



Общество с дополнительной ответственностью
«ЮРЛЕ-К»

Республика Беларусь,
220053, г. Минск,
ул. Новаторская, д. 2а, корп. 3, к. 202-4
Тел./факс: +375-17- 335-02-61
Моб.: +375-44- 708-93-57
E-mail: jurle@jurle.com
Сайт www.jurle.com

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Тепловые установки

Минск 2010 г.

Информационный лист на установки тепловые

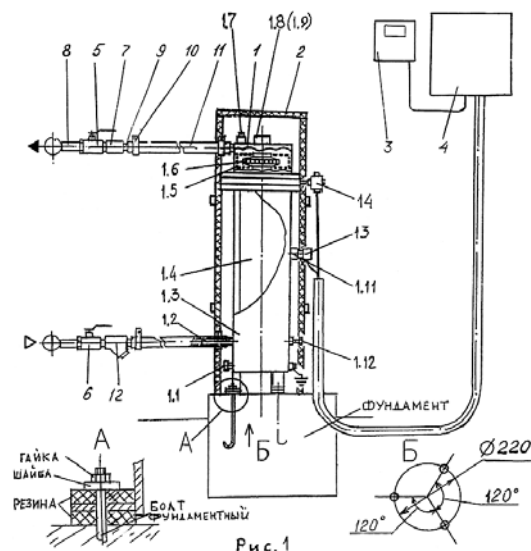
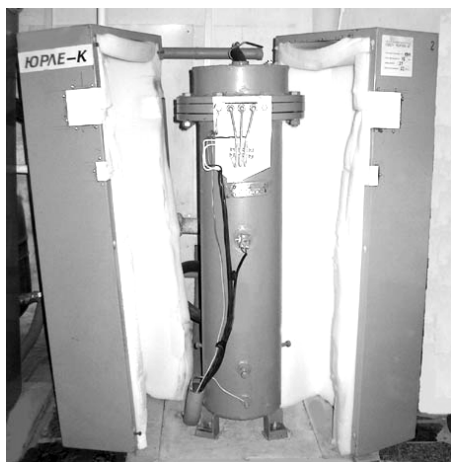


Рис.1

1. Агрегат кавитационный роторный;
1.1. Пробка; 1.2. Штуцер; 1.3. Корпус; 1.4. Электродвигатель;
1.5. Статор; 1.6. Ротор; 1.7. Спускник воздуха;
1.8. Рым-болт; 1.9. Пробка; 1.11. Бобышка под датчик температуры аварийного отключения; 1.12. Болт транспортировочный.
2. Теплозвукоизоляция;
3. Устройство управления (пульт автоматики);
4. Устройство управления (силовой щит);
- 5, 6 Кран шаровый;
7. Обратный клапан;
- 8, 9 Штуцер;
10. Хомут;
11. Рукав (резинотканевая вставка);
12. Фильтр;
13. Датчик температуры аварийного отключения;
14. Сжим.



Принцип работы

Электродвигатель вращает рабочее колесо в виде ротора с отверстиями, при пересечении которых с аналогичными отверстиями статора, создается пульсирующее давление в зоне контакта, а также постоянное давление на выходе из напорного штуцера. Наличие пульсирующего давления приводит к образованию кавитационных пузырьков и их схлопыванию (гидродинамическая кавитация), кроме того, этот процесс усиливается за счет резонансных звуковых колебаний, определяемых частотой вращения и количеством отверстий в рабочем колесе и статоре. Гидродинамическая кавитация сопровождается многими физическими и химическими процессами, такими, как высокое давление и температура в зоне схлопывающихся пузырьков, сонолюминесценция, разложение молекулы воды H_2O на атомы H_2 и O_2 с последующим объединением (сгоранием) и многими другими явлениями, приводящими к эффективному нагреву теплоносителя.

Тариф. Оплата электроэнергии производится по специальному тарифу, в котором льготный тариф применяется 17 часов в сутки, с 11.00 до 17.00 и с 21.00 до 8.00 (п.6.1. Декларации).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.

№ п/п	Наименование характеристики	Обозначение установки						
		УТ3,0	УТ5,5	УТ7,5	УТ11	УТ15	УТ20	УТ30
1	Тепловая мощность, кВт, не менее	3,0	5,5	7,5	11,0	15,0	20,0	30,0
2	Напор, м, не менее		15	15	20	20	20	20
3	Подача, л/с ($m^3/ч$), не менее	0,1 (0,35)	0,17 (0,6)	0,22 (0,8)	0,3 (1,1)	0,42 (1,5)	0,56 (2,0)	0,84 (3,0)
4	Темп. теплоносителя, °С, не более	80	80	80	80	80	80	80
5	Ном. мощн. э/двигателя, кВт	3,0	5,5	7,5	11,0	15,0	20,0	29,0
6	Номинальный ток, А	7,0	12,0	16,5	24,0	32,0	45,0	63,0
7	Габаритные размеры, мм, не более:	Высота	890	940	1040	1040	1090	1140
		Длина	400	400	400	425	425	425
		Ширина	400	400	400	425	425	425
8	Масса, кг, не более	105	115	125	150	165	175	200
10	Режим работы	Автоматический						
11	Уровень шума, не более	68 дБ						

Постановление Совета Министров Республики Беларусь 24.02.2006 № 269. ПОЛОЖЕНИЕ о порядке выдачи органами государственного энергетического надзора заключений на использование электрической энергии для целей нагрева

22. При получении заключения на использование электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения **не требуется представление технико-экономического обоснования** при применении юридическим лицом систем электроотопления и (или) электронагрева воды (горячего водоснабжения) с установленной суммарной мощностью одновременно работающих электронагревательных устройств у одного потребителя до 30 кВт:

- помещений автозаправочных станций и комплексов дорожного сервиса, вагонов-бытовок строительных объектов, киосков, палаток, павильонов, магазинов, кафе и других объектов розничной торговли и общественного питания;
- помещений передающих радиостанций и ретрансляторов, телевизионных станций, радиорелейных станций, сетевых узлов связи и узловых станций радиорелейных и кабельных линий;
- насосных станций водоснабжения, орошения и канализации, очистных сооружений, артезианских скважин при их территориальной удаленности от источников теплоснабжения или котельных на 500 м и более и работающих без постоянного обслуживающего персонала;
- резервных электроводонагревателей, включаемых в периоды аварийных или плановых отключений систем горячего водоснабжения;
- бань, саун для получения сухого пара;
- систем электрообогрева водосточков, желобов и т.п.

ОАО "ЗАВОД ПРОМБУРВОД" и ФИРМА "ЮРЛЕ-К"

Предлагают
Вашему вниманию
*установки тепловые на базе
теплогенераторов*

(по Патенту Республики Беларусь №628)

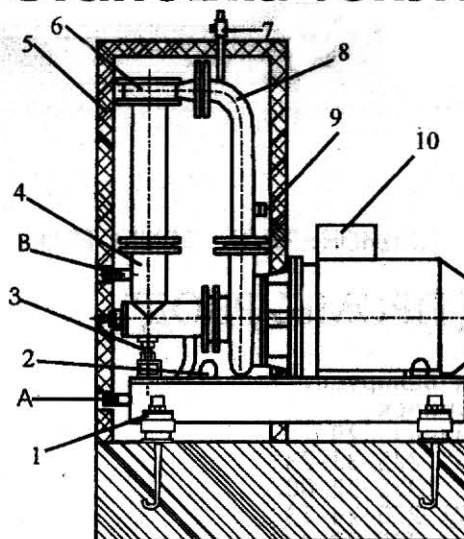
для надежных, экологически чистых и
экономичных систем отопления,
вентиляции и горячего водоснабжения
объектов различного назначения.

Принципы работы устройства с теплогенератором

При высокой скорости и сложности движения вихревого потока воды в замкнутом контуре происходит ее структурное изменение на молекулярном уровне и ослабление водородных связей. Процесс сопровождается переходом внутренней энергии в тепловую с выделением избыточного тепла.

Устройство простое и надежное в эксплуатации: минимум затрат - максимум
у д о б с т в .
Выработка тепловой энергии в зависимости от
м о щ н о с т и у с т р о й с т в а .

Установка тепловая

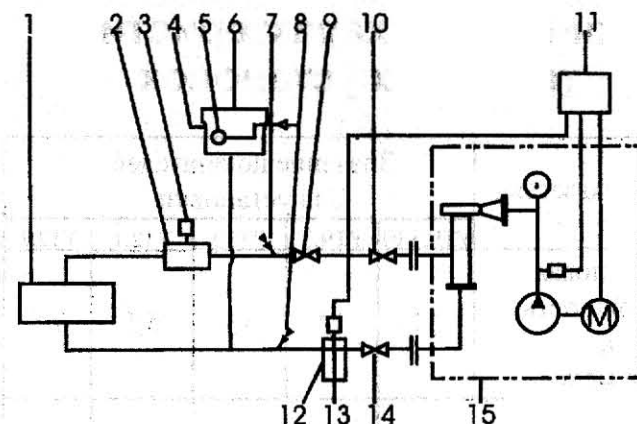


1-рама с амортизаторами; 2- скоба строловочная;
3-опора; 4-соединение; 5-теплозвукоизоляционный кожух;
6-теплогенератор; 7-кран; 8-стояк; 9-датчик температуры;
10-электронасос; А-патрубок подвода воды; В-патрубок
отвода горячей воды.

Назначение и область применения

- Установки тепловые предназначены для преобразования энергии жидкости, подаваемой под давлением электронасосом, в тепловую за счет сложных гидравлических процессов в теплогенераторе.
- Могут применяться в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения производственных, складских, гаражных, административно-бытовых помещений, зданий и сооружений любого назначения.
- Подключаются к трехфазной сети переменного тока напряжением 380В, частотой 50Гц через устройство управления, содержащие защитное отключение и автоматику для поддержания температуры теплоносителя в заданном пределе.
- Общая тепловая мощность по конкретному объекту набирается количеством установок, подключаемых в систему параллельно.

Схема принципиальная системы отопления

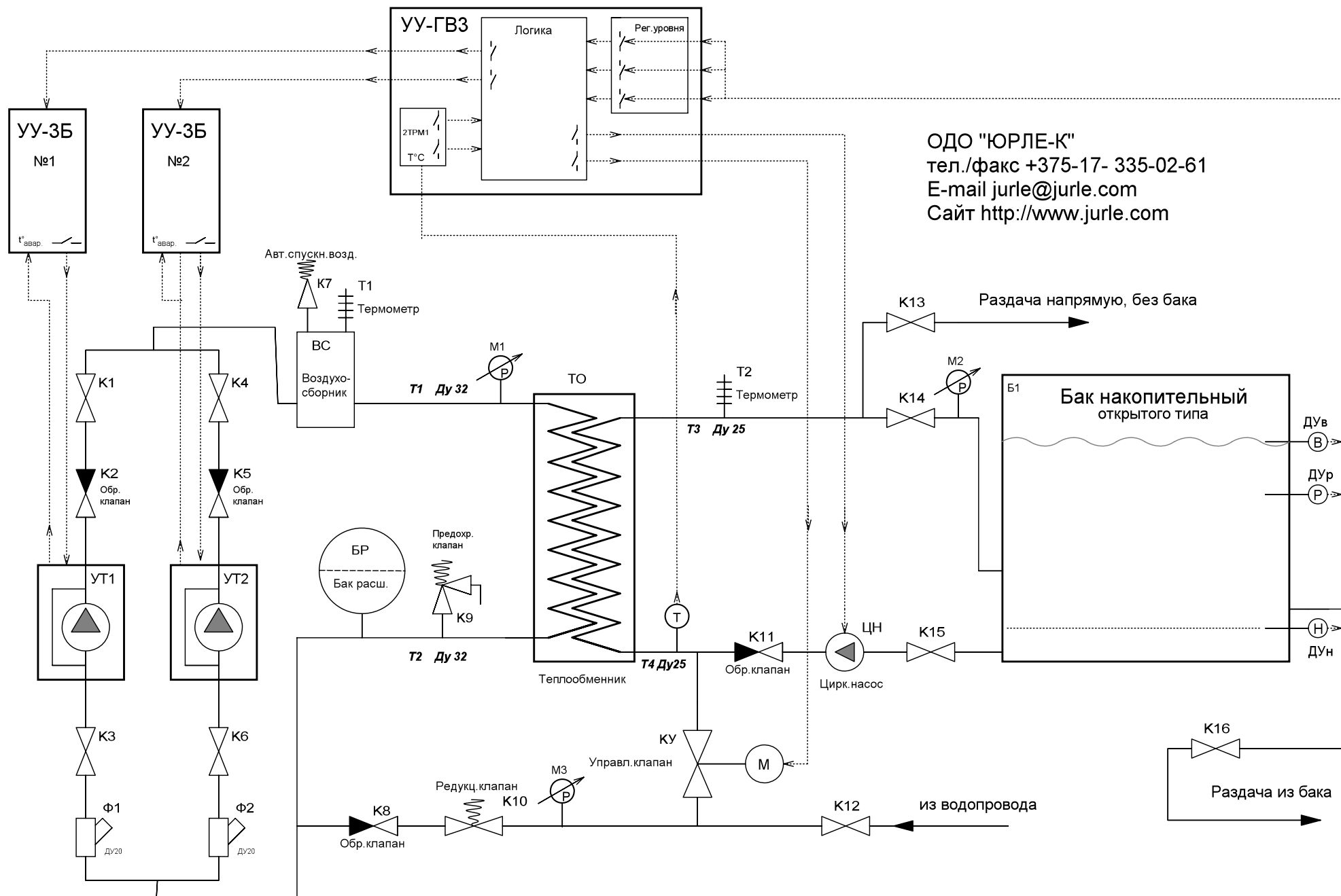


1-тепловая нагрузка; 2-воздушосборник; 3-воздухоотводчик; 4-переливной трубопровод; 5-клапан шаровый; 6-бак расширительный; 7,8-термометры; 9-обратный клапан; 10, 14-вентили; 11-пульт управления; 12-грязевик; 13-датчик температуры; 15-установка тепловая.

