

**АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ  
КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ.  
АСПЕКТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**Воинов А.П.**, д.т.н., профессор,  
*Одесский национальный политехнический университет*  
voiova\_s@yahoo.com

**Димитрова Ж.В.**, к.т.н., профессор,  
*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**Аннотация.** Проанализированы результаты стагнационного этапа развития коммунальной теплоэнергетики Украины, ее элемента – централизованных систем отопления. Отмечен низкий уровень составляющих технологической эффективности функционирования этих систем, обусловленный износом оборудования их элементов. Рассмотрены целесообразные подходы, пути и средства решения задач программы энергосбережения в коммунальной теплоэнергетике. Обращено внимание на важность ускоренной разработки и использования прогрессивных, инновационно насыщенных научно- и организационно-технических решений в мероприятиях программы. Отмечен природоохранный аспект ожидаемых результатов выполнения программы энергосбережения в коммунальной теплоэнергетике.

**Ключевые слова:** энергосбережение, коммунальная теплоэнергетика, теплообеспечение, централизованные системы отопления, технологическая эффективность, обновление.

**АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ  
КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ.  
АСПЕКТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Воінов О.П.**, д.т.н., професор,  
*Одеський національний політехнічний університет*  
voiova\_s@yahoo.com

**Димитрова Ж.В.**, к.т.н., професор,  
*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

**Анотація.** Проаналізовано результати стагнаційного етапу розвитку комунальної теплоенергетики України, її елемента – централізованих систем опалення. Відзначено низький рівень складових технологічної ефективності функціонування цих систем, обумовлений зносом обладнання їх елементів. Розглянуто доцільні підходи, шляхи і засоби вирішення завдань програми енергозбереження в комунальній теплоенергетиці. Звернуто увагу на важливість прискореної розробки та використання прогресивних, інноваційно насичених науково- і організаційно-технічних рішень в заходах програми. Відзначено природоохоронний аспект очікуваних результатів виконання програми енергозбереження у комунальній теплоенергетиці.

**Ключові слова:** енергозбереження, комунальна теплоенергетика, теплозабезпечення, централізовані системи опалення, технологічна ефективність, оновлення.

## THE ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT FEATURES OF THE MUNICIPAL HEAT AND POWER ENGINEERING IN UKRAINE. ENERGY SAVING ASPECT

**Voinov A.P.**, D.Sc., Professor,  
*Odessa National Polytechnic University*  
voinova\_s@yahoo.com

**Dimitrova J.V.**, PhD, Professor,  
*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

**Abstract.** The equipment, a significant part of which is worn out and operates with low indicators of technological efficiency has been used in the Ukrainian communal heat and power engineering. The aim of the study is to analyze possible ways and means of municipal heat power engineering in the visible perspective. The objectives of the study are the development of approaches, methods and means to increase the level of technological efficiency of the elements of the system: heat sources, heat networks, heat-consuming equipment of consumers. The solution of problems is possible by increasing the energy efficiency of existing equipment and improving the quality of control of the modes of operation of heat supply systems, taking into account the requirements of the energy saving program. The results of the stagnation stage of development of the domestic communal heat and power engineering, its important element - centralized heating systems, are analyzed. The low level of the components of the technological efficiency of these systems functioning, due to the strong wear and tear of the equipment of their elements: heat sources, thermal grids and heat consumers' equipment was noted. The actual tasks of the energy saving problem, which are to increase the degree of scientific and technical perfection of communal heat and power engineering, are analyzed. Expedient approaches, ways and means for solving the tasks of the energy saving program in the municipal heat and power industry, the implementation of which in the visible perspective must be done in every possible way are considered. Attention is drawn to the importance of accelerated development and use of progressive, innovatively rich scientific and organizational-technical solutions in the program activities. The environmental aspect of the expected results of the implementation of the energy saving program in the domestic communal heat and power engineering was noted. The implementation of the program for the complete renewal of communal heat and power engineering equipment will contribute to raising the level of technological efficiency of the functioning of the domestic energy sector as a whole.

**Keywords:** energy conservation, municipal heat-and-power engineering, heat assurance, the centralized systems of heating, technological efficiency, renovation.

**Введение.** В мировом производстве, во всех странах теплоэнергетика как отрасль занимает особое положение: ведущее. В Украине коммунальная теплоэнергетика (КТ) – является важной частью топливно-энергетического комплекса страны. Она, являясь потребителем около трети первичных энергоресурсов, осуществляет теплообеспечение жилищно-коммунального и общественного сектора в государственном хозяйстве.

