

А. А. Андрижиевский, д-р техн. наук;

Л. В. Новаш, науч. сотрудник, Э. А. Михалычева, науч. сотрудник

(Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси)

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

The complex approach to an estimation of measures on modernization of systems heat supplying is considered. The analysis of efficiency of the offered measures on two test objects is executed. It is shown, that efficiency of measures, and accordingly and terms pay-back differ considerably. The maximal effect of economy of a thermal energy is reached at complex introduction of energy-saving measures.

**Анализ проблемы.** Основным препятствием для расширения внедрения энергосберегающих мероприятий являются значительные затраты на их реализацию. Однако рост стоимости традиционных энергоресурсов и необходимость решения экологических проблем оправдывают усилия, направленные на поиск усовершенствованных энергосберегающих технологий.

В жилищно-коммунальном хозяйстве страны важнейшей задачей является модернизация энергетического хозяйства давно эксплуатируемых объектов, потому что, как показывает практика, существующий перерасход энергии в них составляет 25% и более по сравнению с расчетным расходом [1]. Причинами повышенного расхода энергетических ресурсов в системах теплоснабжения может быть как неэффективность самих систем, так и техническое несовершенство потребителей тепловой энергии [2, 3]:

- работа котельных с низким коэффициентом полезного действия;
- большие тепловые потери трубопроводами с изношенной теплоизоляцией;
- неотрегулированность систем отопления;
- пониженные теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций – стен, заполнений световых проемов, совмещенных покрытий зданий;
- перерасход теплоты, расходуемой на нагрев наружного воздуха, проникающего в помещения через неплотности в притворах оконных переплетов и балконных дверей и др.

В качестве возможных мероприятий по повышению энергетической эффективности (прямой и косвенной) модернизируемых систем теплоснабжения можно рассматривать:

- термореновацию ограждающих конструкций зданий;
- замену старых окон в деревянных раздельных переплетах на ПВХ окна;
- замену трубопроводов с изношенной минераловатной тепловой изоляцией на предварительно изолированные (ПИ) трубопроводы;
- замену действующих малоэффективных котлов на современные автоматизированные котлы, работающие на местном древесном топливе.

Методология оценки экономической эффективности энергосберегающего мероприятия (ЭМ)

с учетом косвенного влияния этого мероприятия на сопряженные технологии предполагает выявление и определение параметров ЭМ и области его приложения.

**Анализ результатов исследования.** В качестве тестовых объектов выбраны:

- оздоровительный комплекс «Радуга» профилакторного типа, расположенный в Гродненской области;
- площадка ОИЭЯИ-Сосны.

Хозяйство комплекса «Радуга» состоит из лечебного корпуса на 100 отдыхающих, столовой, спортивного корпуса (плавательный бассейн и спортивный зал), жилого дома для обслуживающего персонала (восемь квартир), хозяйственной постройки, котельной.

Теплоснабжение комплекса осуществляется от собственной котельной, оснащенной тремя водогрейными секционными котлами Минск-1 (каждый тепловой мощностью 268 кВт). Топливом для котлов служат покупаемые брикеты из каменного угля.

Для реконструкции комплекса предлагают следующие мероприятия.

*Термореновация ограждающих конструкций зданий (рис. 1)*

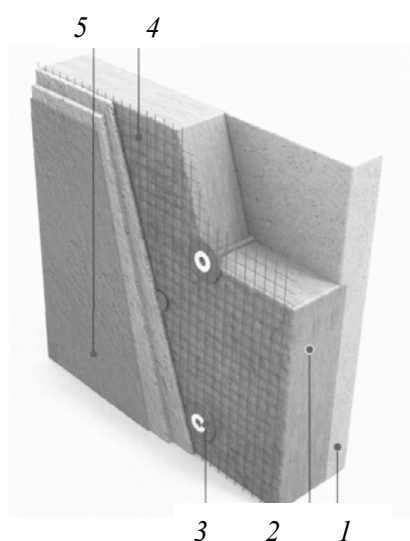


Рис. 1. Штукатурная система утепления фасадов «Термолуба»:

1 – изолируемая стена; 2 – минераловатная фасадная плита; 3 – крепежный элемент; 4 – армирующая сетка; 5 – защитный штукатурный слой

Характеристики системы утепления: долговечность системы – более 35 лет; возможность установки системы при температуре воздуха от  $-12$  до  $+30$  °С без потери качества; утепление зданий любой этажности без усиления фундамента, стен, отселения жильцов; снижение потерь тепла до 40%, увеличение звукоизоляции; сохранение изначального архитектурного облика здания; увеличение межремонтного срока службы здания до 20 лет; высокая паропроницаемость (наружные стены могут «дышать», обеспечивая внутри помещений оптимальный режим влажности); решение проблемы «мостиков холода» (перемычки, металлические балки, балконные плиты и плиты перекрытий).