Эффективность применения установок тепловых

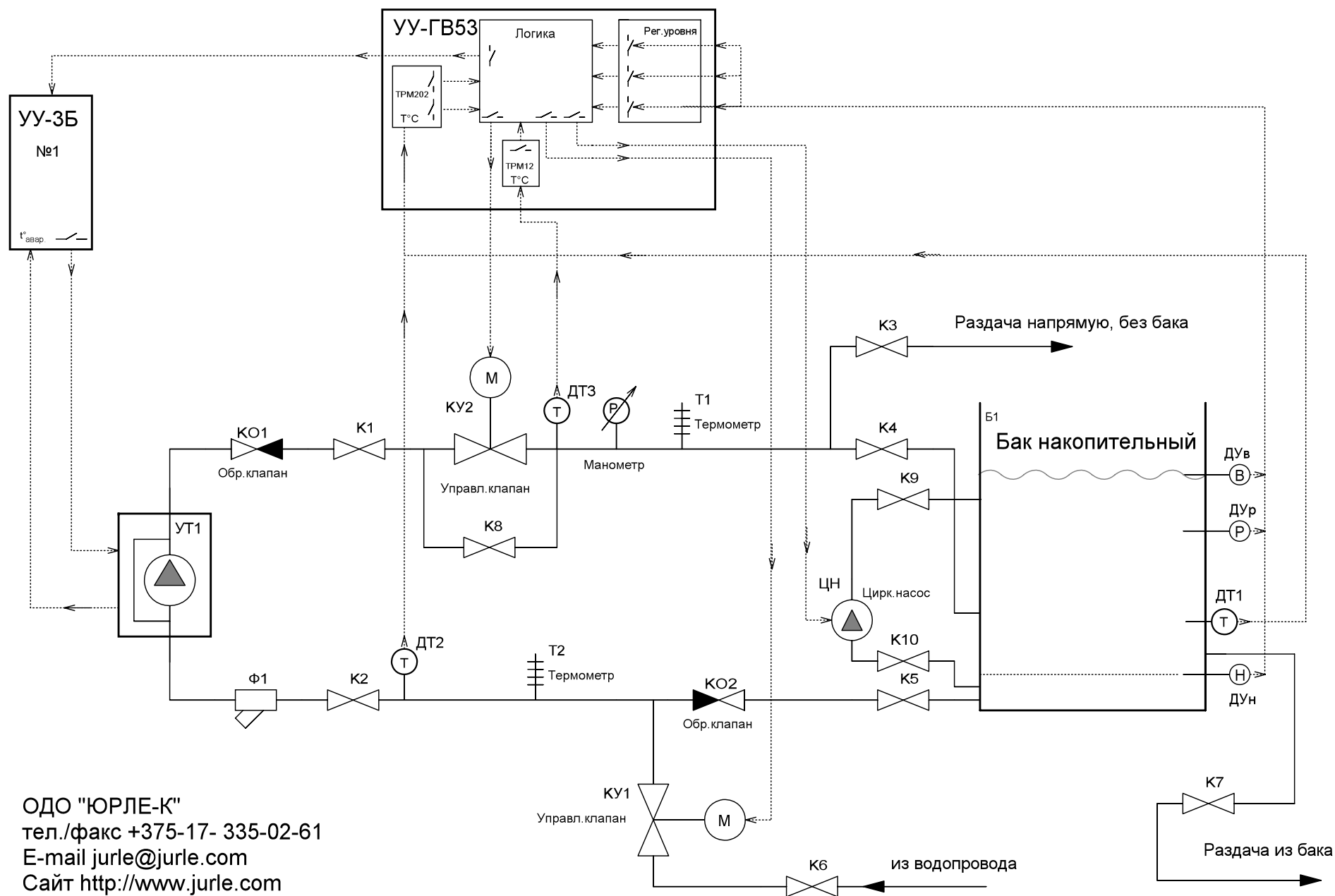
- Незначительные капитальные затраты на создание экономичных автономных систем отопления.
- Экономия средств за счет возможности регулировать непосредственно на объекте с помощью автоматики количество потребляемого тепла.
- Отказ от услуг на приобретение и транспортирование твердого и жидкого топлива.
- Простота технического обслуживания.
- Долговечность и надежность.

Принципиальная схема ГВС объекта с помощью 2-х установок ОДО "ЮРЛЕ-К"



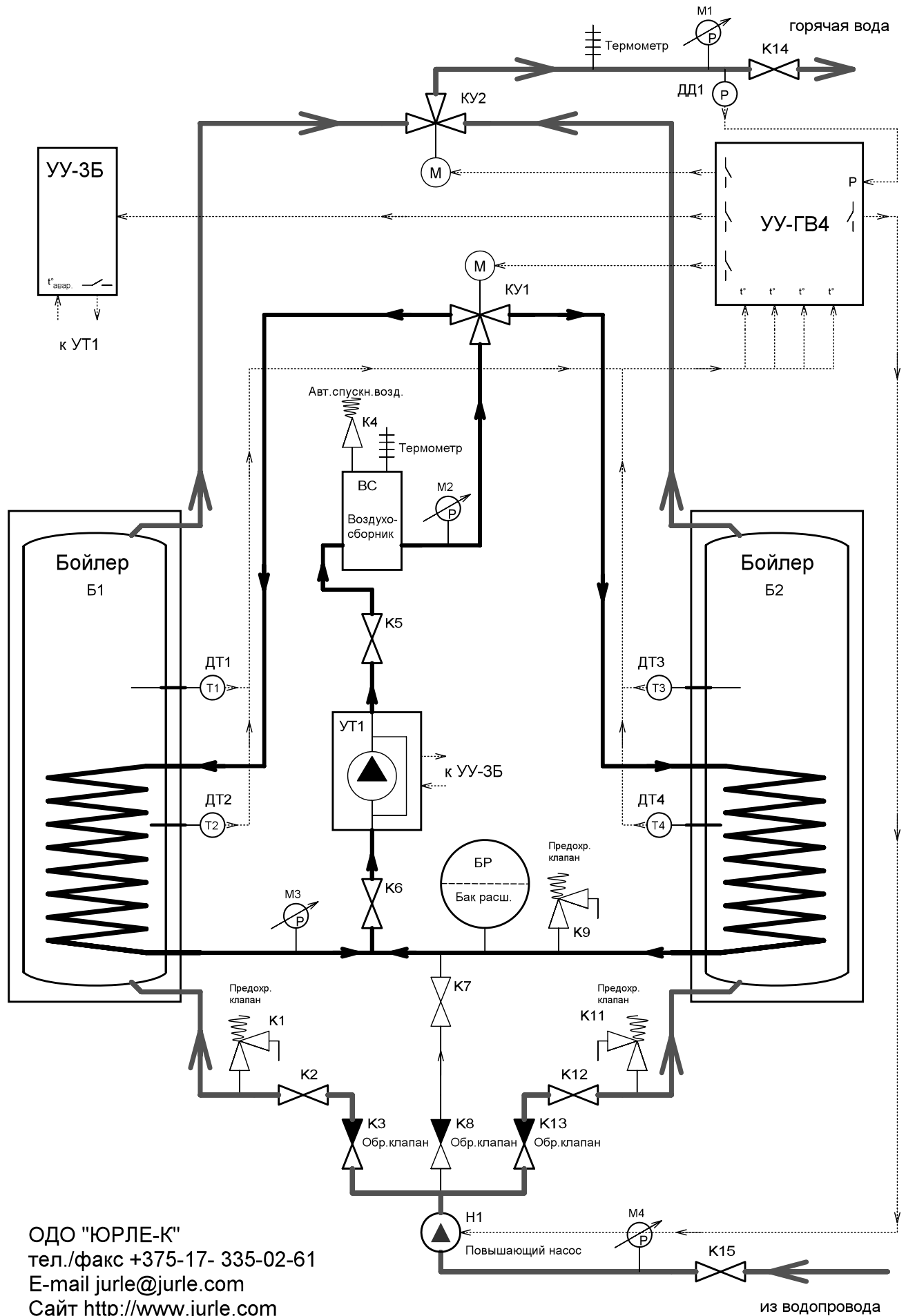
ОДО "ЮРЛЕ-К"
 тел./факс +375-17- 335-02-61
 E-mail jurle@jurle.com
 Сайт <http://www.jurle.com>

ГВС без теплообменника

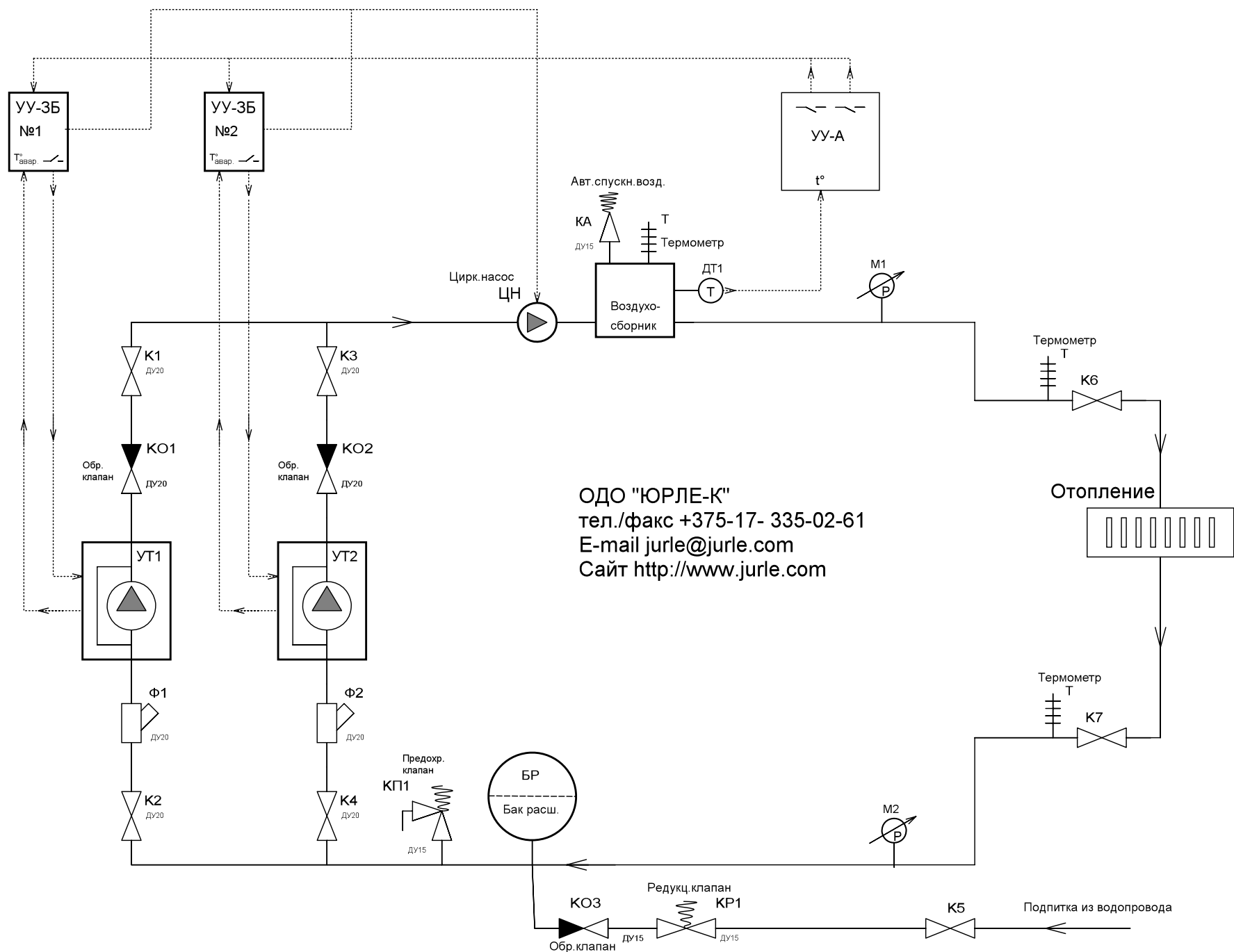


ОДО "ЮРЛЕ-К"
 тел./факс +375-17- 335-02-61
 E-mail jurle@jurle.com
 Сайт <http://www.jurle.com>

ГВС с двумя бойлерами и одной УТ



ОДО "ЮРЛЕ-К"
 тел./факс +375-17- 335-02-61
 E-mail jurle@jurle.com
 Сайт <http://www.jurle.com>



Принципиальная схема системы отопления объекта с помощью установок ОДО "ЮРЛЕ-К"

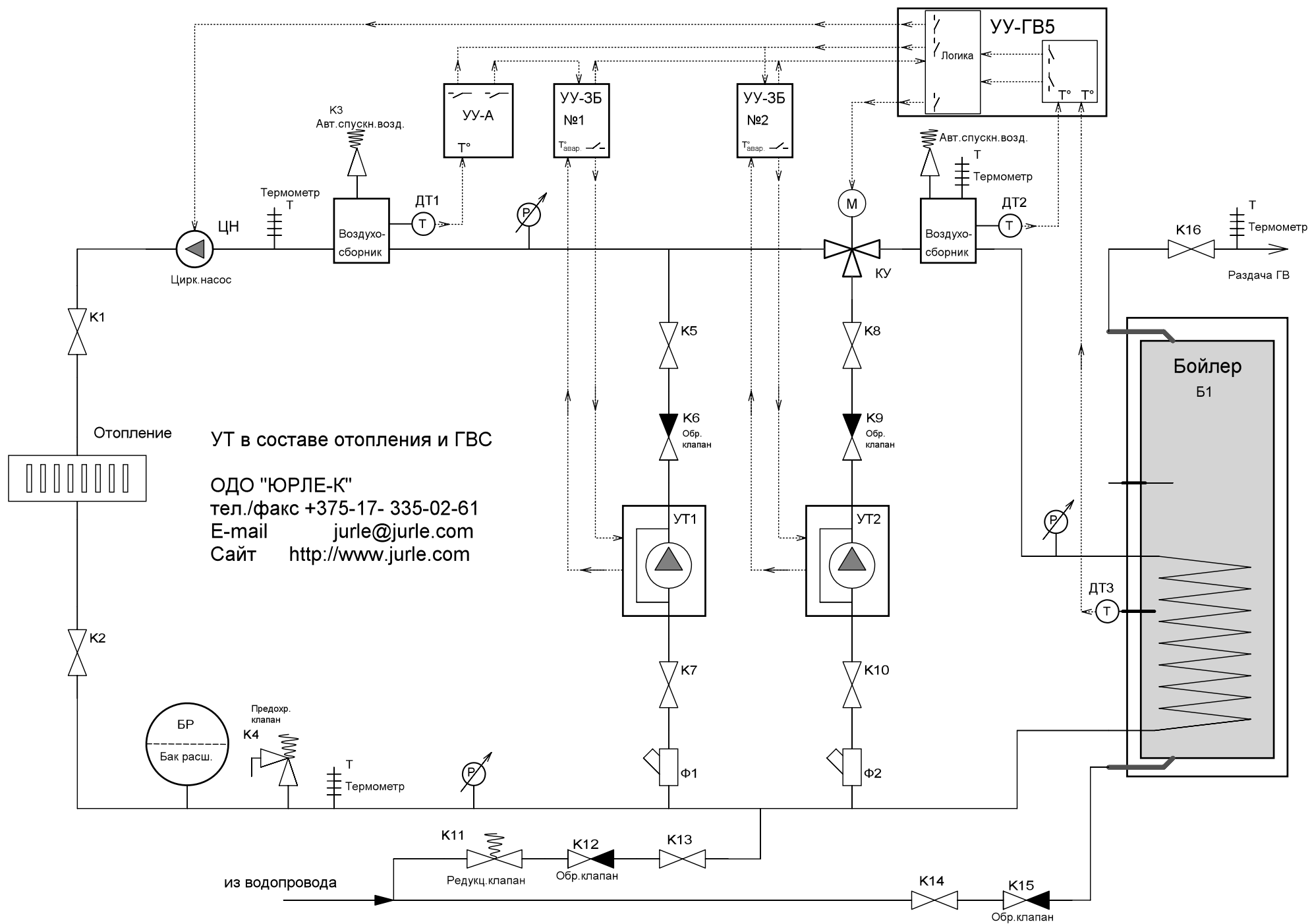


Схема комбинированной мини-котельной (местные виды топлива + электроэнергия)

Принцип работы:

