

# Технологии использования вторичных топливно-энергетических ресурсов — теплоты канализационных стоков

Осадчий Г.Б., инженер

Поскольку до 85 % затрат в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) приходится на теплоснабжение, то это требует особого отношения ко всей его инфраструктуре.

Теплоэнергетика ЖКХ больших городов все большего числа субъектов России и, в первую очередь, её тепловые сети входят в полосу деградиционного отказа, обусловленного естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и норм проектирования, изготовления, постройки и эксплуатации. Отказы магистральных и сетевых трубопроводов связаны, в том числе с большой номинальной нагрузкой, под которой они находятся (давление, перепады давления). Под высокой нагрузкой находятся также теплогенерирующие мощности (котлы) и насосные станции.

При замене труб на ограниченном участке теплотрассы повышается надежность только замененного участка. Замена не дает возможности поднять давление теплоносителя, т.к. остальная часть теплотрассы осталась в прежнем, изношенном состоянии.

Снизить нагрузку на трубы теплотрасс, а значит увеличить (продлить) срок их эксплуатации можно за счет рекуперации (возвращения) теплоты, канализационных стоков. Причем рекуперацию наиболее выгодно проводить в пределах зданий, т.к. в этом случае нерациональное снижение температуры стоков минимальное. Ведь тепло, произведенное энергетиками и поступившее в помещение, покидает его не только через ограждения (стены, окна, двери) и при проветривании, но и **за счет циркуляции воды**.

Особенно большие потери тепла из зданий наблюдаются при наличии в них горячего водоснабжения, т.к. на его осуществление расходуется огромное количество теплоты, которая практически вся уносится канализационными стоками. Удельный вес горячего водоснабжения систем теплоснабжения зданий составляет в среднем 20 %, достигая в южных районах страны 30 – 40 %. Связанные с этими услугами тепловые потери необходимо включать в общий энергобаланс, т.к. это результат выполнения части требований по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям проживания людей. Житель современного города расходует на санитарно-бытовые нужды 300 – 500 литров воды в сутки, в том числе в ночное время от 19 до 26,5 литров. Хотя воды по объему используется значительно меньше, чем воздуха на одного человека (воздуха — 30 м<sup>3</sup>/ч), однако её плотность в 800 раз выше плотности воздуха, а удельная теплоемкость в 4 раза больше, чем у воздуха. Если воздух поступает в здания, в течение

отопительного периода, с температурой от +8 и выше до минус 30 °С, а покидает их с температурой 18 – 20 °С, то вода поступает с температурой 2 – 8 °С, а стекает в канализацию с температурой 20 – 30 °С.

С учетом того, холодная вода, поступающая зимой в здания, нагревается: в трубопроводах; водяных затворах; сливных бачках; посудомоечных и стиральных машинах; в чайниках и кастрюлях, а значит, потери тепла есть и тогда, когда нет горячего водоснабжения, и даже тогда когда нет расхода воды, из-за утечек, например, через поплавковые клапаны.

Если на вводе регуляторы давления не установлены, то величины суточных утечек ( $V_{ут}^{сут}$ , л) через поплавковые клапаны значительны [1] особенно в домах расположенных у начальных участках водоводов, где давление ( $H_i$ ) максимально:

$$V_{ут}^{сут} = k \left[ \sum_{i=1}^4 (q_{\Phi i}^H - q_n^H) + \sum_{i=5}^{24} (4,02\rho_i^2 + 0,29\rho_i) \frac{N}{U} \right],$$

где  $k$  – коэффициент, ограничивающий возможное повышение величины утечек воды, численно равный отношению величины утечек к удельным фактическим расходам воды в ночные часы;  $q_{\Phi i}^H$  – фактический удельный расход воды в ночные часы (с часу ночи до 5 часов утра), л/(ч·чел.);  $q_n^H$  – полезный расход воды в ночные часы, л/(ч·чел.);  $\rho_i$  – давление на вводе, МПа;  $N$  – количество квартир в доме;  $U$  – количество жителей в доме, чел.

В Омске ежесуточное потребление холодной и горячей воды составляет 640 тыс. м<sup>3</sup> (в Москве – 6,2 млн. м<sup>3</sup>). На нагрев холодной воды, проходящей через здания в Омске за отопительный период, расходуется порядка 12,5 млн. ГДж теплоты, для производства которой сжигается до 400 тыс. тонн мазута или 1 млн. тонн угля. Для Москвы соответственно – 125 млн. ГДж, 4 млн. тонн мазута или 10 млн. тонн угля. Эти расходы составляют 10 – 15 % от всего топлива, используемого в этот период для теплоснабжения этих городов.

