

УДК 62.682

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН

*Елистратов С.Л., Елистратов Д.С., Мезенцева Н.Н., Мезенцев И.В., Мелешикин А.В.
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск*

Развитие особых экономических зон туристско-рекреационного типа (ОЭЗТРТ), зон круглогодичного отдыха, создание плотных жилых застроек в экологически привлекательных районах требует создания современной инженерной инфраструктуры теплоснабжения, отвечающей самым высоким экологическим требованиям к охране окружающей природной среды и здоровья населения.

Высокая сейсмичность, свойственная регионам Горного Алтая и Прибайкалья, а также близкозалегающие к поверхности земли горные породы, делают трудно-реализуемым использование низкопотенциального тепла сухого грунта с прокладкой горизонтальных и вертикальных грунтовых коллекторов. Использование для их работы незамерзающих жидкостей может нанести вред окружающей природной среде. Вместе с тем, наличие развитой природной сети водных источников: горных рек и озер, незамерзающих ручьев и водопадов, приповерхностных подземных водоносных горизонтов, создают благоприятные условия для применения парокомпрессионных теплонасосных установок (ТНУ). Прямое копирование опыта других стран не всегда позволяет достичь положительного результата.

Низкая, всего несколько градусов Цельсия в зимний период времени, температура воды требует применения специальных мер для предотвращения замерзания воды в испарителе теплового насоса. Использование высокоэффективных пластинчатых теплообменников может привести к выходу ТНУ из строя. По этой причине для отопления здания Байкальского музея в п. Листвянка в составе ТНУ были использованы испарители с внутритрубным оребрением и разработана специальная автоматика, поддерживающая температуру байкальской воды на выходе из испарителя на уровне $0,3...0,5^{\circ}\text{C}$. За многолетний период работы не было отмечено ни одного случая аварийной остановки этой ТНУ по причине перемерзания воды в испарителе. Такое решение проблемы использования в качестве низкопотенциальных источников тепла природной воды с температурами менее 5° , существенно расширяет область применения ТНУ в рекреационных зонах. Становится возможным применить для работы ТНУ теплоту подрусловых вод с температурой в зимний период $3...5^{\circ}\text{C}$. Их химический состав не отличается от химического состава воды в реке, что позволяет использовать неглубокие, порядка 5..20 метров, расположенные на берегу скважины с организованным сбросом охлажденной в испарителях ТНУ до $0,5^{\circ}\text{C}$ подрусловой воды в реку. Городской водозабор г. Горно-Алтайска и пос. Маймы использует воду подрусловых вод реки Катунь. На других горных реках Сибири и Алтая также имеются возможности для использования теплового потенциала подрусловых вод при создании ТНУ.

Для работы парокомпрессионных ТНУ необходима электроэнергия, дефицит которой может стать основным ограничивающим их применение фактором. В ряде случаев для этих целей может быть использован гидравлический потенциал горных потоков. Например в горной части Алтая, имеются реки, ручьи и водопады с высокой скоростью течения и (или) большими перепадами высот на относительно коротких участках. Но практика показала, что получение электроэнергии для ТН с помощью различного рода гидроэнергетических установок экономически не всегда выгодно. Поэтому актуальным становится разработка специальных ТН, не требующих для своей работы электроэнергии.

Тепловой насос с гидротурбинным приводом (рис.1) можно рассматривать в качестве одной из разновидностей гидроэнергетических установок, в которых осуществляется преобразование энергии потока воды в механическую энергию вращения выносного вала компрессора ТН и тепловую энергию для теплоснабжения. Их преимуществом является предельная простота и надежность. Принципиально такая ТНУ отличается от рукавной микроГЭС тем, что к валу гидротурбины присоединяется не электрогенератор, а непосредственно вал компрессора ТН. Энергетические преобразования осуществляются не по традиционной схеме «водный поток-гидротурбина-электрогенератор-электродвигатель-компрессор ТН», а по существенно более простому пути «водный поток-гидротурбина-компрессор ТН». Кроме того, в качестве гидротурбины могут быть использованы серийно выпускаемые центробежные насосы, так как радиально-осевая гидротурбина и центробежный водяной насос являются обратимыми машинами. При необходимости к валу гидротурбины могут быть дополнительно подсоединены генераторы постоянного или переменного тока малой мощности.