Важная часть производства – КТ должна работать с высокими, современными технологическими показателями. Уровень технологической эффективности КТ должен соответствовать действующему в мировой энергетике положению. Достижение этого результата является целью развития энергетики Украины, нынешний уровень энергоэффективности которой недостаточно высок.

Повышение энергоэффективности КТ является центральной задачей действующей в Украине энергосбережения.

**Анализ последних источников исследований и публикаций. Постановка проблемы.** В нынешний, стагнационный период развития мирового и отечественного производства КТ Украины находится в сложном положении. Тем не менее, она участвует в решении текущих производственных задач высокого уровня важности и сложности. Среди

них приоритетное положение занимает задача энергосбережения (ЭС) в самом широком его понимании.

Принятый в 1994 году закон Украины «Об энергосбережении» дает следующее определение этого понятия: энергосбережение – это деятельность, направленная на рациональное использование и экономное расходование первичной и преобразованной энергии и природных энергетических ресурсов в национальном хозяйстве и которая реализуется с использованием технических, экономических и правовых методов [1].

Процесс ЭС направлен на повышение энергоэффективности производства. По существу, ЭС является организационным процессом, а энергоэффективность является техническим показателем производства.

В конце 90-х годов в Европе разработали идеологию экономии энергии, показали, что осуществление ЭС должно опираться на комплексный подход к решению его задач. В Европейском союзе (ЕС) был принят ряд документов правовой основы ЭС.

В 2012 году ЕС была принята «Директива 2012 / 27», установившая на основе комплексного подхода рамки мер по ЭС [2]. ЕС намечено к 2020 году из нетрадиционных источников энергии получать 20% первичной энергии. Украина одной из первых в СНГ приняла закон об ЭС.

На протяжении последних десятилетий отечественная экономика, в сравнении с экономикой других стран Европы, имеет неблагоприятные показатели по энергозатратности. Энергоемкость экономики превышает показатели ближайших конкурентов на постсоветском пространстве [3, 4]. Актуальность и особое природоохранное, экономическое и социальное значение превратили задачу ЭС в насущную, крупную, все более острую научно- и организационно-техническую проблему [5]. Особо важно то, что ЭС является уникально активным средством снижения вредного воздействия энергетики и производства в целом на природную среду.

**Пути решения проблемы.** Рассмотрим некоторые особенности задачи теплообеспечения современных потребителей.

Современная система теплообеспечения – это сложный комплекс многоэлементных технических систем, обеспечивающий отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение мелких (индивидуальных) и групповых (централизованных) жилищно-коммунальных и общественных потребителей.

Рассмотрим состояние и особенности развития наиболее ответственной и сложной части систем теплообеспечения – централизованных систем отопления (ЦСО). Отечественные ЦСО – это комплексы источников теплоты (тепловых и атомных электростанций, теплоэлектроцентралей, отопительных и промышленно-отопительных котельных), тепловых сетей и потребителей теплоты (жилищно-коммунальных и общественных).

Структурно-логическая модель процесса функционирования ЦСО содержит следующие три части:

Часть А – источник теплоты. Задача: превращение энергии органического топлива или энергии ядерного горючего в теплоту. Расширяется применение нетрадиционных, альтернативных источников теплоты.

Часть Б – тепловая сеть. Задача: транспортирование (передача) теплоты от источника к потребителю.

Часть В – потребитель теплоты. Задача: ввод теплоты в отапливаемые помещения, поддержание в них заданной температуры воздуха, сброс теплоты в атмосферу через элементы наружного ограждения этих помещений.

Большинство действующих отечественных ЦСО обладает невысоким уровнем технологической эффективности (в том числе экологической эффективности) функционирования, который уступает таковому лучших современных отечественных и зарубежных ЦСО. Вместе с тем, анализ показывает, что существующие ЦСО обладают крупным резервом повышения степени их совершенства, на основе решения ряда задач

осуществляемой ныне программы ЭС.

Рассмотрим основные возможности повышения уровня технологической эффективности функционирования ЦСО, реально доступного в рамках осуществления мероприятий программы ЭС. Является целесообразным в действующих ЦСО использовать, следующие возможности, не требующие крупных ресурсовложений.