Приведенная зависимость уноса тепловой энергии из зданий со стоками, характерна для всех регионов России.

**Не вызывает сомнения, что составляющей частью итоговых тепловых потерь, аналогично учитываемым потерям от проветривания, должны стать тепловые потери, образующиеся за счет циркуляции воды.**

Указанные потери тепла из помещений, если температура в них опускается слишком низко, компенсируют, в основном, за счет электронагревательных приборов, что еще более усугубляет дефицит бюджета, поскольку дотации на электроэнергию, в бюджетной сфере и для населения, составляют не один десяток миллионов рублей.

Существующие системы теплоснабжения и дополнительного обогрева далеки от оптимальных, поскольку игнорируют предыдущий опыт цивилизации по использованию различных видов энергии.

Так, еще на 1 Общероссийском Съезде инженеров-электротехников в 1901 году было принято решение о НЕДОПУСТИМОСТИ использования электроэнергии на отопление и рекомендовалось повсеместное применение электроприводных тепловых насосов (ТН<sub>эл</sub>). Однако как показала практика существующие электроприводные теплонасосные станции (ТН<sub>эл</sub>, например, АО “Энергия”, г. Новосибирск), использующие на привод компрессора, например, 300 кВт **дорогой** электроэнергии, вырабатывают, при температуре стоков (в большую часть отопительного периода) плюс 8 – 10 °С, 1000 кВт **дешевой** теплоты на отопление. Низкая температура стоков, в сравнении с той, которой они обладают на выходе из здания, объясняется тем, что стоки переохлаждаются в грунте на пути к сборным коллекторам.

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, как правило, в 3 – 5 раз выше стоимости 1 кВт·ч тепловой энергии. Получается, что стоимость выработанной теплоты электроприводной теплонасосной станции зимой-весной, выше стоимости затраченной на ее производство электроэнергии (деньги, потраченные на оплату 1 кВт·ч электроэнергии, обеспечивают выработку продукции (12 МДж теплоты) стоимость которой ниже стоимости 1 кВт·ч электроэнергии). Только по этому показателю при трансформации электроэнергии в теплоту убыток доходит до 10 % на каждый кВт·ч использованной электроэнергии.

С учетом сметной стоимости ТН<sub>эл</sub> с теплотрассой, линией электропередачи, трансформатором и дополнительных постоянных расходов: электроэнергии на прокачку стоков через испаритель и циркуляцию по системе отопления горячей воды; сырья и материалов на эксплуатацию и ремонт; заработной платы и т.д., электроприводные теплонасосные станции, удаленные от мест, где стоки имеют наибольшую температуру, для Западносибирского экономического региона с озвученной разницей стоимости электрической и тепловой энергии относятся к категории дотационных (планово убыточных) источников энергии на весь отопительный период (по сравнению с теплотой ТЭЦ, котельных).

Электроприводные теплонасосные станции должны применяться когда:

- температура стоков большую часть года выше 20 °С (коэффициент трансформации ТН электроэнергии в теплоту более 5);

- потребитель теплоты децентрализован;

- отопительный сезон краток (когда строительство разветвленных теплотрасс экономически не выгодно);

- имеется значительный избыток дешевой электроэнергии (ГЭС, ВЭС);

производство электроэнергии не связано со сжиганием органического топлива, с параллельным производством теплоты, например, на ГЭС, ФЭС, ВЭС.

Исходя из изложенного, один из путей снижения затрат на теплоснабжение — создание на существующих системах теплоснабжения **второго контура отопления.**

