

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК И СХЕМ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ мун.КИШИНЭУ

**Черней М., Ярмолич А., Леу В.**  
Акционерное Общество „Термоком”, Кишинев

**Аннотация.** В работе представлена краткая информация о централизованной системе теплоснабжения мун. Кишинэу: источниках тепловой энергии, тепловых сетях и др., а также об объемах производства и потребления за последние два десятилетия. Описаны основные направления проектов, внедренных в рамках АО «Термоком». В рамках предприятия внедрена автоматизированная система мониторинга технологического процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии. Многие годы на предприятии используются сильфонные компенсаторы труб с полиуретановой теплоизоляцией, шаровая арматура, пластинчатые подогреватели. На 14 из 21 котельных выполнена их модернизация, а на десяти в связи с полной автоматизацией отпала необходимость в постоянном дежурном персонале. В данной работе также представлен опыт применения конденсаторных установок и схем частотного регулирования, описаны их преимущества и достигнутые результаты по внедрению. Следует отметить, что в 2011г. удалось снизить электропотребление в целом по предприятию примерно на 30% по сравнению с 2005 годом.

**Ключевые слова:** централизованная система теплоснабжения, конденсаторные установки, схемы частотного регулирования.

### EXPERIENȚA PRIVIND UTILIZAREA BATERIILOR DE CONDENSATOARE ȘI A SCHEMELOR DE REGLARE CU CONVERTOARE DE FRECVENȚĂ ÎN SISTEMUL CENTRALIZAT DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU CERNEI M., IARMOLICI A., LEU V.

**Societatea pe Acțiuni „Termocom”**

**Rezumat.** În lucrarea dată este prezentată o scurtă informație despre sistemul de alimentare centralizată cu energie termică din mun. Chișinău: sursele de energie termică, rețelele termice și altele, de asemenea indicatorii de producere și consumuri pe parcursul ultimilor douăzeci de ani. Sunt descrise direcțiile prioritare ale proiectelor implementate în cadrul SA „Termocom”. În cadrul întreprinderii este implementat sistemul automatizat de monitorizare a procesului de producere, transport și distribuție a energiei termice. Pe parcursul a mai multor ani sunt folosite compensatoarele silfonice, conducte preizolate cu poliuretan expandat, robinete sferice, schimbătoare de căldură cu plăci. Din numărul total de 21 de centrale termice, paisprezece au fost modernizate, iar zece din ele funcționează în regim automat. În lucrare de asemenea este prezentă experiența utilizării bateriilor de condensatoare și a schemelor de reglare cu convertoare de frecvență în sistemul de alimentare centralizată cu energie termică din municipiul Chișinău, descrierea avantajelor și prezentarea rezultatelor obținute după implementare. De menționat că rezultatul pe întreprindere s-a obținut în anul 2011 total diminuării consumurilor de energie electrică cu circa 30% în comparație cu consumurile din anul 2005.

**Cuvinte-cheie:** sistem de alimentare centralizată cu energie termică, baterie de condensatoare, scheme de reglare cu convertoare de frecvență.

### EXPERIENCE OF UTILIZATION OF CAPACITY BANKS AND SCHEMES OF FREQUENCY REGULATION IN MUNICIPAL CENTRALIZED HEATING SYSTEM OF CHISINAU CHERNEI M., IARMOLICH A., LEU V.

**Stock Company „Termocom”, Kishinau**

**Abstract.** The current paper provides a brief summary of the district heating system of the municipality Chisinau, including heat power sources, heat distribution network, production and consumption development over the past two decades and other data. Also, the priority investment projects realized by JSC "Termocom" are being presented. The company had implemented an automated monitoring system for the heat power production, transportation and distribution. For many years, the company used bellows pipes with polyurethane insulation,

ball valves and plate heat exchangers. 14 out of 21 district heating boiler stations were upgraded 10 were completely automated having as a result no further need in full-time duty personnel there. The experience gained in the implementation of capacity banks and frequency inverters, summarizing the benefits and achieved results, is also presented in the current paper. It is to be underlined that in 2011 the company achieved decrease in electricity consumption by about 30% in comparison with 2005.