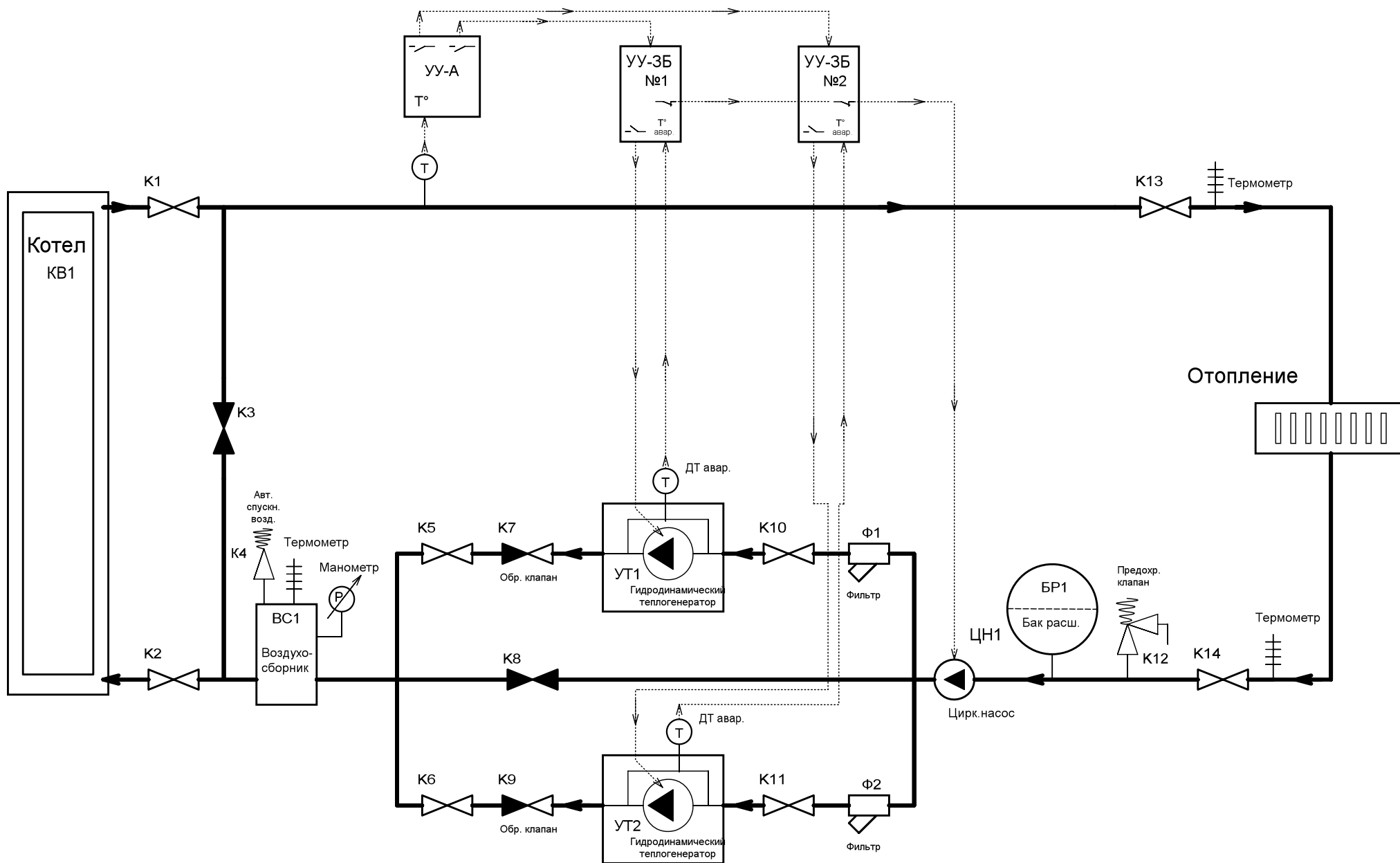
Основная часть тепла вырабатывается водогрейным котлом КВ1, работающим на местных видах топлива.

В дежурном режиме и в аварийных случаях (при понижении температуры в системе ниже $T_{\text{раб.}}$) автоматически включаются гидродинамические кавитационно-роторные теплогенераторы УТ1 и УТ2, работающие от электросети.

Программированием пульта управления УУ-А и пульта управления котла КВ1 (не показан) может быть задан режим работы УТ1 и УТ2 как основных.

При этом котел КВ1 включается только в часы пик.

Обводные краны К3 и К8, запорные краны (К1, К2), (К5, К10) и (К6, К11) служат для обеспечения работоспособности системы отопления во время ремонта и обслуживания котла КВ1 и установок УТ1 и УТ2 соответственно.



ВЫПИСКА

из протокола заседания экспертного научно-технического совета по ГНТП
«Энергосбережение»

г. Минск

29 июля 1999г.

СЛУШАЛИ: отчет научного руководителя Ганжи В.Л. по теме: «Провести испытания действующего гидродинамического теплогенератора (ГТГ) «Юрле» по определению его коэффициента полезного действия», выполненной по заданию ГНТП «Энергосбережение».

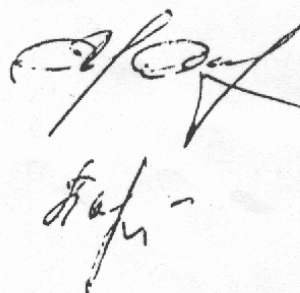
ПОСТАНОВИЛИ: 1. Одобрить полученные результаты работы и утвердить отчет В.Л.Ганжи, представленный на рассмотрение научно-технического совета. Считать данную работу выполненной согласно техническому заданию и в соответствии с календарным планом.

2. Считать, что теплогенераторы «Юрле» уже сегодня имеют собственную нишу в системе теплоснабжения республики и в случае дальнейшего повышения эффективности их работы могут найти еще большее применение.

3. Принимая во внимание сложный характер процессов, протекающих в ГТГ, не ограничивающийся диссипацией энергии, и зафиксированные в процессе испытаний коэффициенты преобразования энергии 0,975-1,15 (без учета теплотерь в окружающую сферу) рекомендовать продолжить исследования, согласно условию, записанному в основном задании, по выяснению возможных механизмов этих явлений с целью дальнейшего повышения эффективности работы теплогенераторов.

Председатель,
канд.техн.наук

Ученый секретарь



Ф.И.Молочко

З.С.Пархомова



РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ
КОРПОРАЦИЯ

«ЭНЕРГИЯ»

имени С. П. КОРОЛЕВА

141070, г. Калининград Московской области,
ул. Ленина, 4а
Телеграфный «ГРАНИТ»
Тел. 513-86-55
Факс (095) 187-98-77

от 13.01.95 № 77-6/2

На № _____

Генеральному директору
"ЮРЛЕ-К" ЛТД
Радыно Л.А.
Президенту НТФ "ВИЗОР"
Потапову Ю.С.

Научно-техническим центром ракетно-космической корпорации

"Энергия" рассмотрены представленные материалы испытаний отопительной системы (акт от 17.06.94г., протокол от 12.08.94г.) с использованием в качестве источника тепла устройства для нагрева жидкости (патент Республики Беларусь № 889 от 22.01.94г.) и группой экспертов проведены испытания поставленного оборудования в составе теплогенератора ТГ2, электронасоса ИЦГ12,5/50-4-2, трубопроводов и пульта автоматического регулирования температуры.

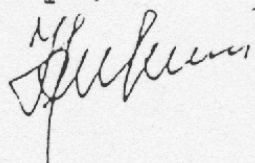
Испытания подтвердили высокую эффективность устройства, которая, по нашему мнению, обусловлена комплексом физико-химических и гидравлических процессов, протекающих в теплогенераторе. Возможно мы имеем дело с явлением СИНЕРГИЗМА, когда результирующий эффект, значительнее выше его составляющих. Высокие параметры теплогенератора объясняет и унитарная квантовая теория. Следует отметить и то, что вихревые закрученные потоки отличаются большой сложностью и до настоящего времени изучены недостаточно.

При различных режимах регулировки и установки дросселирующих шайб, нами зафиксированы результаты отношений полученной тепловой, эквивалентно выраженной в кВт, к затраченной электрической энергии в диапазоне 1,6-1,95.

В определенной мере высокие результаты подтверждаются исследованиями академика Б.Титаева и группы ученых Акционерного научно-производственного объединения "Тихоокеанские морские технологии", создавших подобные тепловые генераторы.

Мы готовы разработать и представить вам на согласование целевую комплексную программу исследований происходящих в теплогенераторе процессов и определить технические требования для разработки на этой базе специального оборудования для установки на космических летательных аппаратах.

Зам.Генерального конструктора,
Руководитель НТЦ

 - В.П.Никитский

Справка
О тепловых установках УТ-15 на КНС «Энка».

На КНС «Энка» в настоящее время эксплуатируются 2 (две) тепловые установки мощностью по 15 кВт каждая (питающее напряжение ~380).

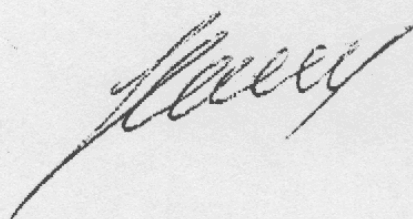
Потребляемая электрическая энергия измеряется счетчиком активной электроэнергии СА4У-672, вырабатываемая тепловая энергия измеряется счетчиком тепловой энергии ТС-01, объем отапливаемого помещения 640 м³.

Фактически усредненный удельный расход электроэнергии на выработку 1 Гкал составил 705 кВт-ч/Гкал. При стоимости электроэнергии 129.8 руб., коэффициенте валотной разницы 0,9878 стоимость 1 Гкал, выработанной установкой, будет равна:

$$705 * 129.8 * 0,9878 = 90400 \text{ руб.}$$

На данный момент ПОК отпускает потребителям тепло по цене 154680руб. за 1Гкал, т. е. тепло, полученное от использования теплофикационных установок на 38% дешевле.

Гл.инженер



Конон О.А.

Вх. № 21.
25.05.04



В. Гринь
 2007 г.

ПРОТОКОЛ

« 23 » 05 2007 г

№ 3814/10-02/11-93

исследований по параметрам физических факторов агрегата кавитационного роторного (АКР-20), производства ОАО «Завод Промбурвод», с целью исследования соответствия определенным показателям, представленного ОАО «Завод Промбурвод», 220024, г. Минск, ул. Асаналиева, 29, тел. 275-12-33, факс 275-24-13.

1 Основание: заявление ОАО «Завод Промбурвод», вх. лаб. № 3814 от 20.04.2007г.

2 Начало (окончание) проведения испытаний: 11.05.2007 (22.05.2007).

3 Акт отбора образцов (проб): -

4 Перечень технических нормативных правовых актов, на основании которых проводились гигиеническая экспертиза и лабораторные исследования (испытания):

4.1 СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки».

4.2 ГОСТ 12.1.050-86 «Методы измерения шума на рабочих местах».

4.3 СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

4.4 МУ №3911-85 «Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценке производственной вибрации».

5 Объем исследований (испытаний):

5.1 Определение соответствия уровней звука и звукового давления гигиеническим нормативам.

5.2 Определение соответствия уровней вибрации гигиеническим нормативам.

6 Описание образцов (проб):

6.1 Агрегат кавитационный роторный (АКР-20), б/н.

7 Средства измерений

№ п/п	Наименование	Тип	Зав.№	Свидетельство	Дата очередной поверки
1	Шумомер-виброметр	Октава 110А	A060331	Первич.	18.12.2007
2	Виброметр	Октава 101В	03В225	5484-47	07.07.2007

Условия измерений: температура воздуха +23 °С, относительная влажность 68 %

Испытания проводились по адресу: г. Минск, ул. Асаналиева, 29.

Исполнители: заведующая лабораторией физических факторов Махотина Н.Ф., фельдшер-лаборант Емельянович С.Ф.

8 Результаты лабораторных исследований (испытаний):

8.1 Уровни звука и звукового давления

№ п/п	Наименование	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Фон	33	32	37	31	35	44	36	35	38	39
2	Агрегат кавитационный роторный (АКР-20)	39	50	60	58	56	55	46	44	39	59
3	ПДУ, дБ, дБА	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

8.2 Уровни общей вибрации

№ п/п	Наименование	Ось измерения	Уровни виброускорения, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					
			2	4	8	16	31,5	63
1	Агрегат кавитационный роторный (АКР-20)	Zo	25	19	16	14	15	22
		Xo	16	17	13	15	16	17
		Yo	39	31	29	28	25	22
2	ПДУ, дБ	Zo Xo, Yo	45	42	42	48	54	60

9 Заключение:

9.1 По исследованным параметрам агрегат кавитационный роторный (АКР-20), производства ОАО «Завод Промбурвод», представленный ОАО «Завод Промбурвод», соответствует требованиям СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002, СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002.

/ Заведующий лабораторным отделом

И.о. заведующего отделом организации испытаний

С.С. Нищик

Протокол оформлен техником лаборатории физических факторов Гариной Ю.П.



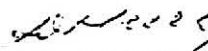
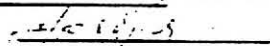
Н. Соколов

М.С.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Институт экономики НАН Республики Беларусь

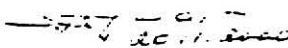
"Утверждаю"

Директор Института экономики
НАН Республики Беларусь
академик

 П.Г. Никитенко
" 20 "  2000 г.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК (ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ
ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ) "ЮРЛЕ" И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ
МАСШТАБОВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Заведующий отделом экономики
ресурсного потенциала ИЭ НАН
Республики Беларусь,
доктор технических наук

 В.Н. Ермашкевич

Минск, 2000 г.

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ - состояние вопроса, постановка задачи	3
1. Энергетическая эффективность тепловых насосных установок фирмы "ЮРЛЕ-К" в сравнении с альтернативными теплоисточ- никами	6
1.1. Критерии экономической эффективности	6
1.2. Сравнительная энергетическая эффективность систем теп- лоснабжения	7
1.3. Энергетическая эффективность применения аппаратов "ЮРЛЕ" — в системах централизованного теплоснабжения	13
2. Экономическая эффективность тепловых насосных установок фирмы "ЮРЛЕ-К" в сравнении с мелкими котельными	16
2.1. Экономические показатели тепловых насосных установок фирмы "ЮРЛЕ-К"	16
2.2. Экономические показатели альтернативных малых котельных	18
2.3. Экономическое сравнение аппаратов фирмы "ЮРЛЕ-К" с малыми альтернативными котельными	22
3. Определение возможных масштабов применения тепловых на- сосных установок фирмы "ЮРЛЕ-К" в Республике Беларусь	24
ВЫВОДЫ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ. Технологическая схема и техническая характеристика аппаратов "ЮРЛЕ".	

ВВЕДЕНИЕ - СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Использование электроэнергии в теплоснабжении всегда имело место как в бывшем СССР, так и в странах СНГ постсоветского периода. На это указывают наличие предприятий по изготовлению электродкотлов, различных теплоэлектронагревателей (ТЭНов), бытовых электронагревательных приборов и достаточно высокий спрос на их продукцию. Такое положение можно объяснить лишь тем, что электроэнергия как энергоноситель обладает особенно высоким потребительским эффектом, который в проводимых экономических обоснованиях и расчетах полностью не учитывается.

Для конкретного потребителя использование электроэнергии в теплоснабжении означает:

- неизмеримо более высокую культуру организации теплоснабжения;

- отказ от необходимости иметь у себя весьма дорогое и трудноуправляемое топливное и теплоэнергетическое хозяйство;

- возможность тонкого регулирования системы теплоснабжения, что позволяет избежать вынужденных перетопов (характерных для всех традиционных теплоснабжающих систем) и связанных с ними больших перерасходов топлива;

- резкое снижение аварийных отказов в теплоснабжении и практическое устранение опасности "разморозить" теплоснабжающую систему, что чревато огромными убытками и неудобствами.

Выбирая систему теплоснабжения, работающую с использованием электроэнергии, потребитель всякий раз сопоставляет отмеченные выше плюсы со своими фактическими затратами, и во многих случаях это сопоставление не в пользу теплоснабжения от котельных, а в пользу указанного оборудования.

Тепловые насосные установки фирмы "ЮРЛЕ-К", работающие на гидродинамическом принципе и получившие известность, несмотря на недостаточную изученность и объяснимость протекающего в них физического процесса, получают все большее применение. К настоящему времени эксплуатируется более 400 единиц таких аппаратов, обеспечивая теплоснабжение мелких, удаленных от централизованных теплоснабжающих систем потребителей, у которых создание собственных теплоисточников на органическом топливе связано с большими трудностями и затратами.