**Рассмотрим предлагаемые [2] варианты рекуперации теплоты сбросных вод (канализационных стоков).**

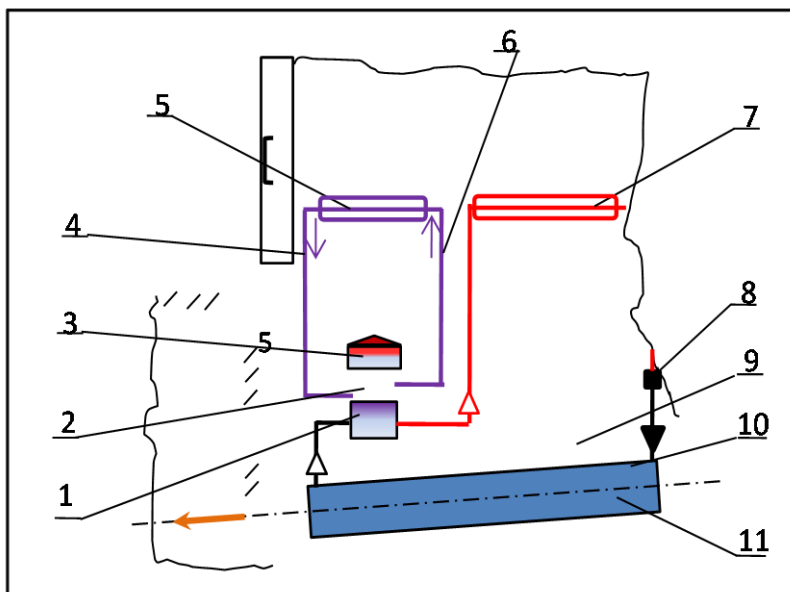
**Первый вариант.**

Для Северо-Западного экономического района России, имеющего среднюю продолжительность отопительного сезона — 243 дня; Центрального — 215; Волго-Вятского — 231; Уральского — 227; Западносибирского — 235; Восточносибирского — 254; Дальневосточного — 255, предлагается в качестве энергосберегающего устройства — теплопроводной тепловой насос ( $TН_{ТП}$ ).

Человечество с незапамятных времен использует **незначительный** перепад (разницу потенциалов) в состояниях различных сред для получения удобной для потребителя вида энергии. Например, перепад высот воды (потенциальная энергия рек, приливов) используется для выработки как механической, так и электрической энергии. Аналогично используется энергия ветра — перепад, но давлений (температур) воздуха в сопредельных географических зонах, и т.д.

До настоящего времени, пожалуй, единственный вид потенциалов, самый доступный, не используется — это температурный перепад воды в узле управления центрального отопления, находящегося в подвале здания, и воздуха обогреваемого помещения. Если в узле управления теплоноситель — горячая вода, имеет температуру  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в помещении воздух  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то этот температурный напор  $90 - 20 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  не используется — при традиционном отоплении нерационально происходит деградация тепловой энергии.

Для снижения затрат на теплоснабжение, путем возврата в помещения тепловой энергии, уносимой стоками, предлагается  $TН_{ТП}$  (рисунок 1), у которого компрессор приводится в действие не от электроэнергии или ДВС, а от теплоты горячей воды системы отопления. Его компрессор с двигателем Стирлинга (хладомёт) работает от самого доступного перепада температур — в системе отопления и воздуха помещения. Коэффициент трансформации теплоты такого  $TН_{ТП}$  может достигать 2,5. Ночная работа насоса обеспечивается за счет аккумулялирования теплоты стоков днем.



1 – хладомёт (двигатель Стирлинга с компрессором); 2 – радиатор хладомёта; 3 – парогенератор хладомёта; 4 – труба опускающая; 5 – конвектор; 6 – труба подъемная; 7 – конденсатор; 8 – дроссель; 9 – аккумулятор теплоты; 10 – испаритель; 11 – стоки.

**Рисунок 1 – Схема теплоприводного теплового насоса (ТН<sub>ТП</sub>).**

Работа ТН<sub>ТП</sub> протекает следующим образом, принципиально

не отличаясь от тепловых процессов, происходящих в традиционных ТН. В испарителе 10 за счет теплоты, воспринятой от стоков 11 и влажной засыпки 9, происходит парообразование низкокипящего рабочего тела — хладагента. Образующийся в испарителе 10 пар хладагента сжимается в хладомёте 1 (компрессоре, приводимом в действие от двигателя Стирлинга) с повышением температуры (зависит от степени сжатия). Затем горячий пар хладагента поступает в конденсатор 7, в котором конденсируется, отдавая теплоту фазового перехода в помещение; образующийся при этом конденсат хладагента направляется в дроссель 8, где происходит понижение его давления, после чего он поступает в испаритель 10, и цикл повторяется. В процессе работы ТН<sub>ТП</sub> и зарядки днем аккумулятора теплоты 9 температура стоков снижается, то есть происходит рекуперация теплоты, находящейся в стоках. Аккумулятирование теплоты влажной засыпкой 9 обеспечивает более равномерную работу ТН<sub>ТП</sub> в течение суток. Рекуперация теплоты из стоков в подвале здания наиболее целесообразна, т.к. здесь их температура наибольшая, а значит эффективность холодильного цикла повышенная. Теплоотдача конвектора 5 равна количеству теплоты, поступающей из радиатора 2 — теплоты, не использованной в термодинамическом цикле хладомёта (двигателя Стирлинга). Охлаждающая радиатор 2 жидкость циркулирует по контуру конвектора самотеком за счет разности в плотностях масла (жидкости) в трубах 4 и 6. Работа хладомёта осуществляется за счет прокачки горячей воды системы отопления через его парогенератор 3 (показано стрелками).

