

УДК 697.132

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОТОПЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Пухкал В.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: pva1111@rambler.ru

В работе представлены результаты исследования режимов теплопотребления эксплуатируемого жилого здания. Для исследования принято типовое двенадцатиэтажное семиподъездное жилое здание. Подача теплоносителя на отопление производится от центрального теплового пункта. В центральном тепловом пункте принято качественное регулирование отпуска теплоты. На основании регистрируемых параметров теплоносителя выполнен анализ работы системы теплоснабжения и системы отопления здания. Установлены фактические режимы теплопотребления здания в отопительный период. Отмечены недостатки применяющегося способа регулирования в виде избыточного отпуска теплоты (в период с температурой наружного воздуха выше плюс 5 °С) и недостаточного отпуска теплоты (в период с температурой наружного воздуха ниже минус 3 °С). Предложен метод регулирования теплового потока системы отопления жилых зданий в зависимости от температуры наружного воздуха путем настройки регулятора на поддержание графика расхода теплоты, а не температуры воды.

Ключевые слова: жилые здания, отопление, теплопотребление

THE ANALYSIS OF HEAT CONSUMPTION MODES IN SERVICED RESIDENTIAL BUILDINGS

Pukhkal V.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering», Saint-Petersburg, e-mail: pva1111@rambler.ru

The article presents research results of the heat consumption modes in serviced residential building. The standardized twelve-storeys seven-entrances residential building is selected for the research. The heat carrier for heating is passed from central heat supply station. The central heat supply station is using ratio-governed heat supply control. The analysis of heat supply and heating systems' work based on monitored heat carrier parameters is performed. The actual heat consumption operational modes in the heating season are determined. The disadvantages of the current method of regulation by excess heat supply (when outside air temperature is greater than plus 5 °C) and insufficient heat supply (when outside air temperature is lower than minus 3 °C) are identified. The method of heat flow regulation of residential building heating system depending on outside air temperature by regulator adjustment for heat flowrate maintenance instead of water temperature maintenance is proposed.

Keywords: residential buildings, heating, heat consumption

В жилых зданиях автоматическое регулирование температуры внутреннего воздуха может производиться в центральном или индивидуальном тепловом пункте. Наиболее распространенным методом является регулирование по возмущению (изменению метеорологических параметров – обычно по температуре наружного воздуха) [5]. В системе регулирования предусматривается обратная связь по температуре теплоносителя, поступающего в здание. В некоторых случаях в качестве обратной связи вводится полусумма температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах или только температура теплоносителя в обратном трубопроводе [5].

Для принятия решения о предпочтительном методе регулирования теплопотребления жилых зданий на отопление при теплоснабжении от центрального теплового пункта целесообразно выполнить анализ теплопотребления существующего жилого

здания. В качестве объекта исследования принято двенадцатиэтажное жилое здание, состоящее из 7 типовых блок-секций серии 1ЛГ-504Д (рис. 1):

- пять секций 12БМ-2 (12-этажная Блок-секция Меридиональная, компоновка № 2);
- одна секция 12БМТ-3 (12-этажная Блок-секция Меридиональная Торцевая, компоновка № 3);
- одна секция 12БМТ-4 (12-этажная Блок-секция Меридиональная Торцевая, компоновка № 4).

Проект здания разработан для условий г. Ленинграда. Расчетная температура наружного воздуха – минус 25 °С. Температура отапливаемых помещений – $t_{в} = 18$ °С. Проектный тепловой поток системы отопления – 2504 кВт.

Коэффициенты теплопередачи ограждений, принятые при разработке проекта:

- наружной стены – 1,186 Вт/(м²·°С);
- чердачного перекрытия – 0,989 Вт/(м²·°С);

– окон и балконных дверей с раздельно-сближенными переплетами с учетом откосов стены – $3,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

– входных двойных дверей – $2,675 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Теплоснабжение на отопление осуществляется от центрального теплового пункта (ЦТП) с 4 элеваторными узлами в здании; расчетные параметры теплоносителя в наружных тепловых сетях после ЦТП – $130\text{--}70^\circ\text{C}$. На вводе тепловой сети в здание установлен коммерческий прибор учета тепловой энергии и теплоносителя.