В части А. В котельных установках представляется целесообразным осуществление следующих мероприятий:

- частичное обновление оборудования и тепловой схемы котельной на основе их модернизации, реконструкции или технического перевооружения;
- частичное обновление конструкции и материалов тепловой изоляции оборудования и трубопроводов;
- повышение уровня экономической эффективности процесса горения топлива;
- повышение качества процесса автоматического управления режимом функционирования котельных установок.

В части Б. В тепловых сетях, представляется целесообразным осуществление следующих мероприятий:

- сокращение удельных потерь теплоты, путем перевода сетей на трубопроводы, предварительно теплоизолированные в заводских условиях;
- обеспечение надежного текущего диспетчерского автоматического контроля над состоянием сетевого хозяйства [6].

В части В. В отапливаемых помещениях, потребителей представляется целесообразным осуществление следующих мероприятий:

- повышение термического сопротивления части элементов ограждения, оказываемого ими потоку теплоты, покидающей отапливаемые помещения (утепление стен);
- утилизация части теплоты сбрасываемого вентиляционного воздуха (в централизованных системах вентиляции), с использованием тепловых насосов.

Представляется также целесообразным осуществление ряда мероприятий по повышению качества процесса автоматического управления режимом функционирования ЦСО. Это касается, прежде всего, систем автоматического управления работой применяемых ныне котельных установок малой и средней мощности.

Изложенное отражает в эскизном виде перечень возможных мероприятий программы ЭС в условиях действующего парка изношенного оборудования современных ЦСО.

Наряду с изложенным, в процессе развития КТ Украины все возрастающую роль будет играть создание новых инновационно насыщенных ЦСО. Управление уровнем их технологической эффективности функционирования должно опираться на применение прогрессивного подхода к управлению техническими объектами [7]. При этом подходе управление новой ЦСО, создаваемой для заданных конкретных условий (заказчика), надлежит выполнять в три этапа:

- на первом, стратегическом этапе выбрать (из числа доступных) лучшее технологическое решение для будущей системы отопления;
- на втором, тактическом, выбрать (из числа доступных) лучшие схемное и конструктивное решения;
- на третьем, оперативном, выбрать (из числа доступных) лучший режим функционирования будущей системы отопления. Ведение его следует передать системе автоматического управления (САУ), алгоритм которой адаптирован к закону изменения во времени свойств объекта управления (ЦСО), вследствие ее износа, поэтому обеспечивает гибкое управление [8].

Критический анализ и сопоставительная оценка нынешнего состояния и технологических свойств указанных трех частей ЦСО свидетельствуют, что практически наибольшим ресурсом ЭС располагает их целевой элемент, часть В, – сфера потребления теплоты [9].

Режим работы ЦСО – определяется условиями технологического, функционального

взаимодействия двух процессов:

- процесса произвольного (погодного) изменения во времени температуры наружного воздуха в районе расположения ЦСО;
- процесса вынужденного, реализуемого системой отопления, изменения во времени количества теплоты, отдаваемой ею потребителям.

При традиционном подходе к организации режима функционирования ЦСО, график изменения ее нагрузки практически отражает график изменения температуры наружного воздуха. То есть, режим отопления зависит только от изменения температуры наружного воздуха. Однако, в этих условиях, как известно, может быть использован доступный резерв возможного снижения уровня тепловой нагрузки ЦСО в отдельные периоды времени. Доступны два известных приема экономии теплоты.

Прием А: некоторое (рассчитанное, разрешенное) снижение температуры воздуха в отапливаемых нежилых, служебных помещениях в принятые (выбранные) периоды (дни) недели, когда эти помещения не используют, в частности, в нерабочие дни, а также в нерабочие часы суток. В эти периоды возможно использование сниженной нагрузки системы отопления, то есть, получение экономии теплоты (как реализации элемента ЭС).

Прием Б: использование теплоаккумулирующей способности отапливаемых нежилых (служебных) помещений, для замедления охлаждения воздуха в них, в период упреждения в снижении нагрузки перед окончанием рабочего дня и для замедления (смягчения режима) нагревания воздуха в них, в период упреждения в повышении нагрузки перед началом следующего рабочего дня. Для этого, перед окончанием рабочего дня, с упреждением следует уменьшить подачу теплоты, с целью (допустимого) снижения температуры воздуха к концу рабочего дня. Далее, перед началом следующего рабочего дня, с упреждением следует увеличить подачу теплоты, для повышения температуры воздуха к началу предстоящего рабочего дня.

