

УДК 697.35

О. Н. ЗАЙЦЕВ^а, Л. В. ПЕТРЕКЕВИЧ^б, Т. Д. ТРИКОЛИЧ^с^а Национальная академия природоохранного и курортного строительства, ^б Одесский национальный политехнический университет, ^с Одесская государственная академия строительства и архитектуры

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ

Постоянное увеличение стоимости энергоресурсов обусловлено уменьшением запасов ископаемого топлива. Особенно ощутимо это для Украины. Около 40 % суммарного энергопотребления экономики нашей страны приходится на затраты энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве, что значительно превышает аналогичный показатель в европейских странах. Таким образом, снижение энергозатрат на отопление в жилищно-коммунальном хозяйстве представляет собой важную задачу, как для всей страны, так и для каждого потребителя тепла в отдельности. Приведённые расчеты позволяют сделать вывод о целесообразности применения низкотемпературного отопления с точки зрения сокращения расхода тепла на подогрев вентиляционного воздуха. В помещениях со значительной долей теплопотерь с отработанным вентиляционным воздухом эффект от такого решения может достигнуть 20 %.

энергозатраты, конденсационный котел, солнечный коллектор, тепловой насос, термическое сопротивление, низкотемпературное отопление

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Уменьшение запасов ископаемого топлива приводит к их постоянному удорожанию. Особенно ощутимо это для Украины, так как доля затрат энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве нашей страны составляет около 40 % суммарного энергопотребления экономики, что значительно превышает аналогичный показатель в европейских странах [1]. Таким образом, снижение энергозатрат на отопление помещений представляет собой важную задачу, как для всей страны, так и для каждого потребителя тепла в отдельности. Достигнуть этого можно следующими известными способами:

- повышением эффективности работы существующего энергетического оборудования;
- применением нового экономного оборудования, такого как конденсационные котлы, тепловые насосы, солнечные коллекторы;
- увеличением термического сопротивления ограждающих конструкций зданий;
- утилизацией тепла отработанного вентиляционного воздуха;
- регулированием теплового потока отопительных приборов и, следовательно, производительности генератора тепла.

На наш взгляд, существует еще один эффективный способ снижения энергопотребления отопительных систем. Он связан с применением низкотемпературного лучистого отопления, которое позволяет использовать низкопотенциальное тепло окружающей среды с помощью специальных устройств (тепловых насосов, солнечных коллекторов, конденсационных котлов и т. д.) [2–5].

Целью настоящей работы является повышение эффективности применения систем водяного отопления за счет применения радиационных нагревательных приборов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОТОПЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Нагревательные приборы в таких системах имеют развитую площадь поверхности и температуру, ограниченную нормативными документами. Так, СНиП 2.04.05-91* предусматривает следующие

© О. Н. Зайцев, Л. В. Петрекевич, Т. Д. Триколич, 2014

ограничения температуры поверхности для строительных конструкций со встроенными нагревательными элементами:

- 26 °С – для полов помещений с постоянным пребыванием людей;
- 30 °С – для обходных дорожек, скамей плавательных бассейнов;
- 31 °С – для полов помещений с временным пребыванием людей;
- 28, 30, 33, 36, 38 °С для потолков при высоте помещения, не превышающей соответственно 2,8; 3,0; 3,5; 4,0 и 6,0 м [6].

Таким образом, средняя радиационная температура поверхностей t_R , обращенных в помещение, может значительно превышать таковую при конвективном отоплении. Следовательно, температура воздуха t_B в таком помещении может быть понижена согласно графической зависимости, известной как первое условие комфортности [7]:

Как видно из рисунка 1, при $t_R = 19$ °С достаточно поддерживать температуру воздуха $t_B = 18$ °С, при $t_R = 20$ °С $t_B = 16$ °С, при $t_R = 21$ °С, $t_B = 14$ °С. Возможная экономия энергии ΔQ , %, для подогрева вентиляционного воздуха составит в расчете на 1 м³/ч.