Год постройки здания – 1981.

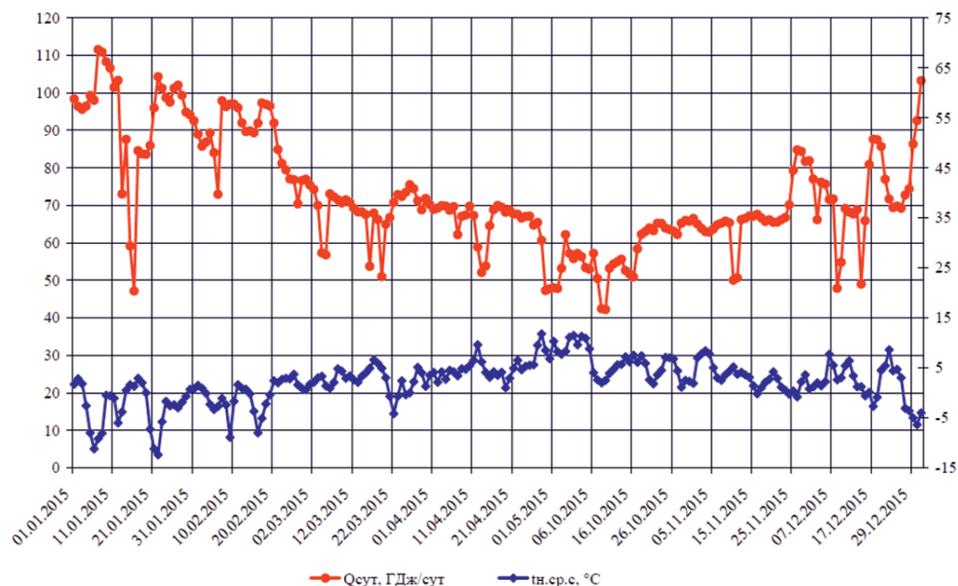
В центральном тепловом пункте принято качественное регулирование отпуска теплоты. Количество потребляемой теплоты регулируется в ЦТП путем изменения температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. При этом

расход теплоносителя в индивидуальном тепловом пункте каждого потребителя должен оставаться постоянным в течение всего отопительного периода.

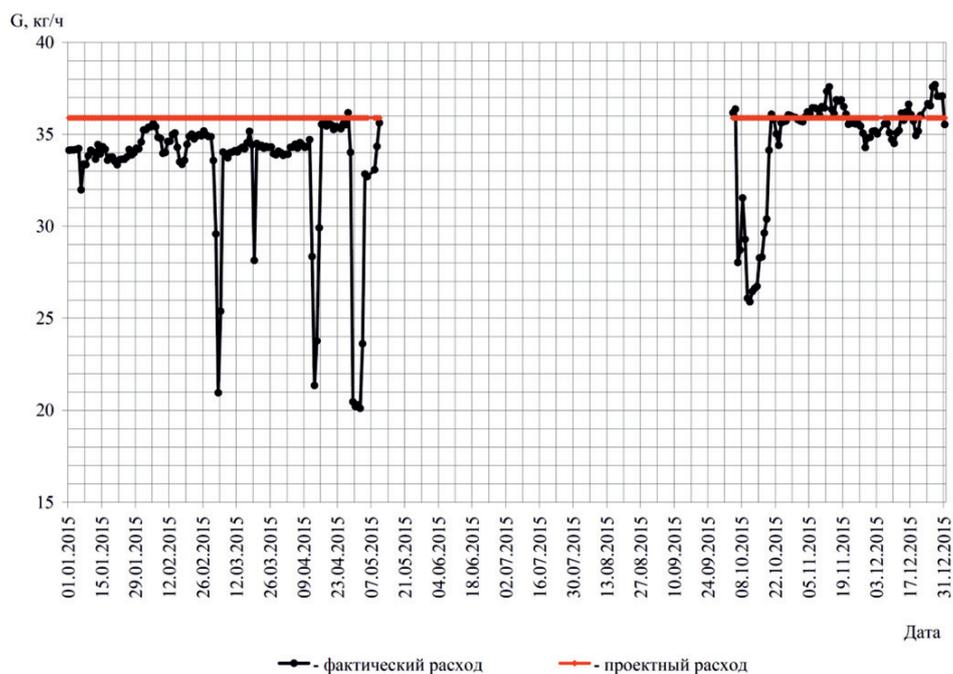
Для анализа приняты данные коммерческого прибора узла учета тепловой энергии (УУТЭ) на отопление за годовой период с 01.01.2015 по 31.12.2015. Сведения о средней суточной температуре воздуха за 2015 г. приняты по наблюдениям метеорологической станции Санкт-Петербург. Суточное теплотребление здания, среднесуточная температура наружного воздуха и расход теплоносителя в тепловой сети на отопление по суткам рассматриваемого периода представлены на рис. 2. На рис. 3 приведена зависимость среднесуточного теплового потока системы отопления от среднесуточной температуры наружного воздуха [1].