Анализ показывает, что использование приемов А и Б является одним из высокоэффективных элементов программы ЭС. Эта возможность стала доступной, вследствие использования возможностей нового подхода к организации режима функционирования ЦСО, вместо применения традиционного подхода, при котором график изменения нагрузки системы отопления жестко отражается графиком изменения температуры наружного воздуха.

Отметим, что использование нового подхода к организации режимом функционирования каждой из трех частей создаваемой ЦСО, при котором эту систему стратегически, тактически и оперативно согласуют с конкретными условиями последующего ее использования, является оптимальным решением задачи высококачественного управления процессом ее функционирования.

Сложной задачей проблемы ЭС является предстоящее обновление парка источников теплоты – парка котлов, первой части ЦСО. Как известно, нынешний парк котлов ЦСО в основной своей части состоит из агрегатов, израсходовавших 1,5-2,5 расчетных ресурсов работоспособности, поэтому подлежащих срочному полному обновлению, то есть замене новыми современными агрегатами.

Полное обновление парка котлов в видимой перспективе нуждается в весьма крупных ресурсовложениях, так как потребует импортирования котлов средней и большой мощности, а также, частично, котлов малой мощности [10]. Развитие в Украине котлостроения является ныне предельно актуальной задачей развития отечественного машиностроения.

Кроме этого, предстоит решать сложную проблему реформирования структуры топливно-энергетического баланса энергетики страны, в основном, на основе вытеснения дорогого импортного газомазутного топлива дешевым отечественным твердым топливом, а также недорогим отечественным искусственным газообразным топливом. Организация его производства – важная и сложная задача.

Освещенная выше весьма сложная комплексная проблема подлежит решению в видимой перспективе, в условиях выделения для ее решения крупных финансовых и

материальных ресурсов.

Процесс обновления оборудования ЦСО будет сопровождаться существенным повышением уровня их (систем) технологической эффективности. При этом он окажется высокоэффективной составляющей программы ЭС, что принципиально важно. Вместе с тем, в нынешних сложных условиях необходимо использовать имеющиеся возможности для выполнения доступных мероприятий программы ЭС. Опыт свидетельствует, что в каждом структурном подразделении ныне действующей системы теплообеспечения имеются определенные резервы возможностей осуществления мероприятий ЭС. Выявление подобных резервных возможностей и их высокоэффективная реализация являются приоритетной задачей энергетиков, в том числе, работников КТ.

Заслуживает особого внимания то обстоятельство, что реализация мероприятий программы развития отечественной КТ является одновременно полноценной реализацией задач важнейшей проблемы современности – проблемы ЭС. Реализуемая ныне в Украине и в других развитых странах программа ЭС, по существу и в конечном счете, направлена на защиту окружающей природной среды от вредного воздействия мирового производства, прежде всего наиболее агрессивной его части – теплоэнергетики. Это обстоятельство отражает важность и ценность усилий, направленных на дальнейшее развитие отечественной теплоэнергетики, особенно ее крупной, сложной и ответственной части – КТ, потребляющей около трети первичных энергоресурсов Украины.

Как показано выше, отечественная КТ нуждается в ускоренном частичном обновлении и параллельном расширяющемся полном обновлении на основе применения современных, высокоэффективных, инновационно насыщенных ЦСО. Вместе с этим, необходимо готовиться к вхождению в период инновационного развития производства и дальнейшему совершенствованию в его существенно усложненных условиях.

Развитие КТ в новых условиях изменит требования и условия осуществления ее функций, потребует модернизации методов, подходов и средств выполнения функций, ужесточит критерии оценки качества ее работы. Предстоит модернизация всей системы технических средств (тепловых схем, оборудования, средств управления и др.) КТ и организации ее функционирования.

В видимой перспективе существующие системы ЦСО будут подвергаться все более широкому частичному обновлению с использованием новых инновационно насыщенных научно- и организационно-технических решений. Часть их заменят вводимые в действие новые объекты КТ.

Будут вводиться в строй новые высокоэффективные централизованные и индивидуальные системы теплообеспечения.

Будет решительно расширяться применение нетрадиционных источников энергии, гелиосистем, геотермальных, ветровых, биогазовых и других. Широкое применение получат некоторые прогрессивные научно-технические решения: принцип полигенерации энергии, тепловые насосы, водяные, грунтовые теплоаккумуляторы. Предстоит использование искусственного газообразного топлива – продукта термической переработки отечественного дешевого твердого топлива.