**Key words:** centralized heating system, capacity bank, schemes of frequency regulation.

## Введение

Централизованная система теплоснабжения (ЦСТ) мун. Кишинэу, первая созданная в Молдавии на протяжении более 60 лет с момента ввода в эксплуатации в 1951 г. первого турбогенератора мощностью 4 МВт на ТЭЦ-1, развивалась постоянно и на данный момент порядка 200 тысяч квартир подключены к ней.

На данный момент АО «Термоком» имеет следующее основное оборудование:

- 3 районных котельных с установленной мощностью 300-400 Гкал/ч (ЮРК, ЗРК, ВРК) и Мунчештская районная котельная МРК – 25 Гкал/ч);
- 19 пригородных котельных с установленной мощностью до 50 Гкал/ч;
- 17 насосных станций;
- тепловые сети (в 2 трубном исчислении):
  - магистральные и распределительные – 259,9 км;
  - внутриквартальные – 262,1 км;
  - горячего водоснабжения – 188,6 км.
- 364 центральных тепловых пункта (ЦТП);
- 300 индивидуальных тепловых пункта (ИТП).

ЦСТ мун. Кишинэу организована по классической схеме, которая включает две теплоэлектроцентрали (ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2) и две районных котельных (Южная и Западная, Восточная в резерве), а также 19 пригородных котельных, магистральные и распределительные сети, насосные станции, центральные тепловые пункты, внутриквартальные сети, индивидуальные тепловые пункты.

Характерным для ЦСТ мун. Кишинев является качественное регулирование на источниках, но в последние годы потребители регулируют еще и расходы теплоносителя путем открытия или закрытия арматуры, расположенной на тепловых вводах. Годовой объем отпущенной в сеть в последние годы тепловой энергии составляет порядка 1,8 миллиона Гкал (рис.1), что практически в 3 раза меньше, чем в начале 90-х годов, что связано в основном со спадом производства промышленной отрасли.

В целом, характерными являются истечение полезного срока эксплуатации основного оборудования для всех источников: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ЮРК, ЗРК и необходимость в инвестициях для их модернизации.



Рис 1. Динамика объемов тепловой энергии в 1989-2011 гг

В работе [1,2,3] отражены необходимость и первоочередные инвестиционные мероприятия для ЦСТ мун. Кишинэу: модернизация источников тепловой энергии, тепловых сетей, и другие мероприятия по повышению эффективности системы, а также технические, экономико-финансовые и экологические аспекты предложенных мероприятий. Необходимость модернизации ЦСТ актуальна и для других стран [4,5].

АО «Термоком» производит порядка 25 % тепловой энергии для нужд централизованной системы теплоснабжения мун. Кишинэу и полностью осуществляет ее транспорт и распределение.

В рамках предприятия внедрены автоматизированные системы мониторинга технологического процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии: Диспетчер 60, Ловати, Монитор и Монитор-Блок.

Автоматизированная система мониторинга обеспечивает учёт, запись и архивацию значений параметров работы тепловых станций (ТС), насосных станций (НС) и центральных тепловых пунктов (ЦТП) (учет отпущенного теплоносителем тепла, расходы теплоносителей, температура горячей воды) в виде графиков или таблиц. Автоматизированная система мониторинга технологического процесса распределения тепловой энергии Ловати с 2005г. постоянно модернизировалась телеметрической системой Expert, которая на тот момент была предназначена для получения данных с насосных станций (17 единиц) и городских тепловых централей закрытого типа. Таким образом, была внедрена другая телеметрическая система Ловати, открытого типа SCADA, которая позволяет постоянно развивать как инструменты мониторинга (сенсоров), так и алгоритмы обработки и визуализации данных (отчёты, сигналы о авариях, превышение нормированных режимов и т.п.). Автоматизированная система мониторинга Монитор-Блок будет осуществлять учёт, запись и архивацию параметров функционирования сетей потребителей (более 4000 единиц), а также оборудования, которое позволит передавать на расстояние данные счётчиков тепловой энергии и другого оборудования. На данный момент система Монитор-Блок внедрена на более 150 индивидуальных тепловых пунктах.

