

РЕГУЛИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО, АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Ефимов Н.Н., Паришуков В.И., Папин В.В., Янченко И.В.,

Машиков А.В., Безуглов Р.В., Клиникоff Р. А.

Задачи энергосбережения складываются из работ по проведению энергетических обследований, учета энергетических ресурсов, разработки энергосберегающих мероприятий и использования в энергопотреблении возобновляемых источников энергии по направлениям (они расставлены в порядке наилучшего их применения):

- теплотребление на отопление;
- водоснабжение (в том числе и горячее водоснабжение) и канализация;
- вентиляция и кондиционирование воздуха;
- электропотребление.

Мировая цивилизация привыкла без ограничений потреблять различные виды энергии: электрическую, тепловую для отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования. Традиционное производство электроэнергии происходит на крупных энергетических агрегатах, часто установленных на удаленных расстояниях от объектов потребления. Производители же тепла не могут быть удаленными от потребителей. Тепловые электростанции, генерирующие как электроэнергию, так и тепло, а также котельные обычно располагаются в черте жилых застроек, чтобы уменьшить потери тепла при транспортировке. Однако большинство потребителей тепла для отопления и горячего водоснабжения в России используют индивидуальные котлы малой тепловой мощности 10-100 кВт.

Анализ изменения энергопотребления показывает, что производство энергий характеризуется неравномерностью в течение суток и сезонов. Однако если потребление тепла в основном зависит от погодных и климатиче-

ских условий и поэтому не всегда происходит с большими изменениями мощности, то потребление электроэнергии характеризуется резко динамичными процессами с пиковыми нагрузками в течение суток. Неравномерность суточного энергопотребления в основном связано с коммунально-бытовым сектором экономики. Подводя итоги сказанному выше, при проектировании энергоснабжения индивидуальных потребителей электроэнергии и тепла необходимо учитывать различную степень их неравномерности, как по виду производимой энергии, так и по величине, и во времени.

Производство двух видов энергии (электрической и тепловой) для индивидуального потребления небольшой мощности может осуществляться по отдельным или комплексным схемам.

В настоящее время в мировой практике при индивидуальном потреблении используется раздельное производство энергий. Электроэнергия может осуществляться, помимо электрогенераторов с двигателями внутреннего сгорания с их проблемами затрат на топливо, от возобновляемых источников энергии (ВИЭ): фотопреобразователей, ветровых энергоустановок и микроГЭС. При использовании ВИЭ на неравномерность потребления накладывается еще и неравномерность поступления энергии от источника (непостоянство солнечной радиации и ветра в течение суток). При таком энергообеспечении появляется необходимость в аккумуляции, а также в регулировании распределения и потребления электроэнергии. Наиболее надежно и эффективно производство электроэнергии от микроГЭС, если есть энергоёмкий водный источник.

Менее динамично происходит изменение тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение для индивидуального, автономного потребителя. При традиционных схемах нагрузка регулируется изменением расхода топлива в котел. Однако и при установке теплового насоса и солнечных нагревателей, отопительную нагрузку также можно регулировать периодическим включением агрегатов и использовать при этом аккумуляцию тепла (через бойлер). При этом тепловые насосы способны вырабатывать тепло

круглосуточно, в отличие от солнечных нагревателей, которые зависят от солнечной активности в течение суток и поэтому изменяют свою мощность. Тем не менее, работая в паре с тепловым насосом и с бойлером-аккумулятором, такие установки могут повысить экономичность теплопотребления.