В первом приближении механическую мощность на валу установки, использующей кинетическую и потенциальную энергию водотока, можно оценить по выражению:

$$P = g \cdot W \cdot \rho \cdot H \cdot \eta,$$

где: g - ускорение свободного падения, м/с^2 ; W - расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$; ρ - плотность воды, кг/м^3 ; H - максимальный располагаемый напор воды, м ; η - КПД преобразования энергии потока воды в механическую.

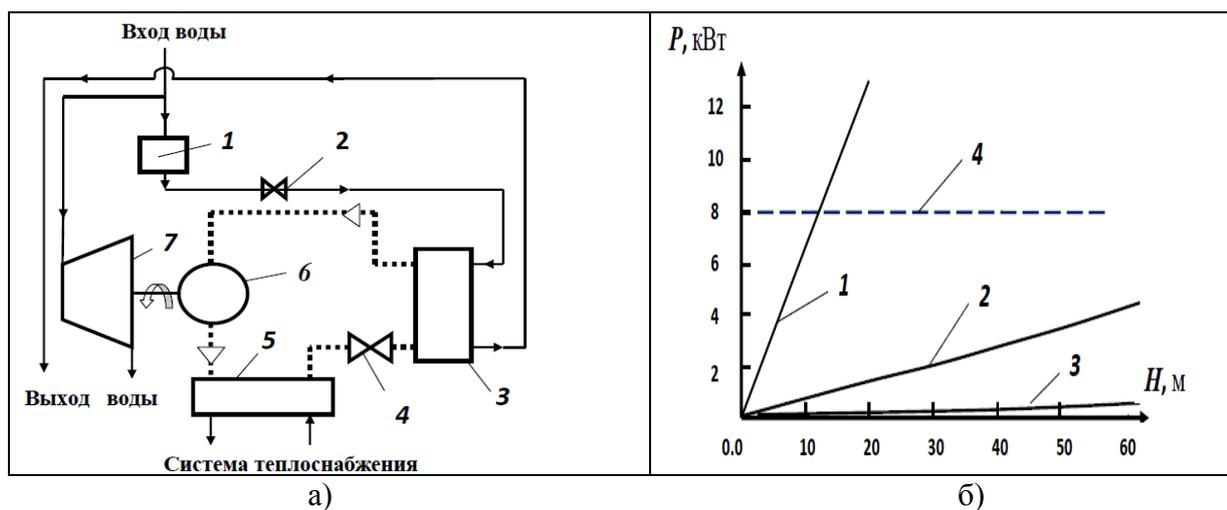


Рис.1. ТНУ с гидротурбинным приводом:

а) Принципиальная схема: 1 – самоочищающийся водяной фильтр; 2 – вентиль водяной регулировочный; 3 – испаритель; 4 – вентиль фреоновый терморегулирующий; 5 – конденсатор; 6 – компрессор с выносным валом; 7 – гидротурбина (обратимый водяной насос);

→ – направление движения воды; - - → - - направление движения хладагента.

б) Расчетная мощность на валу гидротурбины (КПД = 0,7): 1 – $W = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ($360 \text{ м}^3/\text{ч}$); 2 – $W = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$ ($36 \text{ м}^3/\text{ч}$); 3 – $W = 0,001 \text{ м}^3/\text{с}$ ($3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$); 4- параметры потока для гидротурбины постоянной мощности.

В качестве примера на рис.1 приведена кривая 4, определяющая требования к расходу и напору водного потока для ТН теплопроизводительностью 25 кВт. Исследование водотоков в долине реки Челушман Республики Алтай показали, что такие возможности имеются.

Тепловые насосы с гидротурбиной просты в изготовлении и практически не требуют затрат электроэнергии для своей работы, что позволяет рассматривать этот тип ТН в качестве альтернативного экологически чистого теплоисточника для зон рекреации с горными реками.