Особенность аппаратов "ЮРЛЕ" прежде всего состоит в том, что коэффициент преобразования электроэнергии, потребляемой для их привода в теплоту, у них больше единицы, что является важным фактором для существенного повышения эффективности процесса теплоснабжения в целом. Этот фактор был неоднократно подтвержден экспериментально. Так, при испытании указанного оборудования в 1994 г. на объекте Брестских тепловых сетей (акт от 17.06.94 г. и протокол испытаний от 12.08.94 г.), значения отношений полученной тепловой энергии, эквивалентно выраженной в киловаттах, к затраченной на привод оборудования электрической энергии были выше единицы. В январе 1995 г. такие испытания этого же оборудования были проведены Научно-техническим центром Ракетно-космической Корпорации "Энергия" им.С.П.Королева. Они подтвердили указанные показатели. В 1999 г. при испытаниях действующей установки с аппаратами фирмы "ЮРЛЕ-К", проведенных в соответствии с приказом Председателя ГКНТП Республики Беларусь N 76 от 02.04.99 г. в АНК ИТМО им.А.В.Лыкова НАН Республики Беларусь, были получены также высокие результаты.

Однако, несмотря на указанную положительную особенность этих аппаратов, до сих пор не сделано объективной комплексной оценки их энергетической и экономической эффективности с научных системных позиций, не определена потенциальная потребность в них для целей теплоснабжения.

В данной работе ставится задача в определенной мере восполнить этот пробел, что должно способствовать формированию объективного, непредвзятого мнения об аппаратах "ЮРЛЕ" среди энергетической общественности и расширению использования этих аппаратов в республике.

В данной работе при определении энергетической эффективности учитываются потери и перерасходы первичного энергоресурса в базовом и альтернативном вариантах теплоснабжения от мелких котельных по всей "энергетической цепочке", включая перерасход тепла из-за несовершенства регулирования подачи его потребителям в варианте котельных. Также учитываются потери топлива при генерировании и передаче электроэнергии, используемой в аппаратах "ЮРЛЕ".

При определении экономической эффективности критерием сравнения вариантов теплоснабжения принимаются суммарные удельные приведенные затраты, отнесенные на единицу полезно потребленного тепла, что является принципиально новым в экономическом сравнении вариантов теплоснабжения, позволяющим учитывать потребительский эффект использования тепла.

При определении потенциально возможной потребности в аппаратах "ЮРЛЕ" для целей теплоснабжения учитывается баланс покрытия тепловых нагрузок по республике в целом. В результате выявляется сфера применения этих аппаратов и потребность в них на основании рыночного спроса.

Данную работу следует рассматривать как определенный этап в комплексном изучении аппаратов "ЮРЛЕ". Она может быть использована в качестве экономического обоснования для включения соответствующей темы в республиканскую Программу "Комплексный прогноз научно-технического прогресса до 2005 года".

1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК "ЮРЛЕ" В СРАВНЕНИИ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ТЕПЛОИСТОЧНИКАМИ

1.1. Критерии энергетической эффективности

Для определения этих критериев используется системный подход, при котором потери топлива и энергии учитываются по всем звеньям энергетического процесса от транспорта первичного энергоресурса (топлива) до конечного потребления произведенной тепловой энергии.

В качестве критериев энергетической эффективности применяются два взаимосвязанных показателя:

а) совокупный коэффициент полезного использования (КПИ) первичного энергоресурса ($\eta_{\text{и}}$), определяемый произведением частных КПД по всем звеньям энергетического процесса;

б) совокупный удельный расход первичного энергоресурса ($b_{\text{и}}$) на единицу полезно израсходованной теплоты у потребителя.

Если совокупный удельный расход первичного энергоресурса выражать в килограммах условного топлива на одну гигакалорию полезно потребленного тепла, то его связь с КПИ описывается уравнением

$$b_{\text{и}} = \frac{143}{\eta_{\text{и}}} \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал}} \quad (1.1)$$

Величины названных критериев в значительной мере зависят от полноты учета потерь энергии по звеньям энергетического процесса. В случае альтернативных котельных, работающих на различных видах топлива, при определении $b_{\text{и}}$ и $\eta_{\text{и}}$ учитываются следующие виды потерь:

1) потери топлива при транспорте его от территориальной топливной базы до котельной (КПД транспорта топлива $\eta_{\text{тр}}^{\text{т}}$);

2) потери энергоресурса при генерировании тепла в котельной (КПД котельной $\eta_{\text{к}}^{\text{тз}}$, учитывающий также потери ресурса при производстве электроэнергии в энергосистеме на нужды котельной);

3) потери теплоэнергии при транспорте ее к потребителям (КПД транспорта тепла $\eta_{\text{тр}}^{\text{тз}}$);

4) потери энергоресурса от ненадежности системы теплоснабжения (КПД системы по условиям надежности $\eta^{тз}_н$);

5) потери тепла из-за утечек теплоносителя (КПД системы по условиям расхода теплоносителя $\eta^{тз}_у$);

6) потери и перерасходы теплоэнергии у потребителя вследствие вынужденных перетопов от несовершенства регулирования подачи теплоты в потребительские устройства (КПД использования тепла у потребителя $\eta^{тз}_п$).

В вариантах теплоснабжения с использованием электроэнергии (аппараты "ЮРЛЕ", альтернативные электроводоподогреватели) уровень их энергетической эффективности в определяющей степени зависит от КПД электростанций энергосистемы, участвующих в электроснабжении этих установок.

В данной работе принимается, что электроснабжение привода аппаратов "ЮРЛЕ" и альтернативных источников, использующих электроэнергию, будет осуществляться от тепловых электростанций, замыкающих электробаланс Белорусской энергосистемы. В настоящее время - это крупные действующие конденсационные электростанции Лукомльская и Березовская ГРЭС, а в ближайшей перспективе - это намечаемые к строительству новые парогазовые энергоблоки (Зельвинская ГРЭС, Минская ТЭЦ-5).

При расчете показателей эффективности использования энергоресурса в варианте теплоснабжения с использованием электроэнергии учитывается КПД генерирования электроэнергии на замыкающих электростанциях, потери электроэнергии в линиях электропередачи, потери энергии от ненадежности электроснабжения, коэффициент преобразования электроэнергии в теплоту в теплогенерирующем аппарате, расположенном у потребителя. Потери тепла у потребителя в данном случае не учитываются, поскольку считается, что электрический вариант теплоснабжения обеспечивает глубокое и полное регулирование подачи тепла в потребительские установки.

1.2. Сравнительная энергетическая эффективность систем теплоснабжения

1.2.1. Система теплоснабжения с аппаратами "ЮРЛЕ". Показатели электроснабжения приняты по отчетным данным Концерна "Белэнерго" и проектным материалам БелНИПИэнергопрома по парогазовым установкам. Они составили:

1) средневзвешенный удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии от действующих Лукомльской и Березовской ГРЭС в их со-

вокупности - 329 г у.т./кВт.ч (КПД генерирования электроэнергии $\eta_{Г1}^3 = 0,374$);

2) удельный расход топлива на новых парогазовых энергоблоках - 270 г у.т./кВт.ч (КПД генерирования электроэнергии $\eta_{Г2}^3 = 0,456$);

3) потери электроэнергии в электросетях энергосистем - 10 % (КПД передачи электроэнергии $\eta_{ПЕР}^3 = 0,9$);

4) потери энергии от ненадежности электроснабжения - 2 % (КПД надежности системы $\eta_{Н}^3 = 0,98$).

С учетом указанных показателей аналитические зависимости коэффициента полезного использования первичного энергоресурса ($\eta_{и}$) от коэффициента преобразования электроэнергии в теплоту для аппаратов "ЮРЛЕ" будут иметь вид:

при электроснабжении от действующих конденсационных электростанций (Лукомльская и Березовская ГРЭС)

$$\eta_{и1} = \eta_{Г1}^3 \eta_{ПЕР}^3 \eta_{Н}^3 \eta_{ПР(Э)}^{ТЭ} \quad \text{и}$$

$$\eta_{и1} = 0,374 \times 0,9 \times 0,98 \eta_{ПР(Э)}^{ТЭ} = 0,33 \eta_{ПР(Э)}^{ТЭ}; \quad (1.2)$$

при электроснабжении от новых парогазовых установок

$$\eta_{и2} = \eta_{Г2}^3 \eta_{ПЕР}^3 \eta_{Н}^3 \eta_{ПР(Э)}^{ТЭ} \quad \text{и}$$

$$\eta_{и2} = 0,456 \times 0,9 \times 0,98 \eta_{ПР(Э)}^{ТЭ} = 0,402 \eta_{ПР(Э)}^{ТЭ}. \quad (1.3)$$

Соответственно совокупные удельные расходы первичного энергоресурса по вариантам электроснабжения определяются соотношениями

$$b_{и1} = \frac{143 \text{ кг у.т.}}{\eta_{и1} \text{ Гкал}}; \quad b_{и2} = \frac{143 \text{ кг у.т.}}{\eta_{и2} \text{ Гкал}}$$

Результаты расчета названных величин при значениях коэффициента преобразования электроэнергии в теплоту в аппаратах "ЮРЛЕ" в диапазоне от 0,8 до 2,0 приведены в табл.1.1.

Т а б л и ц а 1.1. Удельный расход и коэффициент
полезного использования первичного энергоресурса
в системах теплоснабжения с аппаратами "ЮРЛЕ"

Коэффициент преобразования электроэнергии в теплоту в ап- паратах "ЮРЛЕ"	Удельный расход и КПД первичного энергоресурса при электроснабжении от			
	действующих КЭС		новых парогазовых установок	
	кг у.т.		кг у.т.	
	$\eta_{и1}$	$b_{и1}$ ----- Гкал	$\eta_{и2}$	$b_{и2}$ ----- Гкал
0,90	0,297	481,5	0,362	395,0
1,05	0,346	413,3	0,422	338,8
1,20	0,396	361,1	0,482	296,7
1,40	0,462	309,5	0,563	254,0
1,60	0,528	270,8	0,643	222,4
1,80	0,594	240,7	0,723	197,8
2,00	0,660	216,6	0,804	177,8

1.2.2. Системы теплоснабжения с альтернативными электроводонагре-
вателями. Коэффициент преобразования электроэнергии в теплоту в наибо-
лее характерных электроводонагревателях составляет около 93 %. Под-
ставляя значение этого коэффициента в выражения (1.2) и (1.3), коэффи-
циент полезного использования первичного энергоресурса в систе-
мах теплоснабжения с электроводонагревателями определяется величинами:
при электроснабжении от действующих КЭС

$$\eta_{и1} = 0,33 \eta_{пр(э)}^{т3} = 0,33 \times 0,93 = 0,307;$$

при электроснабжении от новых парогазовых установок

$$\eta_{и2} = 0,402 \eta_{пр(э)}^{т3} = 0,402 \times 0,93 = 0,374.$$

Соответственно совокупные удельные расходы топлива, отнесенные на
1 Гкал полезно потребленного тепла, составят

$$b_{и1} = \frac{143}{\eta_{и1}} = \frac{143}{0,307} = 465,8 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал.}} ;$$

$$b_{и2} = \frac{143}{\eta_{и2}} = \frac{143}{0,374} = 382 \frac{\text{кг у.т.}}{\text{Гкал.}} .$$

1.2.3. Системы теплоснабжения с альтернативными мелкими котельными. В процессе работы рассмотрены мелкие отопительные котельные с котлами различных типов и производительности при работе их на угле, жидком топливе и природном газе. При оценке КПД этих котельных (с учетом расхода топлива на производство электроэнергии для нужд котельной) использованы разработки Сибирского энергетического института Российской Академии наук и проектные данные института "Сантехпроект" (г.Москва). Потери тепла у потребителей от несовершенства регулирования теплоснабжения с котельными приняты в соответствии с рекомендациями академика Л.А.Мелентьева (Сибирский энергетический институт). Результаты расчета показателей энергетической эффективности представлены в табл.1.2.

Т а б л и ц а 1.2. Коэффициенты полезного использования и удельные расходы первичного энергоресурса в системах теплоснабжения с малыми альтернативными котельными, работающими на различных видах топлива

N п/п	Показатель	Услов- ное обозна- чение	КПИ и удельный расход первичного энергоресурса при использовании			
			природно- ного газа	жидкого топлива	угля сортового	рядового
1	2	3	4	5	6	7
1 Частные КПД по стадиям процесса:						
	- транспорт топлива	$\eta_{\text{тр}}^{\text{т}}$	0,99	0,98	0,96	0,95
	- производство тепла в котельных*	$\eta_{\text{к}}^{\text{т}}$	0,80	0,70	0,65	0,60
	- транспорт теплоэнергии	$\eta_{\text{тр}}^{\text{тэ}}$	0,95	0,95	0,95	0,95
	- надежность тр-та тепла по тепловодам	$\eta_{\text{н}}^{\text{тэ}}$	0,95	0,95	0,95	0,95
	- утечка теплоносителя	$\eta_{\text{у}}^{\text{тэ}}$	0,93	0,93	0,93	0,93
	- использование теплоэнергии у потребителей	$\eta_{\text{п}}^{\text{тэ}}$	0,78	0,78	0,78	0,78
2 Коэффициент полезного использования первичного энергоресурса						
		$\eta_{\text{и}}$	0,518	0,449	0,408	0,373
3 Удельный расход первичного энергоресурса на 1 Гкал полезно потребленного тепла, кг у.т/Гкал						
		$b_{\text{и}}$	276,0	318,0	350,5	383,4

* В КПД котельной учтен расход топлива на производство потребляемой ими электроэнергии.

Из приведенных данных следует, что полные совокупные удельные расходы топлива в системах теплоснабжения в 1,5 - 1,6 раза превышают принимаемые в расчетах показатели удельных расходов топлива на производство тепла в котельных. Это объясняется учетом потерь энергоресурса во всех звеньях процесса теплоснабжения, кроме котельной, и в первую очередь потери и нерациональное использование теплоты в процессе ее потребления.

1.2.4. Сравнение систем теплоснабжения по энергетическому эффекту. Системы сравниваются по тепловому удельному расходу первичного энергоресурса (топлива), отнесенному на единицу полезно потребленной тепловой энергии.