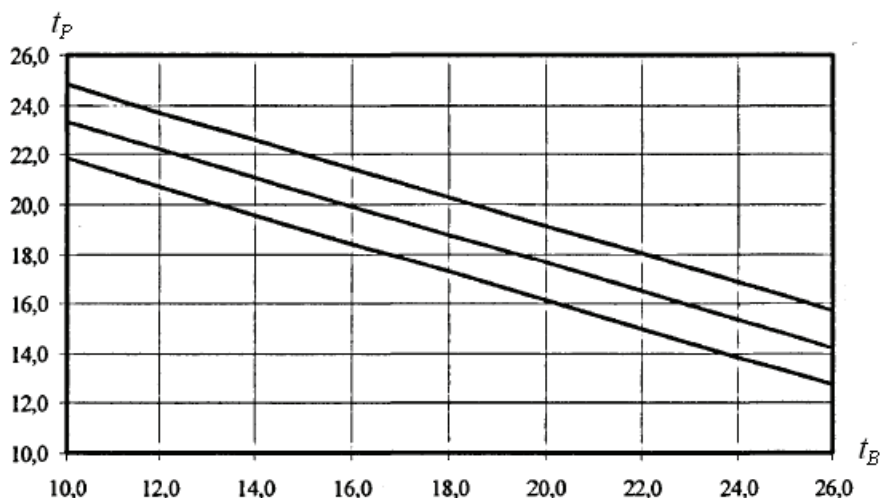


Рисунок 1 – Диаграмма теплового комфорта.

$$\Delta Q = \frac{Q_{тк} - Q_{тл}}{Q_{тк}},$$

$$Q_{тк} = mc\Delta t = mc(t_{БК} - t_H);$$

$$Q_{тл} = mc\Delta t = mc(t_{БЛ} - t_H);$$

$$\Delta Q = \frac{Q_{тк} - Q_{тл}}{Q_{тк}} = \frac{t_{БК} - t_{БЛ}}{t_{БК} - t_H},$$

где $t_{БК}$ – температура воздуха в помещении при конвективном отоплении, принята равной 20 °С;
 $t_{БЛ}$ – температура воздуха в помещении при лучистом отоплении;
 $Q_{тк}$ – количество теплоты, необходимой для подогрева наружного воздуха до температуры $t_{БК}$;
 $Q_{тл}$ – количество теплоты, необходимой для подогрева наружного воздуха до температуры $t_{БЛ}$;
 m – расход вентиляционного воздуха,
 c – изобарная теплоемкость воздуха,
 $t_H = -18$ °С – расчетная температура наружного воздуха для г. Одессы [6].

Численные значения ΔQ представлены в таблице 1.

По результатам расчетов построен следующий график зависимости ΔQ от t_R (рис. 2):

Примем, что средняя радиационная температура помещения поддерживается на уровне $t_R = 21$ °С. Тогда при доле вентиляции в суммарных тепловых потерях помещения ΔQ_B , %, возможная экономия энергии для обогрева помещения ΔQ_{II} , %, составит (табл. 2).

Таблица 1 – Возможная экономия энергии для подогрева вентиляционного воздуха при снижении температуры внутреннего воздуха и температуре наружного воздуха $t_H = -18$ °С.

$t_R, ^\circ\text{C}$	19	20	21	22
$t_{BK}, ^\circ\text{C}$	20	20	20	20
$t_{BL}, ^\circ\text{C}$	18	16	14	12,5
$\Delta Q_s, \%$	5,3	10,5	15,8	19,7

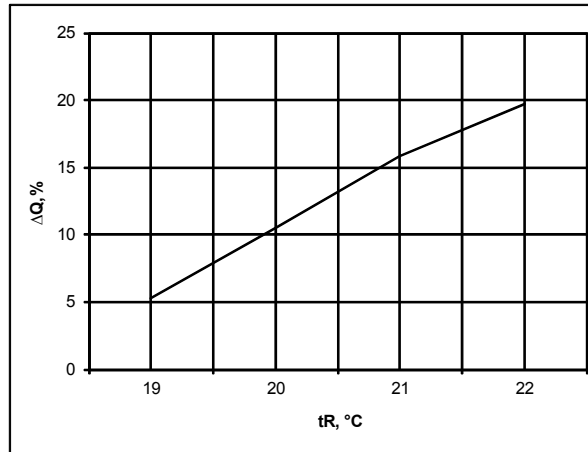


Рисунок 2 – Зависимость $\Delta Q, \%$ от t_R .

Таблица 2 – Возможная экономия энергии для отопления помещения при снижении температуры внутреннего воздуха и наружной температуре $t_H = -18$ °С

$\Delta Q_s, \%$	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8
$\Delta Q_B, \%$	30	40	50	60	70	80
$\Delta Q_{II}, \%$	4,7	6,3	7,9	9,5	11,1	12,6

По результатам расчетов построен график зависимости $\Delta Q_{II}, \%$ от $\Delta Q_B, \%$ (рис. 3):

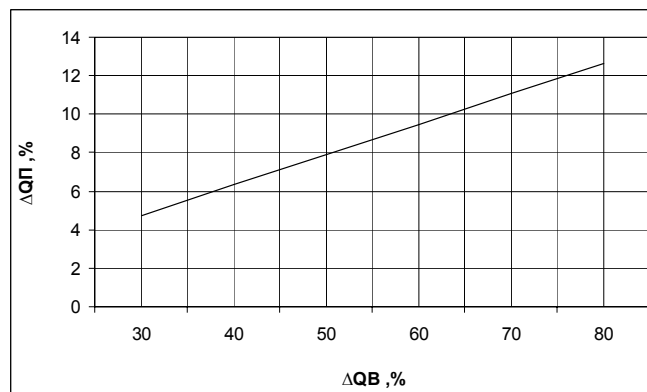


Рисунок 3 – Зависимость возможной экономии энергии для отопления помещения $\Delta Q_{II}, \%$ от доли потерь тепла на нагревание вентиляционного воздуха в суммарных тепловых потерях помещения $\Delta Q_B, \%$.