Необходимость предлагаемой организации аккумулятирования теплоты стоков аккумулятором 9 вытекает из данных таблиц 1 и 2.

**Таблица 1 – Коэффициент неравномерности потребления горячей воды в жилых зданиях**

Число жителей	150	250	350	500	700	1000
Коэффициент часовой неравномерности	4,55	3,7	3,55	3,25	3,0	2,8

Коэффициент суточной неравномерности потребления горячей воды для жилых зданий — 1,16.

**Таблица 2 – Примерное распределение расходов воды (горячей и холодной) по часам суток (в %)**

Часы суток	Часовой коэффициент неравномерности потребления		
	1,25	2	Больницы, гостиницы
0 – 1 / 1 – 2	3,35 / 3,25	0,75 / 0,75	0,2 / 0,2
2 – 3 / 3 – 4	3,3 / 3,2	1,0 / 1,0	0,2 / 0,2
4 – 5 / 5 – 6	3,25 / 3,64	3,0 / 5,5	0,5 / 0,5
6 – 7 / 7 – 8	3,85 / 4,45	5,5 / 5,5	3,0 / 5,0
8 – 9 / 9 – 10	5,2 / 5,02	3,5 / 3,5	8,0 / 10,0
10 – 11 / 11 – 12	4,85 / 4,6	6,0 / 8,5	6,0 / 10,0
12 – 13 / 13 – 14	4,6 / 4,55	8,5 / 6,0	10,0 / 6,0
14 – 15 / 15 – 16	4,75 / 4,7	5,0 / 5,0	5,0 / 8,5
16 – 17 / 17 – 18	4,65 / 4,35	3,5 / 3,5	5,5 / 5,0
18 – 19 / 19 – 20	4,4 / 4,3	6,0 / 6,0	5,0 / 5,0
20 – 21 / 21 – 22	4,3 / 4,2	6,0 / 3,0	2,0 / 0,7
22 – 23 / 23 – 24	3,75 / 3,70	2,0 / 1,0	3,0 / 0,5
	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

По данным [3] в шестиэтажном здании общежития для аспирантов КиевЗНИИЭП (150 проживающих) первые жильцы просыпались в 5 ч 45 мин, и начинался активный водоразбор до 10 – 11 часов. Вечерний период активного водоразбора начинался примерно в 16 ч 30 мин и заканчивался к полуночи.

А по данным Л.А. Шопенского, в жилых зданиях наблюдается относительно стабильный период минимальных расходов воды в промежутке между 1 и 5 часами ночи (в гостиницах — от 2 до 6 ч). В ночные часы полезный расход воды составляет не более 0,2 л/(ч·чел.). В практике эксплуатации систем внутреннего водопровода такие расходы наблюдаются весьма редко. Гораздо чаще величина ночных расходов различных зданий колеблется от 3 до 18 л/(ч·чел.), но для одного и того же здания она остается относительно постоянной.

Немаловажным обстоятельством для эффективной рекуперации является изменение скорости стоков, в зависимости от наполнения канализационной трубы, таблица 3.

**Таблица 3 –Зависимости расхода и скоростей стоков в трубе с уклоном 0,02 от наполнения трубы**

Наполнение в долях	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
расход, л/с	0,033	0,143	0,332	0,6	0,94	1,34	2,31	3,42
скорость, м/с	0,22	0,35	0,45	0,54	0,61	0,69	0,79	0,87

Как видно из таблицы 3 при малых расходах стоков уменьшается и скорость, что будет обеспечивать более глубокое их охлаждение в испарителе ТН<sub>ТП</sub>.

Ниже, в таблицах 4, 5, 6 приведены данные доказывающие, что использование ТН<sub>ТП</sub> будет востребовано в жилых и общественных. Температура сетевой воды, зависящая от температуры наружного воздуха, может обеспечить его работу.