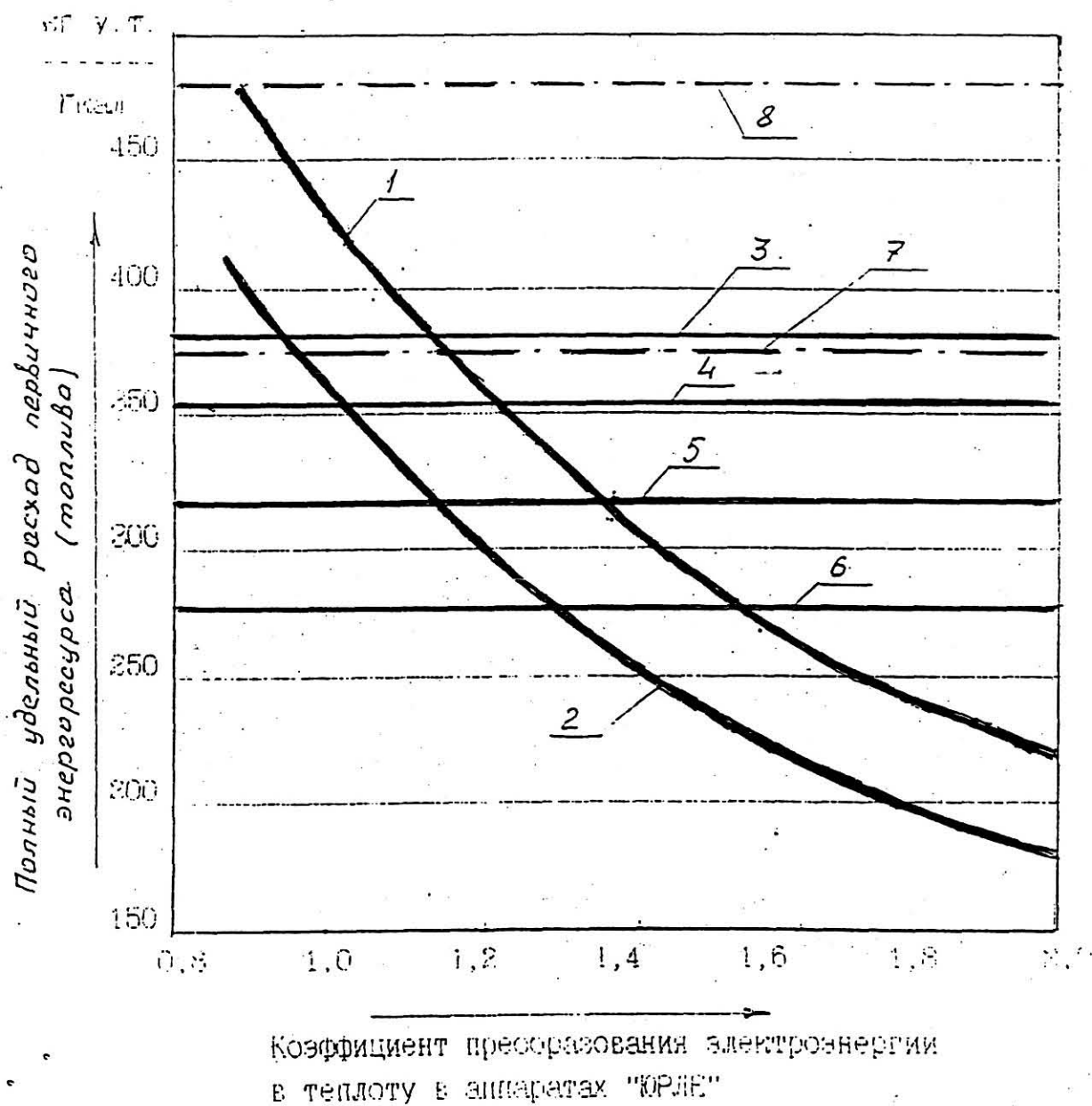


Рис.1.1.1. Полный удельный расход первичного энергоресурса на единицу полезно потребленной тепловой энергии для различных теплоисточников:

- 1 - аппараты "ЮЛЕ" при электроснабжении от КЭС;
- 2 - то же при электроснабжении от парогазовых установок;
- 3 - 6 - мелкие отопительные котельные на рядовых и сортовых углях, жидком топливе и природном газе соответственно;
- 7, 8 - электроводонагреватели при электроснабжении от КЭС и БГУ.

Для аппаратов "ЮРЛЕ" удельный расход топлива в значительной мере зависит от коэффициента преобразования электроэнергии в теплоту и от КПД генерирования электроэнергии в энергосистеме на замыкающих электростанциях.

При получении электроэнергии от ныне действующих КЭС (Лукомльская и Березовская ГРЭС) аппарат "ЮРЛЕ" в энергетическом отношении становится эффективнее котельных, работающих на рядовых углях, торфобрикетах и дровах уже при коэффициенте преобразования 1,12. При коэффициенте преобразования 1,22 он эффективнее котельных на сортовых углях, а при коэффициентах 1,35 и 1,45 сравнивается с коэффициентами на жидком топливе и природном газе.

С получением электроэнергии в будущем от парогазовых установок эффективность аппаратов "ЮРЛЕ" резко повышается. В энергетическом отношении они становятся конкурентными для мелких котельных на любых видах топлива уже при коэффициенте преобразования 1,27, т.е. близком к наиболее реальному значению этого показателя. Все другие электроводонагреватели по энергетической эффективности уступают аппаратам "ЮРЛЕ".

Из полученных результатов можно сделать вывод, что уже в настоящее время применение аппаратов "ЮРЛЕ" вместо мелких котельных на твердом топливе не наносит энергетического ущерба в республике. С вводом в эксплуатацию в энергосистеме Республики Беларусь экономичных парогазовых установок аппараты "ЮРЛЕ" будут в состоянии обеспечить экономию энергоресурсов при замещении всех видов мелких котельных, работающих как на твердом, так и на жидком и газообразном топливе.

1.3. Энергетическая эффективность применения аппаратов "ЮРЛЕ" в системах централизованного теплоснабжения

В общем случае аппараты "ЮРЛЕ" уступают системам ЦТ по энергетической эффективности при условии, что последние работают в номинальном режиме с нормативными потерями теплоты в тепломагистралях. Однако в существующих ныне реальных условиях магистральные теплосети ЦТ работают с недогрузкой и с большими потерями тепла из-за низкого качества и износа теплоизоляции. Потери тепла в тепломагистралях по официальным данным составляют до 50%, а иногда и выше.

В этих условиях вполне реальна ситуация, при которой энергетическая эффективность использования prezичного энергоресурса в системах ЦТ уравнивается с энергетической эффективностью системы теплоснабжения с

аппаратами "ЮРЛЕ". Легко определить предельные значения загрузки тепломагистралей ЦТ, при которых такое уравнивание наступает.

КПД транспорта теплоты по тепломагистралям ЦТ можно описать уравнением, где φ_3 - коэффициент загрузки; L - доля потерь тепла; Q - номинальная нагрузка тепломагистрали.

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{тэ}} = \frac{\varphi_3 Q_H - L_{\text{пот}} Q_H}{\varphi_3 Q_H} = 1 - \frac{L_{\text{пот}}}{\varphi_3} \quad (1.4)$$

С учетом этого коэффициент полезного использования первичного энергоресурса (КПИ) для систем ЦТ определяется по формуле

$$\eta_{\text{и}}^{\text{цт}} = \eta_{\text{тр}}^{\text{тэ}} \eta_{\text{г}}^{\text{тэ}} \eta_{\text{н}}^{\text{тэ}} \eta_{\text{п}}^{\text{тэ}} (1 - L_{\text{пот}} / \varphi_3) \quad (1.5)$$

(расшифровка обозначений приведена в табл.1.2).

КПД генерирования теплоты в Белорусской энергосистеме с учетом среднего удельного расхода топлива (172 кг у.т./Гкал) составит $143/172 = 0,831$. Подставляя значения остальных величин в формулу (1.5), получаем

$$\eta_{\text{и}}^{\text{цт}} = 0,99 \times 0,831 \times 0,95 \times 0,78 (1 - L_{\text{пот}} / \varphi_3),$$

$$\eta_{\text{и}}^{\text{цт}} = 0,61 (1 - L_{\text{пот}} / \varphi_3). \quad (1.6)$$

Предельное значение коэффициента загрузки тепломагистрали, при котором энергетическая эффективность систем ЦТ и систем теплоснабжения с аппаратами "ЮРЛЕ" уравнивается, находится из равенства их КПИ:

$$\eta_{\text{и}}^{\text{цт}} = \eta_{\text{и}}^{\text{в}} \quad (1.7)$$

Значения КПИ для систем с аппаратами "ЮРЛЕ" приведены в табл.1.1. При коэффициенте преобразования электроэнергии, затрачиваемой на привод оборудования, в теплоту, равном 1,2, их величины составляют:

при электроснабжении от действующих КЭС - 0,396;

при электроснабжении от новых парогазовых установок - 0,482.

После подстановки этих значений в уравнения (1.6) и (1.7), формулы для расчета предельного коэффициента загрузки тепломагистралей ЦТ примут вид:

при электроснабжении от действующих КЭС

$$\varphi_3^{\text{пред}} = L_{\text{пот}} / 0,351; \quad (1.8)$$

при электроснабжении от новых парогазовых установок

$$\varphi_3^{\text{пред}} = L_{\text{пот}} / 0,21. \quad (1.9)$$

Результаты расчета предельных значений коэффициента загрузки представлены в табл.1.3.

Т а б л и ц а 1.3. Предельные значения коэффициента загрузки тепломагистралей, при которых -- энергетическая эффективность системы ЦТ и системы теплоснабжения с аппаратами "ЮРЛЕ" уравнивается

N п/п	Доля потерь теплоты в тепломагистралях через теплоизоляцию	Коэффициент загрузки тепломагистралей при электроснабжении от	
		действующих КЭС	новых ПГУ
1	Проектное значение -		
	5 %	0,142	0,238
2	Фактические величины по уровням:		
	10 %	0,284	0,476
	15 %	0,427	0,476
	20 %	0,569	0,950

Из приведенных данных видно, что применение аппаратов "ЮРЛЕ" в системах централизованного теплоснабжения в реальных условиях не наносит энергетического ущерба даже при небольших значениях недогрузки тепломагистралей.

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК "ЮРЛЕ" В СРАВНЕНИИ С МЕЛКИМИ КОТЕЛЬНЫМИ

2.1. Экономические показатели аппаратов "ЮРЛЕ"

Основным обобщенным экономическим показателем для аппаратов "ЮРЛЕ" принимаются суммарные удельные затраты на единицу полезно потребленной теплоты, произведенной в этом аппарате, учитывающие:

- а) стоимость аппарата, оцениваемую по приведенным затратам;
- б) расход электроэнергии с учетом коэффициента преобразования ее в теплоту;
- в) установленный тариф на электроэнергию для аппаратов "ЮРЛЕ".

Расчет ведется применительно к аппаратам потребляемой электрической мощностью 31 кВт, которые в настоящее время изготавливаются Обществом с ограниченной ответственностью "ЮРЛЕ-К". Стоимость аппарата с монтажными работами составляет 3000 долл.США.

В условиях неопределенности вопроса о тарифах на электроэнергию для аппаратов "ЮРЛЕ" в предлагаемых расчетах рассмотрены четыре случая платы за электроэнергию:

- 1) по тарифу для промышленных предприятий, включающему перекрестное субсидирование; величина тарифа принята по данным Концерна "Белэнерго" в размере 3,5 цента за 1 кВт.ч;
- 2) по среднему тарифу в Белорусской энергосистеме (без учета перекрестного субсидирования) в размере 3,2 цента за 1 кВт.ч;
- 3) по средней себестоимости производства электроэнергии в Белорусской энергосистеме в размере 2,9 цента за 1 кВт.ч;
- 4) по цене покупной электроэнергии из энергосистем России и Литвы в размере 2,2 цента за 1 кВт.ч.

Расчеты проведены для различных значений коэффициента преобразования электроэнергии в теплоту в диапазоне от 0,9 до 2,0. Результаты расчета (табл.2.1) показывают на существенные различия в уровне удельных затрат в зависимости от тарифов на электроэнергию и коэффициента ее преобразования в теплоту в аппарате "ЮРЛЕ". При коэффициенте преобразования, равном 1,2, удельные затраты по уровням принятых к рассмотрению тарифов на электроэнергию различаются приблизительно в 1,5 раза - от 26,3 до 38,9 долл./Гкал. С увеличением коэффициента преобразования удельные затраты резко снижаются.

Т а б л и ц а 2.1. Суммарные удельные приведенные
затраты в системах теплоснабжения с аппаратами "ЮРЛЕ",
отнесенные на 1 Гкал полезно потребленного тепла

N п/п	Показатель	Суммарные удельные приведенные затраты при коэфф. преобр. эл. энергии в тепло, равном						
		0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Мощность аппарата "ЮРЛЕ", кВт: электрическая	31	31	31	31	31	31	31
	тепловая	27,9	31,0	37,2	43,4	49,6	55,68	62,0
2	Продолж. использ. мощности аппарата "ЮРЛЕ", час/год	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
3	Расход эл. энергии аппара- том "ЮРЛЕ", тыс. кВт.ч/год	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8	86,8
4	Годовой отпущ. теплоты:							
	МВт.ч	78,12	86,80	104,16	121,52	138,90	156,24	173,6
	Гкал	67,18	74,65	89,58	104,51	119,45	134,36	149,3
5	Плата за эл. энергию, долл/год:							
	- по цене покупной эл. энергии (2,2 ц/кВт.ч)	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909
	- по себест. в Бел.энер- госист. (2,9 ц/кВт.ч)	2517	2517	2517	2517	2517	2517	2517
	- по ср. тарифу в энерго- системе (3,2 ц/кВт.ч)	2777	2777	2777	2777	2777	2777	2777
	- по тарифу для пром. предпр. (3,5 ц/кВт.ч)	3037	3037	3037	3037	3037	3037	3037
6	Привед. затраты в аппарат "ЮРЛЕ" при его стоимости 3000 долл. США ($Z = (P +$ $+ P)K = 0,15 \times 3000$), долл/год	450	450	450	450	450	450	450

1Продолжение табл.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<hr/>								
7	Суммарные уд.затраты при использ. аппарата "ЮРЛЕ", отнесенные на 1 Гкал по- лезно потребленного тепла с оплатой за эл.энергию:							
	- по цене покупной эл. энергии	35,1	31,6	26,3	22,6	19,7	17,5	15,8
	- по себестоим. в Бел. энергосистеме	44,2	39,7	33,1	28,4	24,8	22,1	19,9
	- по среднему тарифу	48,0	43,2	36,0	30,8	27,0	24,0	21,6
	- по тарифу для промышл. предпр. с учетом пере- крестн.субсидирования	51,9	46,7	38,9	33,3	29,2	25,9	23,3

2.2. Экономические показатели альтернативных малых котельных

В расчете этих показателей определенную сложность вызывает несопоставимость малых котельных и установок с аппаратами "ЮРЛЕ" по единичной мощности. Котельные с наиболее характерными мелкими котлами типа "Энергия", "Серии Е", "факел", "Универсал", как правило, по мощности в 3 - 4 раза выше установок "ЮРЛЕ", выпускаемых в настоящее время.

Чтобы устранить негативное влияние такой несопоставимости на результаты экономического сравнения вариантов, в данной работе определены постоянные составляющие удельных приведенных затрат по типовым котельным, работающим на угле, жидком топливе и природном газе, с использованием материалов Института типового проектирования и института "Сантехпроект" (Россия) (табл.2.2). Величины этих затрат пересчитаны на меньший уровень единичной мощности альтернативных котельных, сопоставимый с единичной мощностью агрегированной установки "ЮРЛЕ" с 12 аппаратами тепловой мощностью по 37 кВт каждый, что составит 0,384 Гкал/ч. При снижении мощности котельной постоянная составляющая удель-

ных затрат увеличивается. Известно, что коэффициент роста этих затрат приблизительно можно найти по формуле

$$k = \frac{0,5}{(Q_{исх}/Q_{соп})}, \quad (2.1)$$

где $Q_{исх}$, $Q_{соп}$ - рабочие мощности соответственно исходной котельной по проекту и сопоставимой более мелкой котельной.