Поскольку температура наружного воздуха изменяется в течение отопительного периода (в нашем случае от -18 до 8 °С), рассмотрим влияние этого изменения на величину экономии тепла в системе отопления помещения. Примем, что тепловые потери с вентиляционным воздухом составляют 45 % от суммарных потерь тепла [8]. Тогда при средней радиационной температуре внутренних поверхностей $t_R = 21$ °С экономия энергии на подогрев свежего воздуха $\Delta Q_s, \%$ и, следовательно, на обогрев помещения $\Delta Q_{II}, \%$, составит (рис. 4).

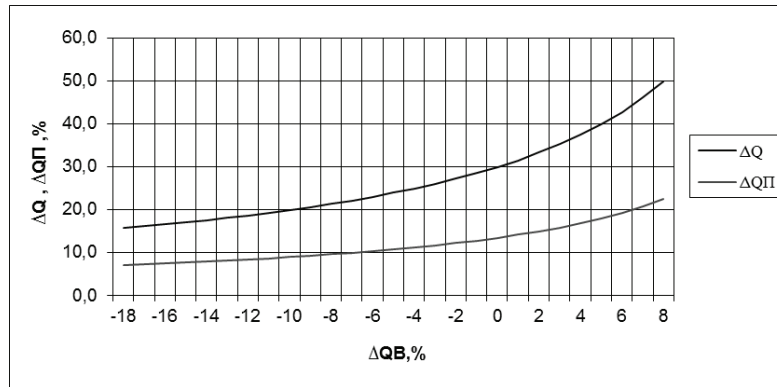


Рисунок 4 – Зависимость возможной экономии энергии для нагревания свежего воздуха $\Delta Q, \%$ и отопления помещения $\Delta Q_{П}, \%$ от доли потерь тепла на вентиляцию $\Delta Q_{в}, \%$.

ВЫВОДЫ

Как видно из графиков, можно сделать вывод о целесообразности применения низкотемпературного отопления с точки зрения сокращения расхода тепла на подогрев вентиляционного воздуха. В помещениях со значительной долей теплотерь с отработанным вентиляционным воздухом эффект от такого решения может достигнуть 20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ путей уменьшения энергозатрат за счет периодического снижения температуры воздуха отапливаемых помещений [Текст] / П. Г. Круковский, О. Ю. Тадля, М. А. Метель, Г. А. Пархоменко // Пром. Теплотехника. – 2008. – Т. 30, № 2. – С. 79.
2. Зайцев, О. Н. Проектирование систем водяного отопления [Текст] : пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических ВУЗов / О. Н. Зайцев, А. П. Любарец. – Вена ; Одесса ; Киев : [б. и.], 2008. – 200 с.
3. Довмир, Н. М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов [Текст] / Н. М. Довмир // Пром. Теплотехника. – 2008. – № 5. – С. 62–68.
4. Долинский, А. А. Тепловые насосы в системе теплоснабжения зданий [Текст] / А. А. Долинский, Б. Х. Драганов // Пром. Теплотехника. – 2008. – № 6. – С. 71–83.
5. Накорчевский, А. И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома [Текст] / А. И. Накорчевский // Пром. Теплотехника. – 2009. – № 1. – С. 67–73.
6. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст]. – Взамен СНиП 2.04.05-86 ; введ. 1992-01-01. – М. : ГУП ЦПП, 1997. – 76 с.
7. Богословский, В. Н. Теплообмен в помещении с панельно-лучистой системой обогрева [Текст] / В. Н. Богословский // Водоснабжение и санитарная техника. – 1961. – № 9. – С. 23–28.
8. Гершкович, В.Ф. Энергосберегающие системы жилых зданий. Пособие по проектированию. Ч. 1 [Текст] / В. Ф. Гершкович // С.О.К. (Сантехника, отопление, кондиционирование) : Ежемесячный специализированный журнал. – 2006. – № 7. – С. 76–82.