**Таблица 4 – Усредненные расчетные температуры воздуха в жилых и общественных зданиях и помещениях, °С**

Жилые здания	Детсады	Учебные заведения	Театры, магазины
18 – 20	20	16	15

**Таблица 5 – Температура сетевой воды в подающем трубопроводе (°С) при температуре воздуха внутри помещения 20 °С, температурный график 130 – 70 °С**

Текущая температура наружного воздуха, °С	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
Температура сетевой воды	63,7	73,2	82,4	91,5	100	109,2	117,9	128,3

При температурном графике 150 – 70 °С температура выше ~ 10°С.

Расчетная температура наружного воздуха для Омска минус 37 °С при продолжительности отопительного периода 220 суток

**Таблица 6 – Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой (°С) наружного воздуха, час**

- 49,9 ÷ - 30 °С	- 29,9 ÷ - 25	- 24,9 ÷ - 20	- 19,9 ÷ - 15	- 14,9 ÷ - 10	- 9,9 ÷ - 5	- 5,9 ÷ 0	+ 0,1 ÷ + 5	+ 5,1 ÷ + 8
187ч	304	472	704	799	802	718	746	548

ТН<sub>ТП</sub> — это экологически чистый источник энергии, осуществляющий тепловую очистку стоков. Рекуперация энергии санитарно-бытовых стоков по предлагаемой технологии уменьшает загрязнение окружающей среды.

В случае выхода ТН<sub>ТП</sub> из строя обогрев помещения осуществляется только энергией горячей воды теплоцентрали за счет открытия ограждения, охватывающего парогенератор хладомёта, и батарей центрального отопления, находящихся в этом помещении.

При рекуперации тепловой энергии важнейшим из факторов, определяющих эффективность работы установки, является то, сколько энергии затрачено на ее изготовление и сколько первичной энергии расходуется при эксплуатации – по сравнению с тем, сколько энергии

возвращено. По этому, технико-экономическому показателю  $T_{НТП}$ , на порядок превосходит  $T_{НЭП}$ .

Благодаря тому, что по конденсатору  $T_{НТП}$  движется хладагент, а по конвектору масло с температурой замерзания ниже минус  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то их оптимальное размещение иное, чем у батарей отопления мощных традиционных  $T_{НЭП}$ . Это могут быть подъезды жилых и административных зданий, проходные, входные двери магазинов, вокзалов, там, где периодически осуществляется естественное поступление холодного наружного воздуха, с температурой намного ниже, чем в обогреваемом помещении. При таком размещении, в случае если входные двери оказались по какой-либо причине не закрытыми, размораживание конденсатора и конвектора исключается даже в Якутии, при температуре поступающего воздуха минус  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зато увеличивается теплоотдача при минимальных их габаритах, а значит и ценах. Размещение обогревателей на "сквозняках" увеличивает теплоотдачу (удельную) в 5 – 10 раз. Обеспечивается сверхглубокое охлаждение хладагента перед дросселем (значительно ниже температуры стоков, на 5 – 10  $^{\circ}\text{C}$ ) что повышает энергетическую эффективность  $T_{НТП}$  (коэффициент трансформации).

При подогреве поступающего воздуха в подъезды, проходные по такой схеме уменьшаются тепловые потери из помещений, образующих эти подъезды, проходные.

Термодинамические расчеты показывают, что при отработанной конструкции хладомёта коэффициент трансформации теплоты  $T_{НТП}$  достигает значения 2,5. Так 1 кДж теплоты из теплоцентрали, затраченный на привод в работу хладомета (на сжатие хладагента и его циркуляцию по рабочему контуру), и остающийся в отапливаемом помещении, обеспечивает, через конденсатор  $T_{НТП}$ , поступление в это же самое помещение дополнительно до 1,5 кДж теплоты, изъятый из стоков.

Применение  $T_{НТП}$  позволяет, при достатке низкопотенциальной энергии (стоков), для поддержания той же температуры **в помещениях первого этажа** резко сократить потребление ими тепловой энергии из системы отопления.

Размещение  $T_{НТП}$  последовательно под каждым подъездом, в местах где высокая температура «бросовой» энергии, позволит на 5 – 15  $^{\circ}\text{C}$  снизить температуру стоков, покидающих здание, приблизить ее к температуре поступающей холодной воды, что обеспечит значительную экономию топлива.

По данным В.Ф. Гершковича [3] при эксплуатации первой опытной установки с  $T_{Н}$ , использующим теплоту канализационных стоков жилого дома, удалось добиться понижение температуры стоков в теплообменнике теплового насоса от 0,5 до 5  $^{\circ}\text{C}$ .