Т а б л и ц а 2.2. Расчет постоянных
приведенных затрат в типовые малые котельные

N п/п	Показатель	Постоянные приведенные затраты при использовании видов топлива		
		угля	жидкого топлива	природного газа
1	2	3	4	5
1	Тип и количество котлов, шт.	3хЭнергияЗм	3хЕ-1/9	3Е-1/9
2	Установленная теплопроизводительность, Гкал/ч	1,76	1,76	1,76
3	Расчетная тепловая нагрузка (2 рабочих - 1 резервн. котел), Гкал/ч	1,17	1,17	1,17
4	Полезная выдача тепла потребителям с учетом потерь при транспорте и использовании тепла, Гкал/ч	0,86	0,86	0,86
5	Единовременные капвложения, тыс.долл.	89,6	76,1	71,7
6	Уд. капвложения на 1 Гкал/ч установленной теплопроизводительности, тыс.долл/ Гкал/ч	50,9	43,2	40,7
7	Численность обслуживающего персонала, чел.	8	5	5

Продолжение табл.2.2

1	2	3	4	5
8	Условно-постоянные годовые издержки, всего, тыс.долл/год	16,50	12,20	11,79
	В том числе:			
	1) амортизация (4,35 %)	3,90	3,31	3,12
	2) затраты на эксплуатацию и ремонтное обслуживание (3,5%)	3,13	2,66	2,51
	3) зарплата обслуживающего персонала (70 долл/мес.чел.)	6,72	4,20	4,20
	4) общие издержки (20 % от пп.1 - 3)	2,75	2,03	1,96
9	Годовой отпуск тепла потреби- телям, Гкал/год:			
	всего	3276	3276	3276
	в том числе полезного	2424	2424	2424
	при продолжительности исполь- зования расчетной нагрузки ко- тельной, час/год	2800	2800	2800
10	Постоянные годовые приведен- ные затраты по котельной (З = = И + Р К при Р = 0,1), тыс.долл/год	25,46	19,81	18,96
11	Удельные постоянные приведен- ные затраты по котельной, от- несенные к 1 Гкал полезно по- требленного тепла, долл/ Гкал	10,50	8,17	7,82

При $Q_{исх} = 1,17$ Гкал/час, $Q_{соп} = 0,384$ (табл.2.2) получаем коэф-
фициент увеличения постоянных затрат по сопоставимым котельным:

$$k = \left(\frac{1,17 \cdot 0,5}{0,384} \right)^{0,5} = (3,04)^{0,5} = 1,73.$$

При этом удельные постоянные затраты по сопоставимой котельной составят:

на угле - $10,5 \times 1,73 = 18,1$ долл/Гкал;

на жидком топливе - $8,17 \times 1,73 = 14,1$ долл/Гкал;

на природном газе - $7,82 \times 1,73 = 13,5$ долл/Гкал.

Расчет суммарных удельных затрат в альтернативные котельные представлен в табл.2.3

Т а б л и ц а 2.3. Суммарные удельные приведенные затраты по сопоставимым малым котельным, отнесенные на 1 Гкал полезно потребленного тепла

N п/п	Показатель	Суммарн.уд.привед.затраты при испльз.			
		угля рядового	жидкого сортового топлива	природ- ного газа	
1	Уд.расход усл.топлива на 1 Гкал полезно потреблен.тепла (см.табл.1.2), кг у.т/Гкал	383,4	350,5	318,0	276,0
2	Цена топлива франко-котель- ная, долл/т.у.т.	50	55	70	65
3	Удельные затраты на топливо, отнес. на 1 Гкал полезно по- требл.тепла, долл/Гкал	19,17	19,27	22,26	17,94
4	Уд.постоян. затраты по сопо- ставимой котельной, долл/Гкал	18,10	18,10	14,10	13,50
5	Суммарн.уд.затраты в альтерн. котельные на 1 Гкал полезно потреблен.тепла, долл/Гкал	37,27	37,37	36,36	31,44

Из приведенных данных видно, что суммарные удельные затраты в сопоставимые альтернативные котельные составляют от 31 до 37 долл/Гкал в зависимости от видов топлива.

2.3. Экономическое сравнение аппаратов "ЮРЛЕ" с малыми альтернативными котельными

Сравнение аппаратов "ЮРЛЕ" с малыми альтернативными котельными по экономическим показателям (рис.2.1) показывает, что применение аппаратов "ЮРЛЕ" экономически оправдано по сравнению с котельными на угле при коэффициенте преобразования, равном 1,25, даже при наибольшем тарифе на электроэнергию для промышленных предприятий, учитывающем перекрестное субсидирование. С переходом на оплату за электроэнергию по среднему тарифу, т.е. без учета перекрестного субсидирования, и, тем более, на оплату электроэнергии по себестоимости ее в энергосистеме, сравнительная экономическая эффективность аппаратов "ЮРЛЕ" резко повышается. При том же коэффициенте преобразования эти аппараты становятся конкурентоспособными по отношению с котельными на жидком топливе и даже на природном газе.

Если допустить возможность целевого импорта электроэнергии для аппаратов "ЮРЛЕ", то последние получают абсолютное экономическое преимущество перед мелкими котельными на любом виде топлива.

Таким образом, можно констатировать, что аппараты "ЮРЛЕ" приобретают обоснованную нишу в структуре теплоснабжения потребителей по энергетическим и экономическим условиям. С ростом эффективности Белорусской энергосистемы конкурентоспособность, а соответственно, и спрос на аппараты "ЮРЛЕ" будут повышаться.

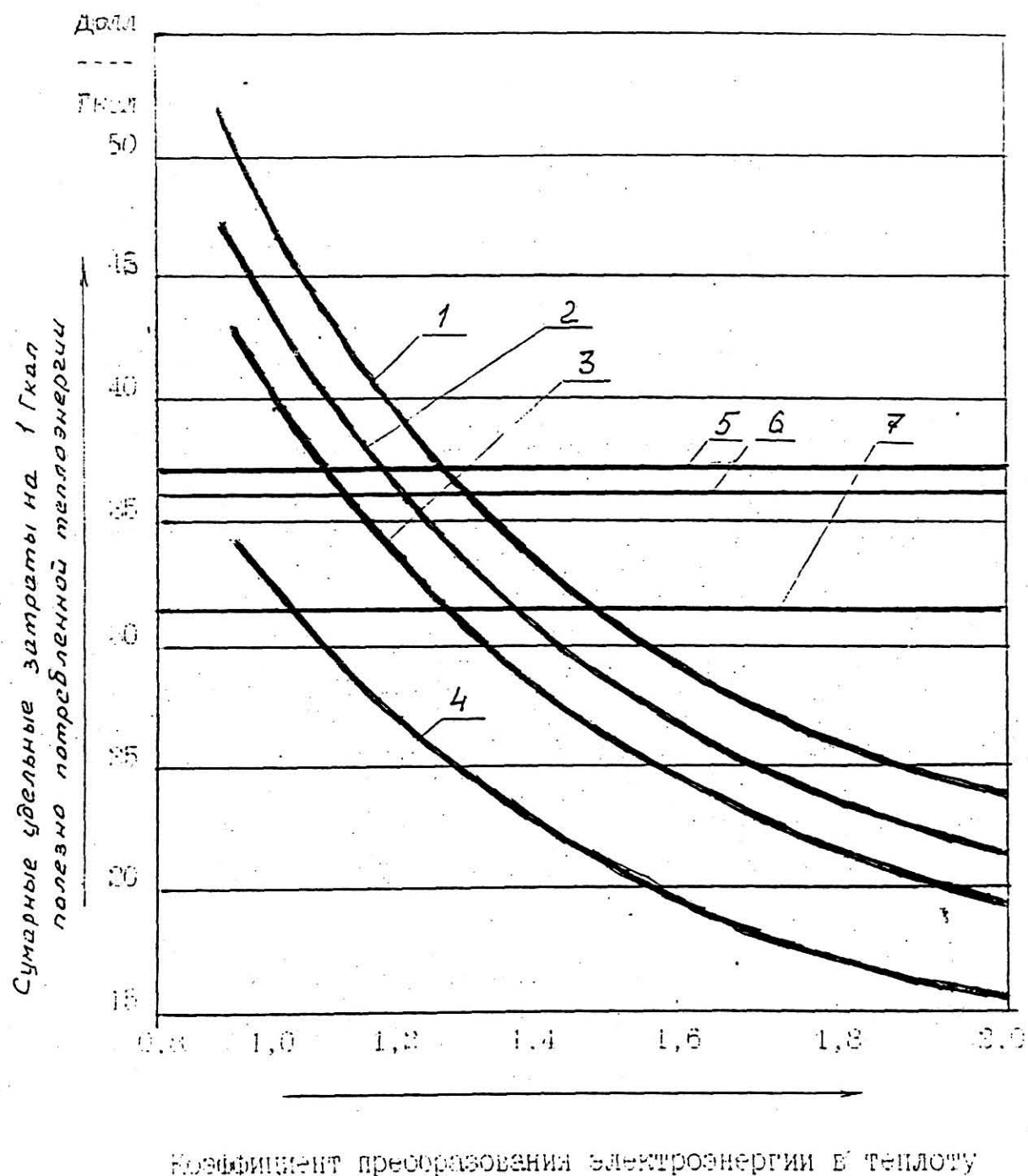


Рис. 2.1. Суммарные удельные затраты на 1 Гкал полезно потребленной тепловой энергии: 1 - 4 - аппараты "ЮРЛЕ" (1 - электроэнергия по тарифу для предприятий; 2 - по среднему тарифу; 3 - по себестоимости электроэнергии; 4 - по покупной цене); 5 - 7 - малые котельные (5 - по тарифу; 6 - по себестоимости; 7 - по среднему тарифу).

3. ОПЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ МАСШТАБОВ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК "ЮРЛЕ" В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Как уже отмечалось выше, в настоящее время в республике функционируют около 400 аппаратов "ЮРЛЕ". Вместе с тем потенциальный спрос на эти аппараты остается открытым.

Каковы возможные масштабы применения аппаратов "ЮРЛЕ", исходя из общей структуры баланса покрытия тепловых нагрузок в Республике Беларусь? Согласно данным БелНИПИэнергопрома, получившим отражение в Энергетической программе республики на период до 2010 года, суммарное потребление теплоэнергии в 2000 г. ожидается в объеме 73 млн Гкал. Это на 35 % ниже, чем в 1990 г. (112 млн Гкал).

Спад теплопотребления в республике произошел в результате экономического кризиса и проявился, в основном, в сфере промышленного производства. Теплопотребление в жилищно-коммунальном секторе (ЖКС) сократилось к середине 90-х годов незначительно, а к настоящему времени практически полностью восстановилось до прежнего уровня - 15,5 млн Гкал. Таким образом, доля ЖКС в балансе тепла в данный момент увеличилась и составляет более 21 %, в то время как в доперестроечное время эта доля не превышала 12 - 14 %.

По имеющимся прогнозам, к 2005 г. теплопотребление в Беларуси возрастет до 78 млн Гкал, а к 2010 г. - до 83 млн Гкал.

При оценке возможных масштабов применения аппаратов "ЮРЛЕ" в первую очередь необходимо сопоставить ту часть теплопотребления, которая покрывается мелкими отопительными и промышленными котельными. Для этой цели в табл.3.1 приведены данные, отражающие рост и структуру покрытия тепловых нагрузок в республике по годам за прошлый период и на перспективу.

Из приведенных данных следует, что нагрузка мелких отопительных котельных стабильна, в настоящее время ее доля в общем теплопотреблении составляет 12,4 %, в будущем снизится до 10,5 %.

Для оценки возможного перехода от тепловой нагрузки мелких котельных к тепловой нагрузке аппаратов "ЮРЛЕ", приняты следующие допущения.

Т а б л и ц а 3.1. Рост тепловых нагрузок в Республике Беларусь и структура их покрытия на период до 2010 года

N п/п	Показатель	Распределение тепловых нагрузок по годам			
		1990	2000	2005	2010
1	Годовое теплопотребление, всего, млн Гкал	112	73	78	85
2	Расчетная тепловая нагрузка, всего, тыс.Гкал/ч	40,8	29,0	32,0	34,0
	В т.ч.:				
	промышленность	25,3	13,5	15,9	17,3
	ЖКС	15,5	15,5	16,1	16,7
3	Покрытие расч.тепловой нагрузки, всего, тыс Гкал/ч:	40,8	29,0	32,0	34,0
	- теплоэлектроцентрали	13,2	7,5	10,0	11,1
	- котельные районные производительностью 50 Гкал/ч	13,1	7,5	7,6	7,9
	- котельные промышл.производительностью 50 Гкал/ч	6,9	6,2	6,4	6,8
	- котельные отопительные на пр-ях и в ЖКС производит. 50 Гкал/ч:				
	всего	4,0	4,0	4,0	4,0
	в т.ч.мелкие (20 Гкал/ч)	3,6	3,6	3,6	3,6
	- отопительные печи	3,0	3,0	3,0	3,0
	- утилизационные установки	0,6	0,8	1,0	1,2

Д о п у щ е н и е п е р в о е. Основными потребителями аппаратов "ЮРЛЕ" являются школы, больницы, интернаты и различные административные учреждения. Их доля в общей тепловой нагрузке мелких котельных составляет около 20 %.

Д о п у щ е н и е в т о р о е. Применение аппаратов "ЮРЛЕ" окажется экономически оправданным примерно у половины названных потребителей, главным образом там, где альтернативные котельные работают на твердых видах топлива.

Д о п у щ е н и е т р е т ь е. Предполагается, что только половина возможных потребителей аппаратов "ЮРЛЕ", у которых их применение экономически оправдано, реально приобретут и введут в эксплуатацию эти аппараты.

При указанных допущениях можно ожидать, что суммарная тепловая нагрузка аппаратов "ЮРЛЕ" составит приблизительно 180 Гкал/ч ($36 \times 10 \times 0,2 \times 0,5 \times 0,5$).

В этом случае суммарная потенциально возможная электрическая мощность аппаратов "ЮРЛЕ" в республике при коэффициенте преобразования электроэнергии в теплоту, равном 1,25, составит

$$N = \frac{180}{1,25} = 1,44 \text{ тыс. кВт.}$$

Если среднюю потребляемую для привода электрическую мощность одного аппарата "ЮРЛЕ" принять равной 31 кВт, то потенциально возможный спрос на эти аппараты достигнет

$$1,44 \times 10 : 31 = 4645 \text{ единицы.}$$

При производстве 150 аппаратов "ЮРЛЕ" в год, что вполне реально, для полного удовлетворения спроса на них потребуется около 31 лет.

В связи с этим следует признать, что существующее в настоящее время ограничение по применению аппаратов "ЮРЛЕ" в размере 1500 кВт их электрической мощности, совершенно неоправданно. Срок удовлетворения спроса на аппараты в таком случае растягивается на период более 31 лет, что теряет всякий смысл. При развитии рыночных отношений необходимо снять эти ограничения, одновременно расширить выпуск указанных аппаратов, исходя из их конкурентоспособности и рентабельности производства.

ВЫВОДЫ

Произведенные расчеты и исследования показывают:

Применение теплонасосных установок "ЮРЛЕ" в настоящее время не наносит энергетического ущерба (перерасхода условного топлива) при замещении ими мелких котельных на угле и других видах твердого топлива. В будущем, с вводом в эксплуатацию экономичных парогазовых установок в Белорусской энергосистеме, энергетическая эффективность аппаратов "ЮРЛЕ" может сравняться с эффективностью использования мелких котельных на жидком и газообразном топливе. Экономическая конкурентоспособность аппаратов "ЮРЛЕ" в определяющей степени зависит от уровня тарифов за потребляемую электроэнергию. При тарифе для промышленных предприятий в размере 3,5 цента за кВт·ч и коэффициенте преобразования электроэнергии в теплоту, равном 1,25, экономичность аппаратов "ЮРЛЕ" уравнивается с мелкими котельными на твердом топливе. С оплатой за электроэнергию по среднему тарифу в энергосистеме экономичность этих аппаратов уравнивается с котельными на дорогом жидком топливе, а с оплатой за электроэнергию по ее себестоимости в энергосистеме аппараты "ЮРЛЕ" становятся экономичнее котельных на природном газе.

В случае оплаты за электроэнергию по цене ~~за~~ современного ее импорта аппараты "ЮРЛЕ" становятся конкурентоспособными по сравнению с котельными на любом виде топлива при коэффициенте преобразования в аппарате "Юрле" - от единицы и выше.