Получено 12.09.2014

О. М. ЗАЙЦЕВ ^а, Л. В. ПЕТРЕКЕВИЧ ^б, Т. Д. ТРИКОЛИЧ ^с ВДОСКОНАЛЕННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ З КОМБІНОВАНИМИ НАГРІВАЛЬНИМИ ПРИБАДАМИ

^а Національна академія природоохоронного та курортного будівництва, ^б Одеський національний політехнічний університет, ^с Одеська державна академія будівництва і архітектури

Постійне збільшення вартості енергоресурсів обумовлено зменшенням запасів викопного палива. Особливо відчутно це для України. Близько 40 сумарного енергоспоживання економіки нашої країни припадає на витрати енергії в житлово-комунальному господарстві, що значно перевищує аналогічний показник в європейських країнах. Таким чином, зниження енерговитрат на опалення в житлово-комунальному господарстві є важливою задачею як для всієї країни, так і для кожного споживача тепла окремо. Наведені розрахунки дозволяють зробити висновок про доцільність застосування

низькотемпературного опалення з точки зору скорочення витрат тепла на підігрів вентиляційного повітря. У приміщеннях із значною часткою тепловтрат з відпрацьованим вентиляційним повітрям ефект від такого рішення може досягти 20 %.

еерговитрати, конденсаційний котел, сонячний колектор, тепловий насос, термічний опір, низькотемпературне опалення

OLEG ZAITSEV ^a, VASILY NAKONECHNY ^b, LILY PETREKEVICH ^c
ENERGY SAVING WITH LOW TEMPERATURE HEATING SYSTEMS

^a National Academy of Environmental and Resort Construction, ^b Odessa National Polytechnic University, ^c Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

The constant increase in energy costs, which is caused by the decrease of fossil fuels. This is especially noticeable for Ukraine. About 40 % of the total energy consumption of the economy of our country lies in energy consumption in the residential sector, which is much higher than in Europe-American countries. Thus, the reduction of energy consumption for heating in the residential sector is an important task for the whole country and for each consumer individually heat. The given calculations suggest feasibility of using low-temperature heating in terms of reducing the flow of heat for heating the ventilation air. In areas with a significant portion of heat loss from the exhaust ventilation air effect of such a decision can reach 20 %.

energy consumption, condensing boiler, solar panels, heat pump, heat resistance, low temperature heating

Зайцев Олег Миколайович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплогазопостачання та вентиляції Національної академії природоохоронного і курортного будівництва. Академік Кримської академії наук, дійсний член академії будівництва України. Наукові інтереси: теплогенеруючі установки малої потужності, закручені потоки та їх взаємодія, вентиляція нестационарних місць зварювання в середовищі захисних газів, системи водяного опалення.

Петрекевич Лілія Валеріївна – магістр кафедри теоретичних основ хімії Одеського національного політехнічного університету. Інженер 1 категорії. Наукові інтереси: системи водяного опалення, альтернативні джерела теплової енергії.

Триколич Тетяна Дмитрівна – асистент кафедри опалення, вентиляції та охорони повітряного басейну Одеської державної академії будівництва та архітектури. Інженер. Наукові інтереси: закручені потоки та їх взаємодія, системи опалення напівзакритих і відкритих приміщень.

Зайцев Олег Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Национальной академии природоохранного и курортного строительства. Академик Крымской академии наук, действительный член академии строительства Украины. Научные интересы: теплогенерирующие установки малой мощности, закрученные потоки и их взаимодействие, вентиляция нестационарных мест сварки в среде защитных газов, системы водяного отопления.

Петрекевич Лилия Валериевна – магистр кафедры теоретических основ химии Одесского национального политехнического университета. Инженер 1 категории. Научные интересы: системы водяного отопления, альтернативные источники тепловой энергии.

Триколич Татьяна Дмитриевна – ассистент кафедры отопления, вентиляции и охраны воздушного бассейна Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Инженер. Научные интересы: закрученные потоки и их взаимодействие, системы отопления полужакрытых и открытых помещений.

Oleg Zaitsev – DSc (Eng.), Professor, Head of the Heat and Ventilation Department, National Academy of Nature Protection and Resort Development. Academician of Crimean Academy of Sciences, member of the Academy of Construction of Ukraine. Scientific interests: heat generating unit of small capacity, swirling flows and their interaction, ventilation unsteady places welding in shielding gases, water heating systems.

Petrekevich Lily – Master, Theoretical Foundations of Chemistry Department, Odessa National Polytechnic University. Engineer of the first category. Scientific interests: water heating systems, alternative sources of heat energy.

Trykolych Tatiana – Assistant, Heating, Ventilation and Air Protection Department, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Engineer. Scientific interests: swirling flows and their interaction, heating systems and semi-open spaces.