Преимуществом данных систем является:

- ✓ визуализация в реальном времени базовых параметров (расход, температура) теплоносителя, доставленного конечному потребителю;
- ✓ своевременное выявление аварийных ситуаций, увеличения утечек в квартальных сетях, чрезмерного отклонения от нормы отслеживаемых параметров;
- ✓ составление серии ежедневных и ежемесячных отчетов по потреблению тепловой энергии, локализация трасс и районов с повышенной утечкой тепла;
- ✓ корректировка гидравлических и тепловых режимов в соответствии с реальными данными и т.п.;
- ✓ оперативное районирование утечек теплоносителя из магистральных и распределительных сетей;
- ✓ оптимизация потребления тепловой энергии жителями многоквартирных домов и мониторинг коммерческого учёта потребления тепловой энергии и горячей воды.

В рамках проекта по энергоэффективности, финансируемого EBRD, в 1997 году были, кроме реконструкции тепловых сетей с применением труб с полиуретановой теплоизоляцией общей протяженностью 16,057 км, в том числе: 5,235 км Ду 32-150мм и 9,822 км с Ду 200-400мм, выполнены и другие мероприятия. Также в рамках данного проекта были установлены 26 насосов на насосных станциях (тип ME, MEN, LNN) и 977 единиц пластинчатых подогревателей (производство ALFA LAVAL, Швеция) на ЦТП взамен трубчатых водоводяных подогревателей. Использование труб в пенополиуретановой тепловой изоляции предварительного заводского изготовления в мун. Кишинэу было начато в 1997 г. в результате получения кредита Европейского банка реконструкции и развития.

Есть и другие реализованные в рамках ЦСТ мун. Кишинэу проекты, к примеру внедрение сильфонных компенсаторов, труб с полиуретановой теплоизоляцией и др., но мы остановимся на опыте применения устройств частотного регулирования и конденсаторных установок в рамках АО «Термоком». Внедрение аналогичных проектов отражены в работах [6,7].

### **Внедрение конденсаторных установок и схем частотного регулирования**

С 2003г. АО «Термоком» приступило к установке компенсирующих устройств (конденсаторных установок) реактивной энергии на котельных, ПНС и ЦТП. Выполнялось это с целью искусственного повышения коэффициента мощности электрических сетей. Ввод в эксплуатацию компенсирующих устройств позволил сократить потери в электрических сетях за счёт уменьшения реактивной мощности, а также исключить практически оплату поставщику электроэнергии реактивной (технологической) энергии. Так, в 2002 году сумма платежей за реактивную энергию составила 2191043 леев (30431155 кВар/ч×0,072 лея). Всего на предприятии с 2003 по 2006 год была установлена 91 установка различной мощности и уровня напряжения (0,4 kV, 6 kV).

Внедрение схем частотного регулирования асинхронными электродвигателями насосов на объектах АО «Термоком» началось с ноября 2005 г. В 2005 г. были смонтированы и введены в эксплуатацию преобразователи частоты (ПЧ) на одной ПНС и одном ЦТП. Оборудованием для насосных станций являются автоматические станции управления и регулирования – АСУР.

АСУР представляет собой устройство, обеспечивающее автоматическое подключение любого из насосных агрегатов, имеющихся на объекте водопроводно-канализационного хозяйства, с использованием одного преобразователя частоты при необходимости устройства плавного пуска, а также управление группой насосных агрегатов.

Применение АСУР совместно с преобразователем частоты обеспечивает:

- энергосбережение и ресурсосбережение (экономия электроэнергии, воды);
- поддержание с высокой точностью регулируемого параметра (давления);
- защиту трубопроводов, запорной арматуры, насосных агрегатов от гидравлических ударов;
- полный контроль за режимом работы насосного оборудования станции и преобразователя частоты;
- контроль режимов работы электроприводов насосных агрегатов, работающих непосредственно от сети (потребляемый ток и активная мощность), и защиту электродвигателей насосных агрегатов;
- автоматическое переключение на резервный насосный агрегат при аварии основного;
- переключение на работу насосных агрегатов от сети при неисправности преобразователя частоты;
- автоматическое подключение дополнительных насосных агрегатов при недостаточной производительности станции;
- повторное автоматическое включение насосной станции после сбоев в сети питания;
- автоматическое изменение режима работы станции по часам реального времени с возможностью полной остановки и автоматического запуска;
- автоматическое чередование включенных насосных агрегатов через заданные интервалы времени для обеспечения равномерного износа;
- оперативное управление режимом работы станции с панели управления и с диспетчерского пульта;
- возможность запуска и остановку каждого насоса кнопками в режиме ручного управления прямым пуском от сети.