1. Оценка возможных масштабов применения аппаратов "ЮРЛЕ" показала, что покрываемая ими суммарная тепловая нагрузка может составить 180 Гкал/ч, или 0,6 % от суммарной тепловой нагрузки в республике на 2000 год. При единичной тепловой мощности аппарата 37 кВт общая потребность в аппаратах "ЮРЛЕ" не превысит 5,4 тысячи единиц.

08.09.2000 г.

О коэффициенте преобразования энергии в гидродинамическом теплогенераторе «ЮРЛЕ»

Проблема рационального теплоснабжения по-прежнему остается одной из наиболее важных для Республики Беларусь. Учитывая, что наряду с централизованным теплоснабжением широкое распространение получает и децентрализованное, повышение эффективности источников последнего стало одной из первостепенных задач. Среди установок децентрализованного теплоснабжения определенное место занимают гидродинамические теплогенераторы «ЮРЛЕ», обладающие рядом положительных качеств, таких, как удобство в эксплуатации, надежность и безопасность, экологическая чистота и отсутствие необходимости в значительных капитальных затратах на строительство и эксплуатацию.

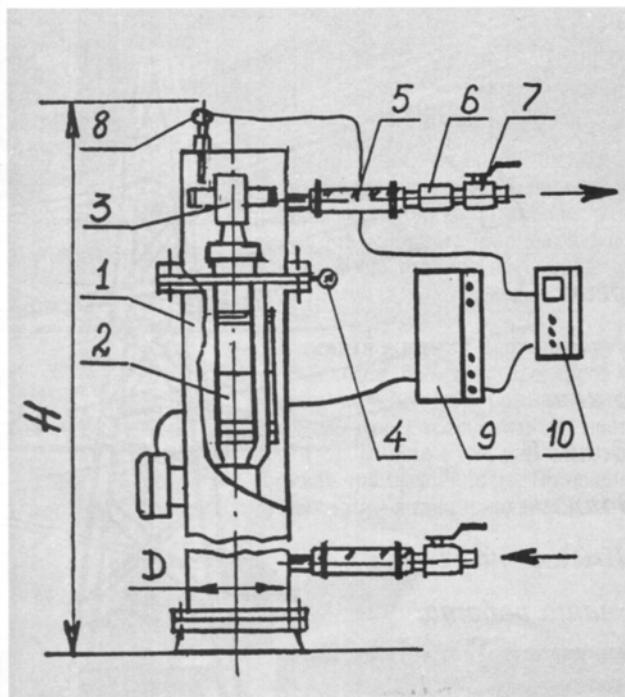


Гидродинамический теплогенератор (ГТГ) представляет собой аппарат, в котором кинетическая энергия жидкости (например, воды), приводимой в движение насосом, превращается в тепловую энергию. В ГТГ «ЮРЛЕ» этот процесс интенсифицируется с помощью специального устройства, которое часто именуется собственно теплогенератором, турбулизирующего (завихряющего) поток жидкости (рис. 1). В ГТГ «ЮРЛЕ» приводом насоса служит электродвигатель, и поэтому в итоге происходит преобразование электрической энергии в тепловую. Вместе с тем, в принципе, привод может быть и механическим и любым другим (например, ветроустановка).

В самом широком плане ГТГ «ЮРЛЕ» могут применяться в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения объектов, в том числе жилых зданий, а также в различных технологических процессах. Однако использование электроэнергии в качестве первичной существенно сужает область их применения и ставит в зависимость от энергетической эффективности их работы. Несмотря на вполне реальную нишу в системах теплоснабжения, для широкого использования ГТГ необходима ясность в величине коэффициента преобразования энергии (КОП). Именно этот параметр, определяющий энергетическую, а, следовательно, и экономическую эффективность установки, стал предметом серьезных дискуссий как с теоретической, так и с прикладной точек зрения, и послужил основанием для проведения специальных испытаний в рамках Государственной неучно-технической программы (ГНТП). Причина разгоревшихся в мире дискуссий вокруг подобных теплогенераторов связана, с одной стороны, с существующей в мире информацией (американские, японские, российские и другие источники) о присущем им коэффициенте преобразования энергии (КОП), превышающем, и весьма существенно, 1, а с другой, — отсутствием каких-либо научных объяснений этого загадочного, противоречащего, на здравый взгляд, фундаментальным законам физики явления.

Несмотря на то, что белорусский вариант ГТГ конструктивно отличается от испытанных в других странах, по данным авторов-разработчиков, а также по результатам некоторых официальных испытаний (Брестские теплосети, НТЦ АО АвтоВАЗ) коэффициент преобразования энергии в нем также превосходит 1. При условии достаточно корректных измерений это свидетельствует о непрос-

том характере протекающих в нем процессов, к тому же связанных с неустановленным источником «избыточной энергии», ведь электрическая энергия при всей ее привлекательности может превращаться в тепловую лишь на 100%, а так как КПД электродвигателя и насоса меньше 100% (правда, можно считать, что, коль речь идет о тепловой



СПРАВА ВВЕРХУ:
автор гидродинамического теплогенератора «ЮРЛЕ»
Л. А. Радыно
на выставке

Рис. 1.
Гидродинамический теплогенератор «ЮРЛЕ»

- 1 — корпус
- 2 — агрегат электронасосный
- 3 — теплогенератор
- 4 — манометр
- 5 — гибкий рукав
- 6 — обратный клапан
- 7 — кран
- 8 — термодатчик типа ТСМ
- 9 — устройство управления УУ-3В
- 10 — устройство управления УУ-3А

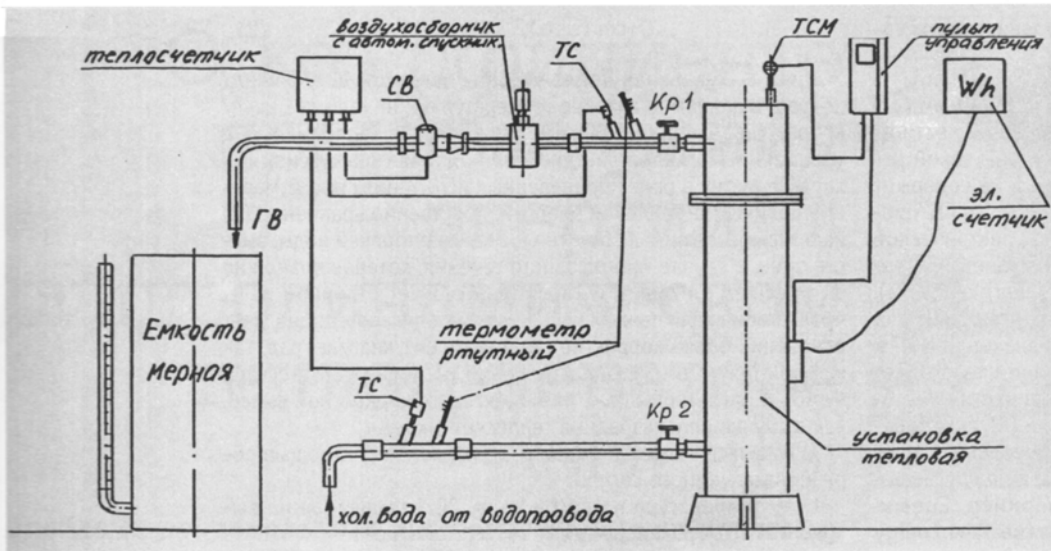


Рис. 2.
Схема
принципиальная
испытательного
стенда гидро-
динамического
теплогенерато-
ра

вдоль стенки и высокая теплопроводность последней, понижают температуру верхней части корпуса, существенно уменьшают и теплопотери в окружающую среду. Однако при этом могут быть созданы условия неадекватные по отношению к реальным условиям эксплуатации установки и существенно влияющие на физику протекающих в ней процессов, в частности, могут быть исключены режимы, при которых возможны эффекты вихревой трубы или теплового насоса и т.п. Об этом, в определенном смысле, возможно опосредованно, свидетельствует факт, зафиксированный многочисленными предварительными экспериментами, состоящий в том, что при повышении температуры нагретой воды и увеличении тем самым градиента температуры вдоль корпуса установки КОП возрастает. Другими словами, очевидно, методически правильно не теплоизолировать ГТГ во время испытаний (по крайней мере, на данном этапе, до проведения систематических исследований) и лишь констатировать в выводах тот факт, что найденная величина КОП получена без учета теплопотерь. Аналитическая оценка их на данном этапе затруднена из-за сложности задачи по теплообмену ввиду ее многомерности и отсутствия необходимой информации для корректной постановки задачи.

Реализация данной методики осуществлялась на испытательном стенде, сооруженном на заводе «Промбурвод» посредством следующей процедуры:

— подавалось напряжение на двигатель насоса, при этом последний приводился в движение при закрытом кране Кр1 на выходе нагретой воды из ГТГ, кран Кр2 на трубопроводе холодной воды открыт (рис. 2), чем обеспечивалась работа установки «на себя» с целью быстрого подъема температуры на выходе из ГТГ;

— по достижении температуры t_0 в верхней зоне ГТГ (термодатчик типа ТСМ) примерно 50°C кран Кр1 открывался и устанавливался стабильный расход воды через ГТГ, примерно, 2 л/мин;

— по истечению, примерно, 20-30 мин. достигался стационарный режим работы установки: температура в верхней зоне ГТГ устанавливалась на уровне $t_0 + 0,1^\circ\text{C}$, где $t_0 = 50-70^\circ\text{C}$ (в зависимости от расхода воды и температуры ее на входе);

— после выхода на стационарный режим нагретая вода, идущая до этого на слив, переключалась на мерную емкость, одновременно включался секундомер, фиксировались показания электросчетчика, теплосчетчика и температуры воды t_1 и t_2 ;

— через каждые 3 мин. производились записи температур t_0 , t_1 и t_2 , а также мощности двигателя N ;

— по заполнении мерной емкости одновременно фиксировались показания секундомера, электросчетчика, теплосчетчика, термометров t_0 , t_1 , t_2 , мощность двигателя; нагретая вода переключалась на слив;

— испытание заканчивалось.

Как следует из принятой методики (уравнение 3), такие показатели, как W , m , t_1 , t_2 , являются основными. При этом величины t_1 , t_2 усреднялись по результатам замеров. Показания теплосчетчика, мощности двигателя являются информативными и использовались при анализе для сопоставления результатов измерений различными методами. Количество потребленной электроэнергии, измеренное с помощью электросчетчика, могло быть сопоставлено с расчетом через мощность двигателя — $W = N_{\text{ср}}$, где $N_{\text{ср}}$ — среднее значение мощности двигателя, t — время испытания.

Максимально возможная погрешность определения КОП по данной методике с помощью имевшихся на стенде приборов находилась в пределах 2% (в основном, из-за измерений потребленной электроэнергии).

Количество нагретой воды m измерялось с помощью образцовой мерной емкости, 50 дм^3 , с ценой деления 25 см^3 . Температура холодной и нагретой воды измерялась образцовыми ртутными термометрами с ценой деления $0,1^\circ\text{C}$. Суммарная максимально возможная погрешность при измерении количества тепловой энергии, полученной от работы ГТГ, составляла, примерно, 0,5%, без учета теплопотерь (как пояснено выше).

06.07.99 г. официально назначенная комиссия по приемке данной работы провела испытания гидродинамического теплогенератора «Юрле», разработанного ООО «Юрле-К» и изготовленного на заводе «Промбурвод», и констатировала следующие результаты, представленные в виде таблиц 1, 2, 3.

Естественно, на данном этапе работы, как отмечалось выше, не ставилась задача раскрытия механизма явлений, имеющих место в ГТГ. Задача была максимально сужена: принимая ГТГ в качестве «черного ящика», констатировать величину КОП.

В результате испытаний установлено, что коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую в ГТГ при расчете КОП согласно предложенной методике составил:

- при определении количества электрической энергии, израсходованной на привод насоса, с помощью электросчетчика в 1-ой серии испытаний — 1.0, во второй — 0.95 и в третьей — 1.1 (без учета теплопотерь в окружающую среду);
- при определении расхода электроэнергии по показаниям мощности двигателя и продолжительности эксперимента, соответственно: 1.05, 0.975 и 1.15.

Однако, на базе анализа представленных в таблицах данных комиссия пришла к выводу, что реальная величина КОП составила, примерно, 1. Такой вывод основывается на том, что в первой серии испытаний, как и во всех остальных, не удалось, в силу объективных причин (в первую очередь, из-за изменения температуры воды на входе в ГТГ), обеспечить стационарный режим в течение всего испытания. В первой серии он был наиболее близок к const., хотя сначала произошло падение температуры t_0 , что повлекло за собой некоторое завышение количества полученной тепловой энергии, а затем небольшой рост и, следовательно, уменьшение ее. Пределы этих колебаний дают основания полагать, что реальная величина КОП близка к 1. Во второй серии был отмечен существенный рост t_0 , что отразилось в сторону занижения реальной величины КОП, т.е. он был также близок к 1, и, наконец, в третьей серии наблюдалось значительное падение t_0 , а следовательно, дополнительное поступление ранее (до начала эксперимента) накопленной тепловой энергии (содержащейся в корпусе ГТГ) в баланс теплогенератора. Прикидочные расчеты подтверждают такое объединение.

энергии, то потери, происходящие в электродвигателе и насосе, в конечном итоге превращаются в тепло), то КОП должен быть несколько ниже 1, или, по крайней мере, лишь в пределе приближаться к ней. И по другим источникам (отчет «Белэнергоремналадки») он действительно не достигает 1, а составляет лишь 0,87. С научной стороны такой результат, безусловно, более привлекательный, и не содержит никаких загадок, особенно если иметь в виду, что в ГТГ происходит не непосредственное превращение электрической энергии в тепловую, а сначала электрическая энергия превращается в механическую, (кинетическую энергию потока), а затем последняя преобразуется в тепловую, что ставит под сомнение даже возможность приближения значения КОП к 1, так как кинетическая энергия воды в данном теплогенераторе превращается в тепло не полностью, а частично (поток циркулирует). Вместе с тем разработчики ГТГ оспаривают объективность результатов испытаний, проведенных «Белэнергоремналадкой», ссылаясь, в том числе, и на другие источники, в частности, американские (например, Eugene Mallove, Water-Fueled Kinetic Furnace Enters the New Energy Race. Infinite Energy, v.4, issue 19, 1998), согласно которым КОП находится в пределах 1,2 — 7,0. Таким образом, ответ на вопрос о величине КОП носит принципиальный характер, так как в случае, если она окажется большей 2,75, эффективность использования первичного топлива (идущего на выработку электроэнергии) в ГТГ превысит свойственную самым экономичным современным котлам.

Следует отметить, что с целью объяснения происхождения «избыточной энергии» предлагаются различные гипотезы и толкования, включая, например, такие, как:

1) наличие систематических ошибок в измерениях теплосчетчиками количества получаемой тепловой энергии ввиду чрезвычайной сложности системы (вихревые, турбулентные течения, газо-паро-жидкостные потоки, что затрудняет определение как расхода, так и теплоемкости среды); 2) реализация принципа работы теплового насоса благодаря возможному явлению Ранка-Хилша, свойственному вихревой трубе; 3) протекание различного рода химических реакций и других процессов на молекулярном уровне, связанных с выделением тепла. Учитывая это, следует констатировать, что с термодинамической точки зрения единственно правильно в данном случае (до окончательного выяснения механизмов явления) использовать термин «*коэффициент преобразования энергии*» вместо *КПД установки*.