*Замена старых окон на стеклопакеты (рис. 2)*



Рис. 2. Стеклопакет REHAU

Характеристики стеклопакетов: уменьшение потерь тепла на 40–60% и уровня шума в помещении на 25–50 дБ (уличный шум большого города принято оценивать в 60 дБ); два контура уплотнения задерживают пыль, воду, потоки воздуха и позволяют создавать в помещении климат без сквозняков; система микровентиляции предотвращает образование конденсата водяного пара на стеклах окон и стенах, обеспечивает постоянное поступление свежего воздуха.

*Замена трубопроводов с минераловатной изоляцией на предварительно изолированные трубопроводы (рис. 3)*

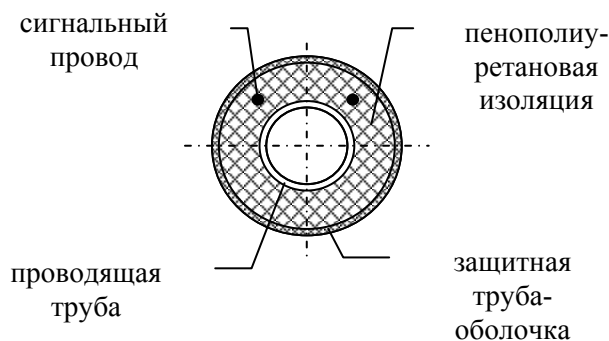


Рис. 3. Конструктивные элементы ПИ трубопроводов

Характеристики ПИ трубопроводов:

- снижение тепловых потерь с 30–40% (минеральная вата) до 2–4%;
- повышение долговечности изоляции в 2–3 раза (до 30 лет);
- снижение капитальных затрат в строительстве в 1,3 раза;
- снижение расходов на ремонт теплотрасс в 3 раза;
- снижение эксплуатационных расходов в 9 раз.

*Замена действующих котлов на современные автоматизированные котлы*

В настоящее время используются неавтоматизированные секционные водогрейные котлы «Минск-1» с низким коэффициентом полезного действия брутто – менее 0,7.

Для замены предполагается использовать КСДО-250 – комплекс, позволяющий сжигать отходы деревообработки (опилки, стружку, щепу и т. п.) (рис. 4).

На выходящем из котла трубопроводе установлены два датчика температуры воды: текущей и предельно допустимой (95 °С). Пульт управления обеспечивает поддержание заданной температуры воды на выходе из котла.

Предусмотрено два режима работы: интенсивный и поддерживающий.

Преимущества комплекса КСДО:

- использование дешевого местного топлива;
- решение проблемы вывоза отходов деревопереработки;
- снижение затрат на получение тепловой энергии;
- стабильность температуры теплоносителя за счет автоматического регулирования процесса сжигания;
- экологическая и пожарная безопасность;
- простота обслуживания.

Для расчета экономии тепловой энергии приняты следующие климатологические данные Гродненской области:

- расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления  $-22$  °С;