Рис. 1. Общий вид здания



a)



б)

Рис. 2. Суточное теплотребление здания, среднесуточная температура наружного воздуха (а) и расход теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети (б) по суткам рассматриваемого периода

Поскольку режим теплотребления здания зависит от температурного графика работы тепловой сети (графика подачи теплоты в системы отопления в зависимости от погодных условий), то для сравнения на

рис. 4 представлены зависимости температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети от температуры наружного воздуха для трех случаев:

- расчетный температурный график для жилых зданий без учета тепловыделений в квартирах – по [3, 4];
- температурный график тепловой сети в соответствии с договором на отпуск тепловой энергии;
- фактические значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети.

На основании представленных данных можно сделать следующие выводы:

- фактический температурный график тепловой сети не соответствует расчетному температурному графику и температурному графику тепловой сети по договору; соответствие соблюдается только в диапазоне температур наружного воздуха от плюс 5 до минус 3 °С;

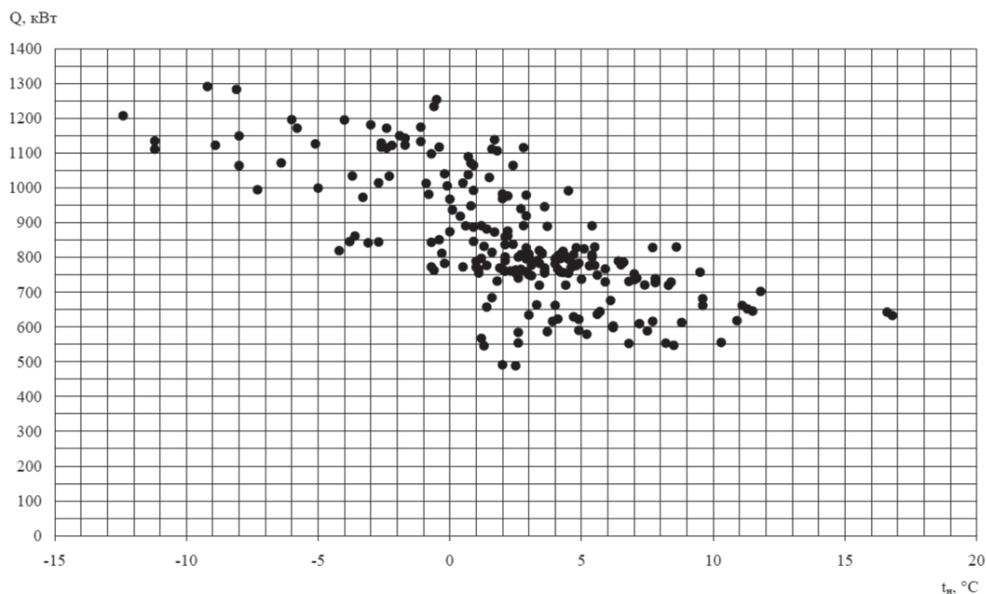


Рис. 3. Среднесуточный тепловой поток системы отопления по данным приборов учета

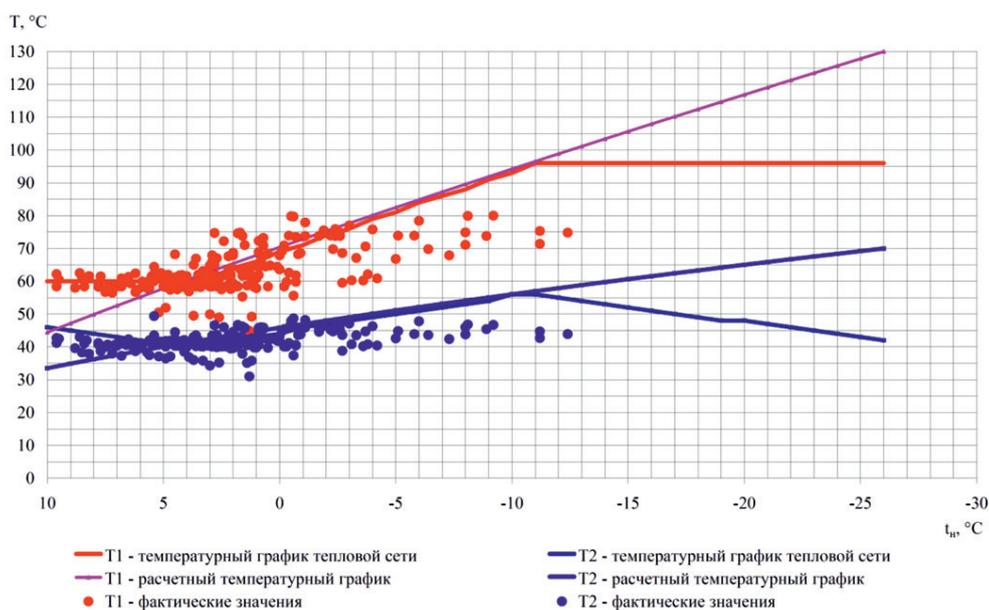


Рис. 4. Температурный график