При необходимости АСУР может быть укомплектована дистанционным пультом управления, коммуникационным каналом RS 485 для удаленного управления и сбора информации о работе станции, системой ведения архивирования режимов работы и происходящих на станции событий.

От внедрения схем частотного регулирования в первый же год их работы было получено реальное сокращение расхода электроэнергии. Так, на ПНС 10 он сократился на 110тыс. кВт×час/месяц, а на ЦТП 5043 на 30тыс. кВт×час/месяц.

В последующие периоды (2006, 2007 и 2010г.) были смонтированы и введены в эксплуатацию ещё 44 схемы частотного регулирования:

2006г. – 6 шт. на ПНС ( 3, 5, 7, 14 (2шт), 15);

2007г. – 3 шт. на ПНС (6, 9, 22); 3 шт. ЮК (2 шт. КА № 2, СН № 7);

2010г. – 33 шт. на ЦТП с независимой схемой;

2011г. – 1 шт. ЦТП схема ГВС.

По мере установки преобразователей частоты расходы электроэнергии по ПНС, на которых они устанавливались, изменялись следующим образом (см. таблицу 1):

Таблица 1. Расходы электроэнергии по ПНС

Номер ПНС	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	тыс. кВт·час						
<b>ПНС 3</b>	576489	506903	328069	250817	317328	371986	339243
<b>ПНС 5</b>	2675280	2886932	2199187	2474706	2112538	2280751	1929436
<b>ПНС 6</b>	584137	542138	433696	269383	247395	278989	226793
<b>ПНС 7</b>	1124800	1019395	861600	776800	565800	532800	488800
<b>ПНС 9</b>	1576800	1248140	983311	578486	638953	647318	552163

PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE 1(21) 2013  
ELECTROENERGETICĂ

<b>ПНС 10</b>	1674000	1017745	847924	643400	779875	898022	804548
<b>ПНС 14</b>	1648400	1557200	1137600	1077490	819370	773500	682700
<b>ПНС 15</b>	271200	290321	143915	130037	130034	108080	120170
<b>ПНС 19</b>	280840	188000	103920	69000	76080	82920	71040
<b>ПНС 22</b>	364000	382080	331360	244880	255440	278880	178400
<b>Итого</b>	<b>10775946</b>	<b>9638854</b>	<b>7370582</b>	<b>6514999</b>	<b>5942813</b>	<b>6253246</b>	<b>5393293</b>

Динамика потребления по ПНС представлена на рис.2, а в целом по предприятию в таблице 2 и рис.3.



Рис 2. Динамика расхода электроэнергии по ПНС, на которых были установлены преобразователи частоты.

Всего с 2005 по 2011 год введены в эксплуатацию и находятся в работе 48 схем частотного регулирования. Общие затраты на внедрение схемы частотного регулирования составили 4780 тыс.леев.

После внедрения схем частотного регулирования расход электроэнергии сократился в среднем на 540 тыс.кВт·час/месяц, за год это составляет около 4300тыс.кВт·час.

Таблица 2. Расход электроэнергии по АО "Термоком"

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	тыс. кВт·час						
<b>АО "Термоком"</b>	<b>52 848</b>	<b>51 210</b>	<b>46 197</b>	<b>42 144</b>	<b>43 255</b>	<b>42 567</b>	<b>38 351</b>
ПНС	30 320	28 732	26 131	23 608	23 800	23 208	21 368
ЦТП + ИТП	4 811	5 085	4 712	3 986	4 531	4 066	3 725
<b>Всего (ПНС+ЦТП,ИТП)</b>	<b>35 132</b>	<b>33 817</b>	<b>30 842</b>	<b>27 595</b>	<b>28 331</b>	<b>27 274</b>	<b>25 093</b>
ЮРК	6 725	6 819	5 410	5 307	5 349	5 663	5 161
ЗРК	7 479	7 362	7 190	6 832	6 984	7 019	5 566
ВРК	148	134	103	96	88	91	91
РЭК	2 979	2 699	2 297	1 953	2 121	2 009	1 951
<b>Всего по котельным</b>	<b>17 182</b>	<b>16 880</b>	<b>14 896</b>	<b>14 093</b>	<b>14 543</b>	<b>14 781</b>	<b>12 769</b>
Другие*	534	513	459	456	382	511	490