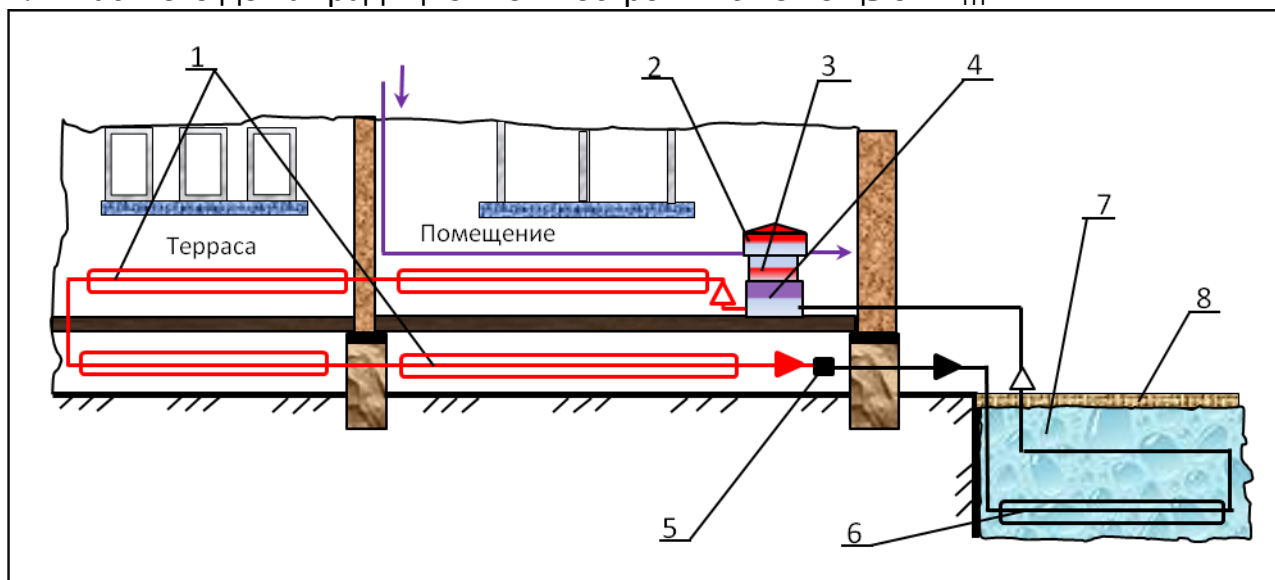


Энергетическая “стоимость” предлагаемого ТН<sub>ТП</sub> мощностью 2,5 кВт, количество энергии затраченной на изготовление, доставку и монтаж на месте эксплуатации составляет около 16,7 ГДж, из них 12,5 — затраты на материалы (сталь, бронза, резина и т. п.). За 15 лет работы ТН<sub>ТП</sub> способен рекуперировать до 500 ГДж теплоты, т.е. в 30 раз больше “энергетической стоимости”, затраченной на изготовление ТН<sub>ТП</sub> и его эксплуатацию.

Себестоимость тепла является определяющим показателем, т.к. от нее зависит сдерживание темпа увеличения оплаты за теплоснабжение, составляющей порой большую часть платежей за услуги ЖКХ. Работа ТН<sub>ТП</sub> за счет деградирующей энергии малой части воды, системы отопления может обеспечить, после окончания срока окупаемости получение сверхприбыли или до 10 % экономию затрат на отопление из бюджета города, дома, «подъезда».

### Второй вариант

На рисунке 2 приведена схема обогрева комнаты и террасы коттеджа или частного дома традиционной постройки с помощью ТН<sub>ТП</sub>.



1 — конденсатор; 2 — парогенератор хладомёта; 3 — радиатор хладомёта; 4 — хладомёт (двигатель Стирлинга с компрессором); 5 — дроссель; 6 — испаритель; 7 — стоки (вода); 8 — покрытие теплоизоляционное.

**Рисунок 2 – Схема обогрева помещения и террасы с помощью ТН<sub>ТП</sub>.**

Принцип работы этого ТН<sub>ТП</sub>. Обогрев помещения осуществляется за счет поступления тепла через радиатор 3 хладомёта 4 и секций конденсатора 1 (за счет конденсации паров хладагента), в подвале происходит глубокое охлаждение жидкого хладагента перед дросселем 5. А обогрев террасы (зимнего сада, мастерской, гаража) — за счет теплоты окончательной конденсации хладагента в секциях конденсатора 1, расположенных на террасе и охлаждение жидкого хладагента под её полом. Обогрев осуществляется теплотой, воспринимаемой испарителем 6 от охлаждающейся и частично замерзающей в бассейне 7 воды (стоков). Для

уменьшения потерь теплоты водой из бассейна его изолируют от окружающего холодного воздуха пенопластовыми плитами 8. Глубокое охлаждение хладагента перед дросселем (близкое к температуре грунта) увеличивает энергетическую эффективность  $\text{ТН}_{\text{ТП}}$  (коэффициент трансформации). Работа хладомёта (двигателя Стирлинга с компрессором) осуществляется за счет прокачки горячей воды центрального отопления через его парогенератор 2 (стрелками показаны подвод и отвод теплоносителя).