Энергосберегающая политика XXI века будет основана на применении технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Перспективными возобновляемыми источниками энергии в южных регионах России являются солнце, тепло грунта и водоемов, ветер, гидроэнергия малых рек. Годовой ресурс солнечной энергии здесь составляет 1280 – 1390 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ и может использоваться в солнечных нагревателях-коллекторах различной конструкции и фотопреобразователях. Ресурс использования тепла грунта и водоемов также достаточно высок и составляет 1,14 – 1,3 $\text{млн}\cdot\text{т}\cdot\text{у}\cdot\text{т}$. Ресурсы солнца и грунта в южных регионах являются наибольшими в сравнении с другими регионами России. Средняя температура грунта плюсовая ($+10\text{ }^{\circ}\text{C}$), что дает возможность получать более высокие коэффициенты преобразования энергии в тепловом насосе. В южном регионе России ресурсы ветра не большие (66 – 175 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$). Однако в прибрежной полосе Черного и Азовского морей, а также в горной местности Кавказа ветроэнергоустановки могут быть использованы эффективно. Ограничено с привязкой к местности могут применяться и микроГЭС. Грамотно выстроенная структура энергосбережения позволяет повысить эффективность использования энергоресурсов и экономию финансовых средств при эксплуатации.

Имеющийся опыт применения тепловых насосов, солнечных вакуумных нагревателей и микроГЭС показывает возможность активного их внедрения при индивидуальном децентрализованном строительстве домов площадью до 1000 – 2000 м^2 . Эти установки особенно эффективны для автономных энергопотребителей, отдаленных от централизованных систем энергоснабжения. Установка и эксплуатация этого оборудования сдерживается

только высокой стоимостью основного оборудования и буровых работ при монтаже грунтовых теплообменников тепловых насосов.

Более перспективными следует считать комплексные установки по производству основных видов энергии: электричества и тепла. Сейчас уже разрабатываются и внедряются когенерационные (и тригенерационные) установки на органическом топливе. Когенерационные схемы производства энергий можно создавать и на основе ВИЭ. Например, на основе использования паросиловой турбины малой мощности (5 – 30 кВт) можно создать микроэнергокомплекс «солнечный коллектор (или резервный парогенератор) – аккумулятор-сухопарник – паровая турбина». Такая схема производства энергий представлена на рис. 1

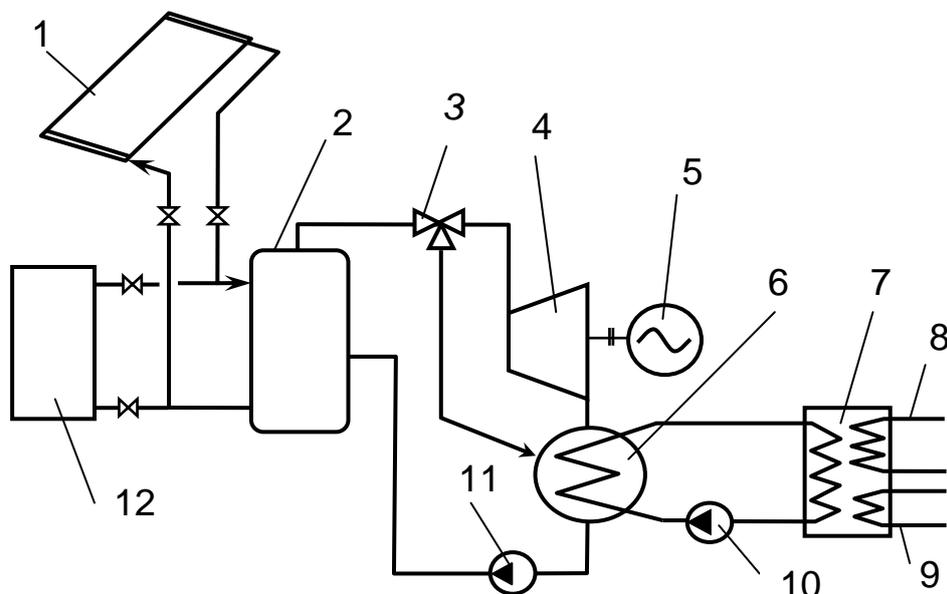


Рис.1 Принципиальная тепловая схема энергоэффективного комплекса «солнечный коллектор – паровая турбина»: 1 – вакуумные солнечные нагреватели; 2 – термостойкость с сухопарником; 3 – тройной клапан; 4 – паровая турбина; 5 – электрический генератор; 6 – конденсатор турбины; 7 – бойлер; 8 – тепловая сеть на отопление; 9 – на горячее водоснабжение; 10 – сетевой насос; 11 - конденсатный насос; 12 - резервный газовый парогенератор.