\* - Каля Басарабийей, 26 и Т. Владимиреску, 6 и 6/1



Рис 3. Динамика расхода электроэнергии по АО «Термоком»

Кроме прямой экономической выгоды от сокращения расходов электроэнергии, применение преобразователей частоты внесло и техническую эффективность в работу тепловых сетей и оборудования:

- в контурах тепловых сетей, где установлены ПЧ, практически не возникает гидравлических ударов и, как следствие, уменьшилось количество разрывов в сетях;
- работа насосов с электродвигателями большую часть времени на пониженных частотах вращения с уменьшением динамических и вибрационных нагрузок на подшипники, уплотнения, крепления, фундаменты увеличила ресурс межремонтного пробега агрегатов;
- отсутствие пусковых токов уменьшило нагрузки на электродвигатели, контактно-коммутационную аппаратуру, кабельные линии и увеличило срок их службы.

Внедрение ПЧ, несмотря на кажущуюся значительную стоимость, за счёт экономии энергоресурсов и других составляющих эффективности окупилось в среднем за 5 месяцев.



Рис 4. Динамика расхода электроэнергии по ПНС, ЦТП, ИТП и котельным



**Рис 5.** Динамика удельного расхода электроэнергии на транспортировку тепловой энергии

Учитывая многолетний ресурс работы насосного оборудования, ежегодно будут и в дальнейшем сэкономлены значительные средства, тем более, что стоимость на энергоресурсы и прочих затрат постоянно повышается.

На данный момент внедряется проект по подготовке технико-экономического обоснования первоочередных инвестиционных мероприятий на краткосрочный период и тендерных документов для их реализации. Данная работа выполняется шведской компании SWECO, в нее включена и модернизация оборудования ПНС №8, 12 и 13, в том числе с установкой ЧП.

### **Выводы**

1. Развитие централизованной системы теплоснабжения мун. Кишинэу является правильно выбранной стратегией, так как замена данной системы на другие индивидуальные системы невозможна из-за отсутствия ресурсов и прилегающей инфраструктуры.

2. Энергоэффективность на рынке тепловой энергии предполагает непрерывную модернизацию технологий и оборудования.

3. Собственные финансовые ресурсы АО «Термоком», как и ресурсы муниципального и государственного бюджетов, не могут обеспечить модернизацию и развитие инфраструктуры централизованной системы теплоснабжения мун.Кишинэу на должном уровне. В таких условиях максимально необходимо привлечение других источников для финансирования проектов повышения эффективности данной системы.

### **Литература**

- [1] Strategic Heating Options for Moldova, SwedPower/FVB District Heating, Chişinău, 2001.  
[2] Modernization solutions of the central supply system with termic energy from Chişinău. (Prefeyability study). Team conducted by univ.prof. Valentin Arion. Chişinău 2007.  
[www.termocom.md](http://www.termocom.md)



- [3] Identification of Near-term Priority and Preparation of their Technical Specifications and Tender Documents. Final Report 26 February 2013. Sweco International AB. [www.termocom.md](http://www.termocom.md)
- [4] Aureliu Leca. Încălzirea centralizată și cogenerarea în colaps în România. Soluții posibile. Mesagerul Energetic, 2011.
- [5] Сергей Топалов. Российские теплосети, проблемы и решения. Информационно-аналитический журнал «Полимерные трубы». №2, 2004. стр.8-15.
- [6] А.А. Шайбаков. А.С. Чистяков. Внедрение новых технологий на насосно-перекачивающих станциях //Новости теплоснабжения. 2012, №1.С 53-54.
- [7] Результаты внедрения энергосберегающих мероприятий на предприятиях Москвы // Энергосбережение.-2009.-№6.С.12-15.

#### Сведения об авторах



**Черней М.И.**, к.т.н., генеральный директор АО «Термоком». Область интересов: электроэнергетика, теплоэнергетика. E-mail: [cernei@termocom.md](mailto:cernei@termocom.md)



**Ярмолич А.А.**, начальник службы электрохозяйства. Область интересов: электроэнергетика, теплоэнергетика. E-mail: [iarmolici@termocom.md](mailto:iarmolici@termocom.md)



**Леу В.И.**, технический директор. Область интересов: теплоэнергетика.  
E-mail: [leu@termocom.md](mailto:leu@termocom.md)