Обновление частичное изношенных систем теплообеспечения будет планомерно вытесняться полным обновлением на основе применения все более новых высокоэффективных систем. На основе этого процесса отечественная КТ будет обновлена до соответствующего времени, надлежаще высокого уровня технологической эффективности функционирования.

#### **Выводы:**

1. В отечественной КТ действующие ЦСО оснащены оборудованием, большая часть которого израсходовала ресурс работоспособности, поэтому характеризуется относительно невысоким уровнем технологической эффективности функционирования.

2. Действующее оборудование КТ, в том числе ЦСО, располагает реальным ресурсом ЭС.

3. Оценка свидетельствует, что в трех частях ЦСО наибольшим ресурсом ЭС располагает третья часть – сфера потребления теплоты.
4. Мероприятия программы ЭС надлежит проводить во всех (трех) частях и элементах ЦСО: в источниках теплоты, тепловых сетях, у потребителей теплоты.
5. Во всех действующих ЦСО могут быть найдены и использованы потенциальные возможности осуществления мероприятий программы ЭС.
6. При осуществлении мероприятий программы ЭС в первую очередь должны быть использованы новые, прогрессивные, инновационно насыщенные технологические, конструкторские и управленческие научно- и организационно-технические решения.
7. Мероприятия ЭС в ЦСО являются важным элементом программы ЭС, осуществляемой в топливно-энергетическом комплексе страны.
8. Предстоящее осуществление программы полного обновления оборудования КТ будет способствовать повышению уровня технологической эффективности функционирования отечественной энергетики в целом.
9. Важным эффектом осуществления программы ЭС является гарантированное получение крупного природоохранного эффекта.
10. К политике ЭС должен быть обеспечен комплексный подход на всех стадиях производства, трансформации и потребления энергии.

### Литература

1. Про енергозбереження / Закон ВР України № 74/94-від 01.07.1994 [Электронный ресурс] // Ліга - закон: головний правовий портал України. URL: [www.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/Z007400.html](http://www.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/Z007400.html) (дата обращения: 22.07.2017).
2. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 [Электронный ресурс] // Official journal of the European Union 14.11 2012, L315/1-56. URL: [http://esco.agency/ru/library/directive\\_2012\\_27\\_EC\\_eng.pdf](http://esco.agency/ru/library/directive_2012_27_EC_eng.pdf) (дата обращения: 22.07.2017).
3. Накорчевский А.И. Принципы модернизации коммунальной теплоэнергетики / А.И. Накорчевский // Промышленная теплоэнергетика, 2011. – т.33. – №3. – С. 71-74.
4. Щербина В. Энергосбережение в Украине: что мы об этом знаем [Электронный ресурс] В. Щербина // Інформаційне Інтернет-видання «Лівий берег» Lb.ua 27/10/2016. URL: [https://lb.ua/economics/2016/10/27/348969\\_energoberezhenie\\_ukraine.html](https://lb.ua/economics/2016/10/27/348969_energoberezhenie_ukraine.html) (дата обращения: 22.07.2017).
5. Теплова енергетика - нові виклики часу / За заг. редакцією П. Омеляновського, Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – 660 с.
6. Воинов А.П. Некоторые особенности экономии энергии в процессе ее передачи / А.П. Воинов, С.А. Воинова, В.В. Захарченко // Сб. матер. н.- т. конф. «Энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования». – Одесса: ОГАСА, 2003. – С. 16-18.
7. Воинова С.А. О подходах к управлению технологической эффективностью систем теплообеспечения / С.А. Воинова, А.П. Воинов // Вісник ОДАБА. – Одеса: ОДАБА, 2014. – Вип. №51. – С. 64-68.
8. Воинова С.А. Некоторые особенности гибкого управления техническими объектами / С.А. Воинова // Енергетика та електрифікація, 2013. – №10. – С 34-37.
9. Полуниин М.М. О возможностях энергосбережения в централизованных системах теплоснабжения / М.М. Полуниин, А.П. Воинов // Вісник ОДАБА. – Одеса: ОДАБА, 2014. – Вип. №55. – С. 211-214.
10. Воинов О.П. Розвиток котлобудування – пріоритетне завдання енергетичного машинобудування України / О.П. Воинов // Матер научно-технич. конф. – Одесса – Киев: АТМ України, 2011. – С. 22-26.

Стаття надійшла 6.10.2017