Микроэнергокомплекс на базе паровой турбины малой мощности способен вырабатывать электроэнергию и тепло одновременно. Режим работы комплекса зависит от приоритетности вида производимой энергии в данный

момент времени, тепловая либо электрическая, либо оба вида энергии потребляются одновременно. Отсюда, работа энергетического комплекса в составе солнечного коллектора и паровой турбины может осуществляться по двум видам графика: тепловой и электрический, в зависимости от необходимой потребности потребителя. Например, при работе паровой турбины с номинальной мощностью, в ее конденсаторе выделяется определенное количество тепловой энергии, соответствующее теплоте парообразования теплоносителя, проходящего через турбину при ее номинальной нагрузке. Эта тепловая энергия используется в комплексе для обеспечения отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, если в данный момент есть соответствующая потребность в теплоте. Если же потребность в теплоте ниже чем ее производство (работа по тепловому графику), то появляется необходимость, либо снижать электрическую мощность паровой турбины, что приведет к снижению выделения теплоты в ее конденсаторе, либо уменьшать температуру конденсации пара в конденсаторе, повышая в нем вакуум, либо дополнительно отводить теплоту на другие объекты и в окружающую среду. Снижать электрическую нагрузку можно, перепуская часть пара в конденсатор через тройной клапан. Отсюда появляется еще одна возможность регулирования энергопотребления, когда электрическую нагрузку микроэнергокомплекса можно изменять при постоянной тепловой мощности (работа по электрическому графику).

На рис. 2 в TS-диаграмме показаны различные возможности использования тепла производимого на солнечных нагревателях и в резервном парогенераторе для производства энергий в паровой турбине на электроснабжение, отопление и горячее водоснабжение в конденсаторе в зимний и летний периоды работы микроэнергокомплекса. Там же показано тепло, которое используется для пассивного кондиционирования.

Из диаграммы видно, что изменение нагрузки, как электрической, так и тепловой, при такой комплексной схеме можно регулировать:

- изменением вакуума в конденсаторе, когда температура насыщения в конденсаторе изменяется от $80 - 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $45 - 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ по условиям нагрузки отопления и горячего водоснабжения;
- изменением параметров свежего пара перед турбиной в пределах $140 - 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- расходами пара на турбину, когда тепло накапливается в термостати-сухопарнике или перепускается в конденсатор после тройного клапана;
- расходами отбора тепла на отопление и горячее водоснабжение с накоплением тепла в бойлере.