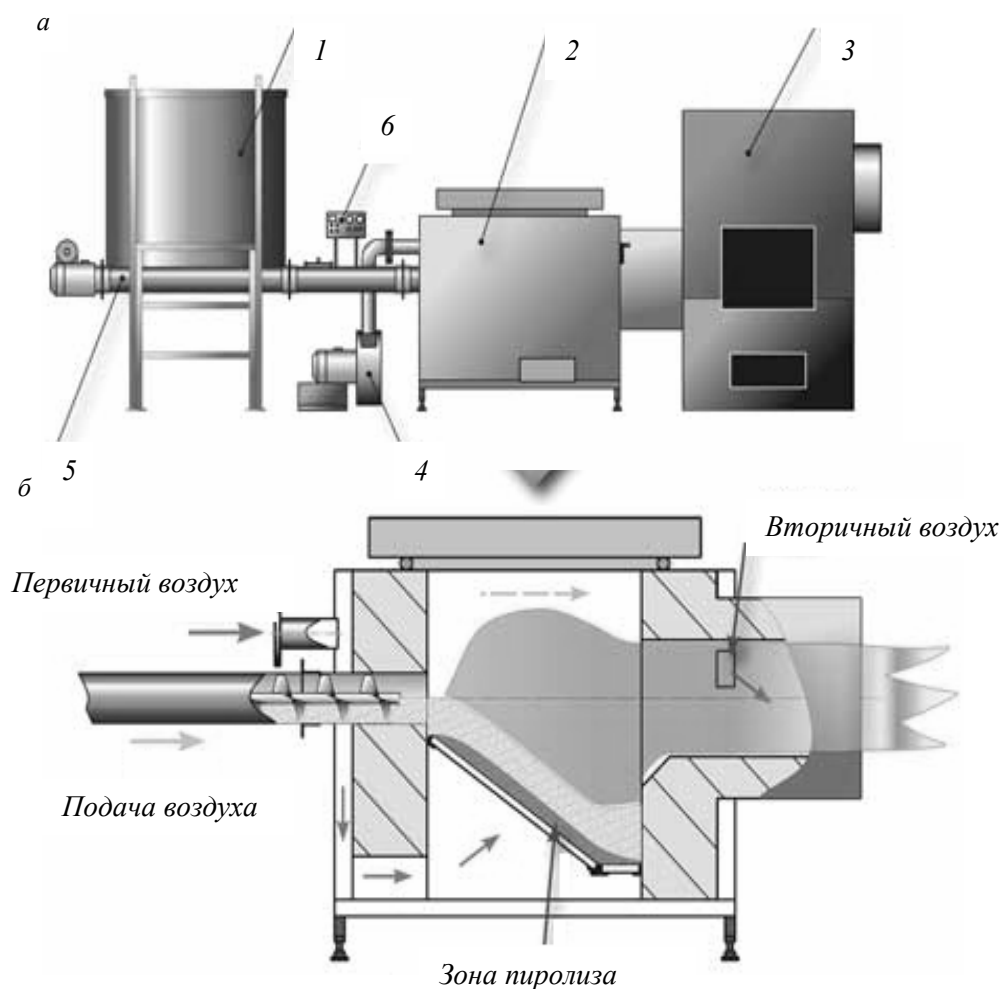


Рис. 4. Организация процесса термической переработки топлива в КСДО-250  
(а – технологическая схема, б – газогенератор):

1 – бункер для топлива; 2 – газогенератор; 3 – котельный агрегат; 4 – дутьевой вентилятор;  
5 – шнековый транспортер; 6 – пульт управления

- средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $-0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода 194 сут;
- средняя скорость ветра самого холодного месяца (января)  $5,2\text{ м/с}$ ;
- среднегодовая температура грунта на глубине прокладки теплопроводов (0,8 м)  $4^{\circ}\text{C}$ .

Расчетный срок окупаемости предложенных мероприятий представлен в табл. 1.

Вторым тестовым объектом является промплощадка ОИЭЯИ-Сосны, на которой были предложены следующие мероприятия по экономии тепловой энергии: установка регуляторов системы отопления в четырех корпусах; пофасадное регулирование системы отопления главного корпуса; замена труб теплотрассы на четырех участках.

Расчетный срок окупаемости предложенных мероприятий представлен в табл. 2.

Таблица 1

**Расчетный срок окупаемости мероприятий комплекса «Радуга»**

| Мероприятие      | Кап. затраты, дол. США | Аморт. отчисления, дол. США | Экономия, дол. США | Срок окупаемости, лет |
|------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Замена котлов    | 44 520                 | 2 226                       | 16 844             | 3,0                   |
| Ремонт теплосети | 30 546                 | 764                         | 3227               | 12,4                  |
| Утепление стен   | 14 234                 | –                           | 919                | 15,5                  |
| <i>Итого</i>     | 89 300                 | 2 990                       | 20990              | 5,0                   |
| Замена окон      | 67 476                 | –                           | 1257               | 53,7                  |
| Все мероприятия  | 156 776                | 2 990                       | 22247              | 8,1                   |

Расчетный срок окупаемости мероприятий площадки ОИЭЯИ-Сосны

| Мероприятие                             | Кап. затраты,<br>млн. руб. | Экономия,<br>млн. руб. | Срок окупаемости,<br>лет |
|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Установка регуляторов системы отопления | 15,0                       | 72,9                   | 0,20                     |
| Пофасадное регулирование                | 7,0                        | 13,4                   | 0,52                     |
| <i>Итого</i>                            | 23,0                       | 86,3                   | 0,27                     |
| Замена труб                             | 123,2                      | 8,0                    | 15,4                     |
| Все мероприятия                         | 146,2                      | 94,3                   | 1,55                     |

**Заключение.** Расчетный анализ эффективности комплекса предложенных мероприятий по модернизации систем автономного теплоснабжения выбранных тестовых объектов позволяет сделать вывод, что данные мероприятия в целом являются энергетически и экономически целесообразными, но при этом имеют разные сроки окупаемости.

Наибольший экономический эффект достигается при замене оборудования котельной на более совершенное теплосиловое оборудование, установке регуляторов системы отопления и пофасадном регулировании.

При проведении капитальных ремонтов целесообразно проводить комплексную модернизацию, так как общий срок окупаемости всех

мероприятий обычно приемлем. При комплексном подходе достигается максимальный эффект экономии тепловой энергии.

### Литература

1. Каталог материалов и услуг ООО «Сармат». – Минск: Транстэкс, 2004. – 25 с.
2. Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба»: СНиП 3.03.01–87. – Минск: Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь, 1999. – 60 с.
3. Самсонов, В. С. Экономика предприятий энергетического комплекса: учеб. пособие / В. С. Самсонов, М. А. Вяткин. – М.: Высш. шк., 2001. – 416 с.