В качестве источника энергии окружающей среды замерзающая вода бассейна выбрана, исходя из того, что в частном доме (коттедже) стоков всегда мало. А удельная теплота фазового перехода воды в лед, при замерзании составляет 334 кДж/кг, в то время как удельная теплоемкость окружающего воздуха 1 кДж/кг·°С. Плотность воды в 800 раз больше плотности воздуха, а её температура зимой при замерзании значительно выше температуры окружающего воздуха. Использование  $\text{ТН}_{\text{ТП}}$  особенно эффективно при наличии подсобного хозяйства. Так как корова дойная в сутки выпивает 80 – 100 литров воды, бык — 25 – 30, свиноматка с приплодом — 60 – 80, хряк — 40 – 45, овца — 8 – 12, птица (куры, утки, гуси) от 1 до 2,5.

Преимущество использования воды ещё и в том, что коэффициент теплоотдачи у пары «вода — испаритель» в десятки раз выше, чем у пары «воздух — испаритель».

$\text{ТН}_{\text{ТП}}$  (второй контур обогрева) экономит потребление тепловой энергии.

Для обогрева помещений воздухом, с интенсивным теплообменом за счет вентилятора, температура конденсатора может быть 25 – 35 °С.

Предлагаемое дополнение систем отопления существенно снижает нагрузку на трубопроводы теплоснабжения, расход топлива при печном отоплении.  $\text{ТН}_{\text{ТП}}$  может работать от теплоты, отходящих газов и аккумулированной кладкой печи.

На летний период  $\text{ТН}_{\text{ТП}}$  легко преобразовывается в гелио кондиционер.

Общий результат деятельности по использованию вторичных ТЭР, как и предприятия [4], в натуральном и стоимостном выражении ( $P$ ) можно представить в виде:

$$P = \Pi + B,$$

где  $\Pi$  – доля пользы;  $B$  – доля вреда в его структуре.

Тогда эффективность деятельности можно определять отношениями:

$$\varphi = \frac{\Pi}{Z} \text{ или } \varphi = \frac{P - B}{Z},$$

где  $\varphi$  – эффективность деятельности;  $Z$  – затраты ресурсов.

$$Z = T + I + E + M,$$

где  $T, I, E, M$  – количество трудовых усилий, информации, энергии, массы вещества, введенные в процесс деятельности.

Часть этих ресурсов трансформируется в полезную составляющую результата деятельности, определяемую как

$$\Pi = t + i + e + m,$$

где  $t, i, e, m$  – количества труда, информации, энергии, массы вещества, заключенные в полезной части результата труда. Тогда

$$\varphi = \frac{t + i + e + m}{T + I + E + M} \text{ или } \varphi = \tau \alpha \delta \nu,$$

где  $\tau = \frac{t}{T}$ ;  $\alpha = \frac{i}{I}$ ;  $\delta = \frac{e}{E}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$  – эффективность использования труда, информации, энергии, вещества – соответственно.

Нетрудно заметить, что повышение эффективности деятельности будет происходить при  $\varphi \rightarrow 1$ ;  $Z \rightarrow \min$ ;  $\Pi \rightarrow \max$ ;  $B \rightarrow 0$ . Тогда общими задачами в части повышения эффективности деятельности будут: сокращение затрат ресурсов, максимизация пользы и минимизация вреда в структуре её результатов.

**Возможности ТН<sub>ТП</sub>, использующих для рекуперации «бросовую» теплоту, приведены в таблицах 7, 8, 9.**

Это – сводный анализ наиболее эффективных с точки зрения минимизации: энергетических потерь; расхода создаваемых человеком материалов; отрицательного воздействия на окружающую среду и человека использования в России ТН<sub>ТП</sub> для рекуперации «бросовой» теплоты. К рекуперированной «бросовой» теплоте относится в первую очередь теплота санитарно-бытовых стоков.