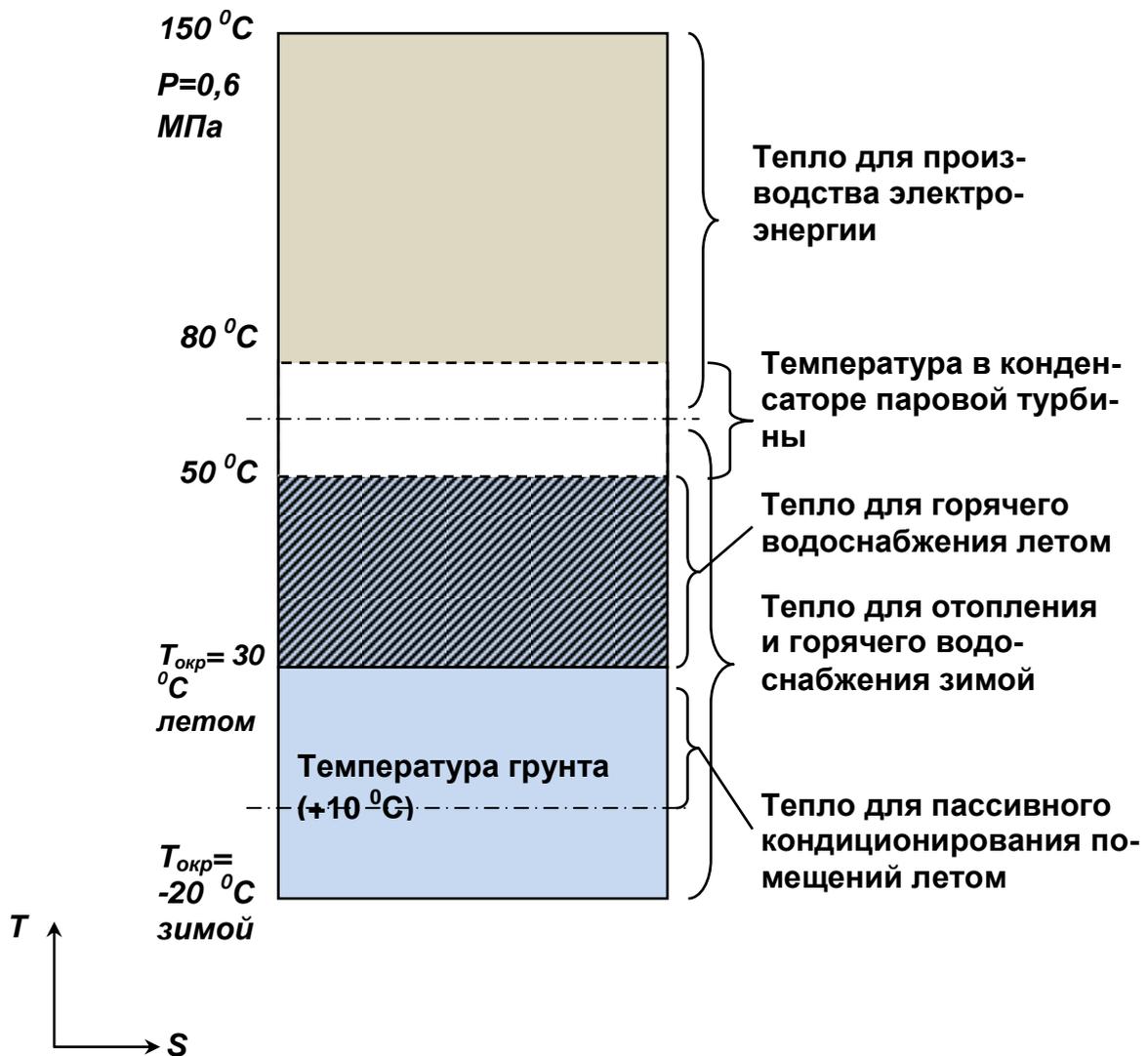


Рис. 2. Диаграмма использования тепла солнечных нагревателей и резервного парогенератора для различных целей.

Таким образом, при этой комплексной схеме производства энергий появляется больше возможностей для регулирования и распределения электроэнергии и тепла, чем при раздельной схеме с использованием фотопреобразователей.

Естественно, наиболее экономичной является работа комплекса при номинальном режиме, когда паровая турбина работает с проектной мощностью в самом экономичном режиме и вся электроэнергия востребована, при этом теплота, выделяющаяся в ее конденсаторе, так же полностью расходуется на покрытия нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Добиться такого режима работы можно правильным выбором мощностей для конкретных потребителей и работой автоматики.

С экономической точки зрения, микроэнергокомплекс на базе паровой турбины малой мощности более эффективен, чем установка с раздельным производством электроэнергии и тепла. Например, при солнечной радиации в 800 Вт/м^2 фотопреобразователи на выходе имеют примерно 100 Вт электрической мощности. При той же солнечной радиации вакуумные солнечные нагреватели способны преобразовывать в тепло до 500 Вт. Паровая турбина малой мощности при комплексном использовании ее для производства электроэнергии и тепла на отопление и горячее водоснабжение имеет расчетный к.п.д. 40 – 48 %. Таким образом, микроэнергокомплекс способен производить 200 Вт и более, что, как минимум, в два раза больше, чем при использовании фотопреобразователей, которые, к тому же, плохо приспособлены для регулирования электрической нагрузки.