Исходя из сложившейся вокруг КОП ГТГ конъюнктуры, особые требования предъявляются к методике испытаний, ставящих цель объективно (насколько это возможно) определить величину коэффициента преобразования энергии, исключив, по возможности, ошибки при учете тепловой энергии с помощью теплосчетчиков (предположительно, имевшие место в предыдущих испытаниях из-за неординарности гидродинамики системы, в частности возможной многофазности потока, обусловленной эффектом Ранка-Хилша или явлением стратификации, наличия внутренних циркуляционных контуров, высоко турбулизованных, вихревых и других сложных течений). Другими словами, в основу предложенной методики должен быть положен принцип измерения тепловой энергии, исключающий использование теплосчетчиков (ультразвуковых, электромагнитных и других) и позволяющий с большой степенью достоверности полагать, что сложный физический характер протекающих в теплогенераторе процессов не оказывает влияния на точность производимых измерений.

Сущность использованной в данной работе методики состоит в следующем. Искомый коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую определяется, как известно, из соотношения полученной и затраченной энергии, т.е.

$$\text{КОП} = \frac{Q}{W}, \quad (1)$$

где Q — количество полученной тепловой энергии (на выходе из теплогенератора),

$$Q = cm(t_1 - t_2), \quad (2)$$

где c — удельная теплоемкость нагретой воды, ккал/кг·град; в данном диапазоне температур принимаем $c = 1$ ккал/кг·град; необходимо отметить, что удельная теплоемкость в уравнении (2) является одной из наиболее дискуссионных характеристик в ранее проведенных испытаниях при измерении количества тепловой энергии; собственно уравнение (2) является базовым в любом теплосчетчике горячей воды, вместе с тем, в случае многофазного течения, которое возможно во внешнем контуре ГТГ, величина c будет отличной от 1; предлагаемая для данных испытаний методика, очевидно, дает основание более корректно принимать $c = 1$ ккал/кг·град, так как при принятом методе измерений расхода она относится сугубо к нагретой воде, а не к паро-газо-жидкостной смеси, как в случае использования теплосчетчиков;

m — масса нагретой воды, кг, измеряемая с помощью образцового мерного сосуда;

t_1 — температура нагретой воды, °С, измеряемая на выходе из ГТГ образцовым ртутным термометром;

t_2 — температура холодной воды, °С, на входе в ГТГ, измеряемая также ртутным термометром;

W — количество электрической энергии, израсходованной на привод насоса ГТГ, кВт·ч.

С учетом соотношения между единицами измерений выражение (1) окончательно предстанет в виде:

$$\text{КОП} = \frac{Q}{860W} = \frac{cm(t_1 - t_2)}{860W}. \quad (3)$$

Таким образом, определение коэффициента преобразования энергии в ГТГ сводится к измерению количества нагретой воды за определенный промежуток времени или до достижения определенного объема с помощью образцового мерной емкости, разности температур воды холодной (на входе в ГТГ) и нагретой (на выходе из него) и количества электроэнергии, потребленной за это время насосом. Точность такого определения КОП будет зависеть от точности измерений вышеперечисленных величин (m , t_1 , t_2 , W) и, конечно, обоснованности принятия $c = 1$ ккал/кг·град. Кроме того, необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Важным условием проведения испытаний при выбранной методике измерений количества нагретой жидкости (воды) путем сбора ее в мерной емкости при разомкнутом контуре ГТГ является обеспечение стационарного режима работы системы. В качестве основного критерия выхода на стационарный режим служат показания термодатчика, установленного в верхней зоне внутри корпуса ГТГ (после выхода потока из насадки — турбулизатора (завихрителя). При этом допустимые колебания установившейся температуры (50–70°С, в зависимости от величины расхода воды и температуры ее на входе в ГТГ, или в водопроводной сети) не должны превышать +0,1°С. Аналогично (колебания в пределах +0,1°С) должна вести себя и температура t_1 .

В первую очередь соблюдение стационарного режима необходимо с точки зрения избежания ошибок в измерении количества полученной тепловой энергии из-за возможности внесения в баланс дополнительной энергии, возможной в течение разогрева установки и выхода на стационарный режим (или исключения из него энергии, израсходованной на подъем температуры воды, находящейся в корпусе ГТГ, выше уровня, соответствующего стационарному режиму).

Безусловно, определенного внимания при установлении величины коэффициента преобразования энергии в ГТГ заслуживает оценка теплотерь в окружающую среду.

С одной стороны, создав, по возможности, адиабатические условия с помощью хорошей теплоизоляции, потери тепла за счет конвективного переноса от поверхности корпуса теплогенератора можно свести к минимуму. Тепло, передаваемое от верхней нагретой части ГТГ к нижней холодной путем теплопроводности вдоль цилиндрической стенки, идет на подогрев вновь поступающей воды, а следовательно, не является теплотерей. Наличие градиента температуры

Вместе с тем, результаты испытаний позволяют сделать вывод о том, что преобразование энергии в ГТГ не является следствием простой диссипации кинетической энергии воды, а представляет собой сложные физические явления, для установления которых необходимы специальные систематические исследования, направленные, в первую очередь, на проверку имеющихся в специальной литературе гипотез, которые условно можно разбить на следующие группы.

1. Тепловой насос. Гипотеза о возможном проявлении эффекта, характерного для тепловых насосов, основывается на предположении разделения потока на «холодную» и «горячую» составляющие в результате действия механизма, подобного имеющему место в «вихревой трубе». Проверка данной версии генерации «избыточного тепла», очевидно, возможна путем создания условий, способствующих разделению и препятствующих смешению вышеназванных составляющих потока, при моделировании режима вихревой трубы.

2. «Внутренний» источник энергии.

а) Эта версия обычно связывается с осуществлением режима ультразвуковой кавитации в ГТГ, создающего, по мнению ряда исследователей, возможность осуществления реакций так называемого «холодного» ядерного синтеза при коллапсе кавитационной полости, в которой развиваются сверхвысокие температуры и давления. В целях проверки этой гипотезы, очевидно, следует смоделировать и осуществить вариации режимов работы ГТГ, способствующих и препятствующих развитию кавитации.

б) Более приземленным вариантом этой версии является гипотеза о стимулировании в результате ультразвуковой кавитации экзотермических химических реакций, в том числе и между водой и рабочим аппаратом турбулизатора. Для ее проверки можно испытать другую, помимо воды, жидкость и различные материалы турбулизатора.

в) Еще одним вариантом данной версии является теория генерации энергии при квантовом коллапсе элементарных частиц (протонов, электронов). К сожалению, эта версия, описываемая так называемой «унитарной квантовой теорией», не дает практических рекомендаций, с помощью которых можно было бы убедиться в ее достоверности.

3. «Внешний» источник энергии иной природы, нежели тепло окружающей среды. Эта версия также имеет два варианта.

а) Один из них связан с так называемыми «нулевыми колебаниями в вакууме» и гипотетической возможностью их извлечения в виде тепла или полезной работы. Такая возможность обычно связывается с ультразвуковой кавитацией в жидкости, при которой реализуется эффект Казимира, состоящий в данном случае в частичном экранировании нулевых колебаний определенного диапазона длин волн на границе двух диэлектрических сред (вода-пар) и преобразовании энергии этих колебаний в кинетическую энергию движения стенки коллапсирующей кавитационной полости, а затем в тепло. Проверка данной версии возможна, как и в предыдущем случае, путем создания условий, способствующих или не способствующих кавитации.

б) Второй вариант основывается на гипотезе резонансного поглощения энергии так называемых торсионных колебаний в вакууме самоорганизующимися или вращающимися спиновыми системами. В таких системах, при совпадении частоты возбуждающего колебательного или крутильного воздействия с характеристической частотой системы, реализуется так называемая отрицательная спиновая температура, что является условием локального нарушения 2-го начала термодинамики, проявляющегося в упомянутом резонансном поглощении. Спиновая структура воды частично нарушается (с разрывом водородных связей и поглощением энергии) при тангенциальном скольжении слоев воды друг относительно друга в вихреобразователе, а затем восстанавливается в разрушителе вихря. Здесь, наряду с выделением скрытой энергии водородных связей, возможно и избыточное тепловыделение за счет предложенного эффекта. Возможность оптимизации и интенсификации процесса, по этой версии, связана как с уп-

СЕРИЯ 1

Таблица 1.

№	Текущее время испыт.	Наименование регистрируемых показаний						Расход воды по сч., м ³ /ч
		Эл. сч.	t ₀	t ₁	t ₂	Теплосч.	N дв.	
1	0	31,5	58,1	57,0	16,3	—	6,8	0,19
2	5	32,1	58,2	56,0	16,3	—	6,8	0,19
3	10	32,7	57,3	55,4	15,9	—	6,8	0,19
4	15	33,2	57,0	54,9	16,2	—	6,8	0,19
5	19мин. 27с.	33,8	57,6	55,0	16,4	—	6,8	0,19

СЕРИЯ 2

Таблица 2.

№	Текущее время испыт.	Наименование регистрируемых показаний						Расход воды по сч., м ³ /ч
		Эл. сч.	t ₀	t ₁	t ₂	Теплосч.	N дв.	
1	0	37,3	57,7	55,1	16,3	26,4	6,84	0,19
2	3		57,7	54,9	16,3	26,4	6,85	0,19
3	6		57,7	54,6	16,3	26,67	6,86	0,19
4	9		57,7	55,0	16,3	26,27	6,85	0,19
5	12		58,4	55,5	16,3	26,82	6,85	0,19
6	15		59,2	56,2	16,3	25,62	6,89	0,19
7	18		58,5	56,3	16,3	25,82	6,88	0,18
8	20мин. 25с.	40,1	58,5	56,2	16,3	25,0	6,85	0,18

СЕРИЯ 3

Таблица 3.

№	Текущее время испыт.	Наименование регистрируемых показаний						Расход воды по сч., м ³ /ч
		Эл. сч.	t ₀	t ₁	t ₂	Теплосч.	N дв.	
1	0	41,1	59,3	56,8	16,3	26,58	6,83	0,19
2	3		58,8	56,3	16,2	27,43	6,83	0,19
3	6		57,6	55,4	16,1	29,95	6,82	0,22
4	9		56,6	54,3	16,1	26,66	6,81	0,22
5	12		55,5	53,2	16,1	27,83	6,82	0,22
6	15		54,4	52,3	16,1	25,94	6,81	0,22
7	17	43,1	54,4	51,8	16,2	25,42	6,81	0,22

равлением спиновой структурой воды (например, посредством магнитных полей), так и с согласованием угловой скорости (частоты) кручения вихря с характеристической частотой и временем релаксации системы.

Таким образом, потенциальная возможность генерации «избыточного тепла» в ГТГ «ЮРЛЕ» как будто не противоречит фундаментальным законам термодинамики, а может быть связана с реализацией одного из указанных тонких физических эффектов. Однако, выявление механизмов и оптимизация режимов генерации «избыточного» тепла требуют проведения специальных исследований.



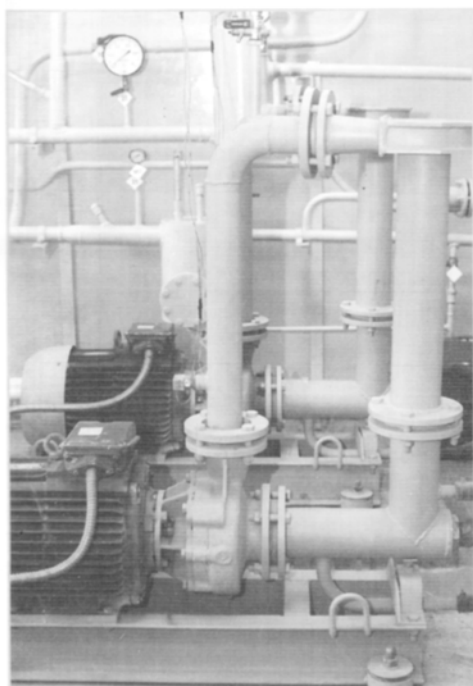
Возвращаясь к теме

Проблема рационального теплоснабжения по-прежнему остается одной из наиболее приоритетных для Республики Беларусь. Учитывая то, что наряду с централизованным теплоснабжением целесообразное распространение получает и децентрализованное, повышение эффективности последнего стало одной из важнейших задач.

Так, в децентрализованном теплоснабжении определенное место заняли тепловые насосные установки — гидродинамические теплогенераторы фирмы «ЮРЛЕ-К», работающей на рынке с 1993 г. (выпускаемое оборудование защищено патентами Республики Беларусь).

При официальных стендовых испытаниях, проведенных в июле 1999 г. на основании приказа Председателя Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь №76, были зафиксированы высокие коэффициенты преобразования энергии (КоП) в диапазоне 0,975-1,15 (без учета теплотерь в окружающую среду), подтверждающие потенциальную возможность генерации «избыточного тепла»*.

Такую возможность, по имеющимся данным, также подтверждают испытания подобного оборудования в США, согласно которым КоП находится в пределах 1,2-7,0**.



Вихревой теплогенератор

По результатам работы, проведенной в 1993-1999 гг., и на основании решения Экспертного научно-технического совета по ГНТП «Энергосбережение» в 2000 г. Министерством экономики Республики Беларусь принято постановление №23, в котором определены сфера и условия применения тепловых насосных установок фирмы «ЮРЛЕ-К», а также уровень тарифа на электрическую энергию, потребляемую для их привода.

В настоящее время в республике эксплуатируется более 450 единиц нашего оборудования, установленного на 170 объектах.

Среди введенных в эксплуатацию объектов по выполненным специалистами фирмы проектным решениям оборудование установлено и успешно эксплуатируется на КНС «Энка» (ОАО «Слонимский водоканал»), водозаборе «Криница», проливной станции «Городище» (УП «Минскводоканал»), в школах Краснопольского, Воложинского, Минского, Кореличского, Смолевичского районов, на базах отдыха завода «Горизонт», железнодорожных вокзалах станций Глубокое, Верхнедвинск, Кобрин, моечном комплексе автомобильного рынка «Малиновка» (г. Минск), в приходе в честь иконы Божьей Матери «Взыскание погибших» в память жертв Чернобыля (г. Минск) и многих других. Более 30 установок работает в странах Балтии, России, Польше.

Тема развития и усовершенствования гидродинамических теплогенераторов, в которых кинетическая энергия воды приводится в движение насосом и, проходя через специальные устройства, превращается в тепловую, — сложна и неоднозначна.

Наше оборудование работает в прямом режиме (без баков-аккумуляторов), укомплектовано высококачественными насосами типа «КМ» с торцовыми уплотнениями, исключая значительные утечки воды, оснащено современным автоматическим управлением. Каждая изготовленная единица оборудования проходит



На международной выставке

испытания на специальном сертифицированном стенде с указанием в паспорте изделия его тепловой производительности и потребляемой при этом электрической энергии.

Мы достойно представляем свою продукцию, на деле доказав ее высокие технические характеристики. Совместно с ОАО «Завод Промбурвод» нами освоен выпуск вихревых и роторных гидродинамических насосных установок тепловой мощностью 5,5; 7,5; 11; 15; 22; 30; 45 кВт, которые устанавливаются на объектах в количествах, обеспечивающих необходимые тепловые нагрузки.

Сфера применения гидродинамических теплогенераторов фирмы «ЮРЛЕ-К» не ограничивается производством тепла в зданиях. Пастеризация молока, разогрев технических масел, нефтепродуктов, моющих растворов для мойки подшипников, букс и колесных пар железнодорожных вагонов, растворов процесса гальваники, сушка древесины, обеспечение горячей водой гостиниц и производств в весенне-осенние периоды — вот далеко не полный перечень направлений нашей работы.



Машинный зал вихревых теплогенераторов

* См.: «Энергоэффективность», 1999, №7.

** Eugene Nallove Water Fucled Kinetic Furnace Enters the New Energy race Infinite Energy, v.4, issue 19, 1998.