д – дегазатор, К – компрессор, Р – ресорбер, ТО – теплообменник, Н – насос, ДР - дроссель

дит его сжатие и повышение температуры. В ресорбере вследствие теплообмена происходит повышение температуры поступившей от потребителя воды с  $50...60^{\circ}\text{C}$  до  $80...105^{\circ}\text{C}$  за счёт охлаждения рабочего тела. Подогретая до такой температуры вода вновь поступает в котел, а после нагревания – в потребитель. Охлажденное же в ресорбере рабочее тело поступает в теплообменник, где его температура понижается до необходимой величины, а далее нагнетается насосом в дегазатор.

В нетрадиционной возобновляемой энергетике используется также энергетический потенциал, определяемый разницей температур между нижними и верхними слоями воды водоёмов или нижними слоями воды и наружным воздухом. Естественные перепады температур в природе присутствуют практически везде и бывают весьма значительными: в океанах перепад температуры в нижних и верхних слоях достигает  $15...20^{\circ}\text{C}$ , в горных реках –  $25...30^{\circ}\text{C}$ , между подледной водой и воздухом в зимнее время года –  $20...40^{\circ}\text{C}$ .

Установки, работающие на перепаде температур, могут использовать замкнутый и разомкнутый циклы. В установках с замкнутым циклом (Ренкина) легкокипящая жидкость типа фреона, аммиака отработав в парообразном состоянии в турбине, направляется в конденсатор, охлаждаемый наружным воздухом, а оттуда – в парогенератор.

В установках с разомкнутым циклом теплая вода поверхностного слоя океана вскипает в испарителе с низким давлением, затем направляется в турбину, после чего – в конденсатор.

Схема установки для получения электроэнергии за счет перепада температур между проточной водой подо льдом и наружным холодным воздухом приведена на рис. 7.

Принцип работы установки заключается в следующем. Протекающая подо льдом вода нагревает парогенератор 1, рабочее тело в котором переходит из жидкого в газообразное состояние и направляется на лопатки турбины 2, приводящей во вращение вал генератора пе-

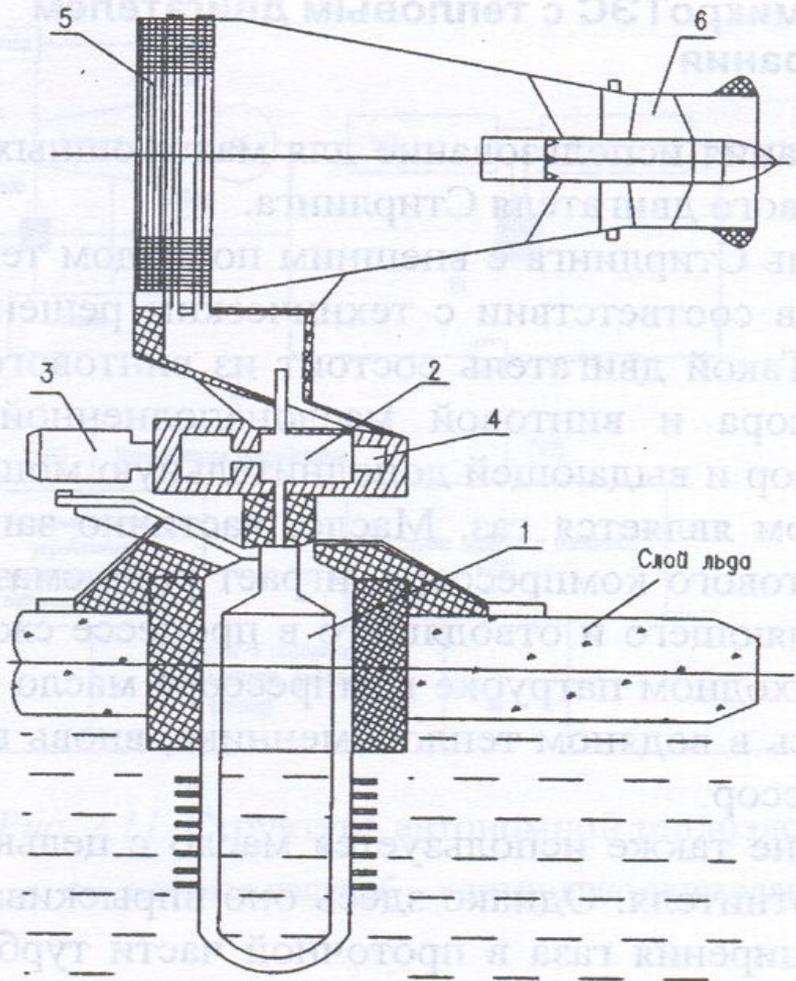


Рис. 7. Установка для получения электроэнергетики за счет перепада температур между проточной водой подо льдом и наружным холодным воздухом

1 – парогенератор (котёл), 2 – турбина, 3 – генератор, 4 – циркуляционный насос, 5 – конденсатор, 6 – вентилятор

ременного тока 3. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор 5, где переходит в жидкую фракцию и насосом 4 нагнетается опять в парогенератор. Для повышения эффективности работы конденсатора посредством вентилятора 6 производится его охлаждение атмосферным воздухом.

В номинальном режиме КПД установки составляет 7%.

Для создания автономных источников энергообеспечения, обеспечивающих совместную генерацию электрической и тепловой энергии в отдаленных малонаселенных пунктах, могут быть использованы маломощные ТЭС на базе теплового двигателя Стирлинга с внешним подводом тепла (см. рис. 8). Такой двигатель состоит из винтового маслонаполненного компрессора и винтовой маслонаполненной турбины, вал которой соединен с валами компрессора и генератора. Основным рабочим телом является газ.

Масло, частично заполняющее проточную часть винтового компрессора, играет роль смазывающего, гидравлически уплотняющего и отводящего выделяющуюся в процессе сжатия рабочего тела те-