**Таблица 7 – Достоинства и недостатки ТН<sub>ТП</sub> для различных широт России**

Тип ТН	Преимущества	Недостатки	Область применения
С солнечным коллектором	Трансформация солнечной энергии в теплоту с коэффициентом > 1. Нет использования электроэнергии. Используются стоки с температурой > 15 °С.	Зимой можно использовать только на юге России. Требуется резервный источник тепловой энергии Ограниченное количество стоков.	В местностях с высокой плотностью проживания и размещения производств
Первый вариант ТН <sub>ТП</sub>	Использование на Крайнем Севере. Трансформация тепловой энергии в теплоту с коэффициентом > 1. Нет использования электроэнергии. Используются стоки с температурой > 15 °С.	Работа только в течение отопительного сезона при температуре горячей воды > 70 °С. Малая мощность.	В условиях сверхплотной городской застройки и размещения производств

Второй вариант ТН <sub>ТП</sub>	Использование в высоких широтах. Нет использования электроэнергии. Используются стоки с температурой > 0 °С. Создание запаса льда для лета	Трансформация тепловой энергии в теплоту с коэффициентом ≤ 1. Работа только в отопительный сезон при температуре горячей воды > 70 °С.	В местностях с низкой плотностью проживания и размещения производств
---------------------------------	---	---	--

**Таблица 8 – Эксплуатационные характеристики ТН<sub>ТП</sub> в России**

Тип ТН	Период эксплуатации	Неблагоприятные климатические факторы	K <sub>иум</sub>
С солнечным коллектором	Весна, лето, осень (зимой на юге)	Отсутствие Солнца, град, пыль, дождь, снег	25 %
Первый и второй варианты ТН <sub>ТП</sub>	Работа только в отопительный сезон	Теплая погода зимой, когда температура горячей воды < 70 °С	100 %

**Таблица 9 – Социальные и экологические характеристики ТН<sub>ТП</sub> в России**

Тип ТН	Влияние на занятость населения	Влияние на энергетическую безопасность	Воздействие на окружающую среду
С солнечным коллектором	Создаются новые рабочие места	Уменьшается зависимость территориального образования, производства и быта от поставок топлива и электроэнергии	Вредные выбросы от резервного источника тепловой энергии
Первый и второй варианты ТН <sub>ТП</sub>			—

**Технико-экономические характеристики ТН<sub>ТП</sub> -2,5 для обогрева вестибюлей, холлов, подъездов, тамбуров (Первый вариант в первом приближении)**

- Номинальная мощность теплового потока:
  - через конденсатор, кВт 1,6
  - через конвектор, кВт 0,9
- Источник привода хладомёта (компрессора) ТН<sub>ТП</sub> в работу — горячая вода (пар) с температурой 80 – 150 °С
- Номинальная мощность теплового потока для привода в работу хладомёта, кВт 1,0
- Источник тепловой «бросовой» энергии, подлежащей рекуперации — санитарно-бытовые стоки с температурой 10 – 35 °С
- Резервный (ночной) источник «бросовой» теплоты — аккумулятор теплоты — засыпка, охватывающая канализационную трубу
- Номинальная интенсивность теплоотдачи (охлаждения) стоков, кВт 1,5
- Температура поверхности конденсатора, °С 35 – 50

- Температура поверхности конвектора, °С

35 – 50

Изложенное показывает, что в сфере ЖКХ есть игнорируемые сегодня немалые резервы без загрязнения окружающей среды энергосбережения теплоты, основного вида потребляемой населением энергии.

## Список литературы

1. Свинцов А.П. Определение величины утечек воды в системах водоснабжения // Жилищное строительство. 2001. № 11. С. 10 – 11.

2 Осадчий Г.Б. Солнечная энергия, её производные и технологии их использования (Введение в энергетику ВИЭ). Омск: ИПК Макшеевой Е.А., 2010. 572 с.

3 Гершкович В.Ф. Исследование работы теплового насоса // Энергосбережение. 2007. № 5. С. 32 – 41.

4 Онищенко В.Я. Риск в структуре результатов деятельности // Машиностроитель. 2000. № 12. С. 34 – 39.

Автор: Осадчий Геннадий Борисович, инженер, автор 140 изобретений СССР  
Тел дом. (3812)60-50-84, моб. 8(962)0434819,

E-mail: [genboosad@mail.ru](mailto:genboosad@mail.ru)

Для писем: 644053, Омск-53, ул. Магистральная, 60, кв.17.