– в диапазоне температур наружного воздуха от плюс 8 до плюс 5 °С наблюдается «перетоп» – превышение расчетного теплопотребления;

– в диапазоне температур наружного воздуха от минус 3 до минус 26 °С наблюдается «недотоп» – недоотпуск теплоты на отопление;

– расход теплоносителя на отопление в тепловой сети отличается от проектного значения и значительно изменяется в течение отопительного периода; средний расход

теплоносителя 32963 кг/ч на 8,1% меньше проектного значения (35886 кг/ч);

– величина теплопотребления значительно отличается при одних и тех же среднесуточных температурах наружного воздуха; значения теплового потока отличаются в 2 раза;

– целесообразно регулирование теплопотребления выполнять непосредственно в индивидуальном тепловом пункте, а не в ЦТП, вследствие значительного запаздывания.

Результаты оценки перерасхода (недоотпуска) теплоты

Номер элеваторного узла	Характеристика систем, присоединенных к элеваторному узлу	Температура теплоносителя			Результаты расчета	
		от ЦТП, $T_1, ^\circ\text{C}$	на выходе из системы отопления, $T_2, ^\circ\text{C}$	на входе в систему отопления, $T_3, ^\circ\text{C}$	Перетоп, %	Недоотпуск теплоты, %
1	1 и 2 подъезды	84	48	70		4,8
2	3 подъезд; 4 подъезд	84	50	71		3,5
3	5 и 6 подъезды:					
	– система отопления	84	40	62		10,6
	– полотенцесушители		49	62		4,1
4	7 подъезд:					
	– система отопления	84	49	72		4,1
	– полотенцесушители		59	72	3,1	
По температурному графику тепловой сети		88	53	71		

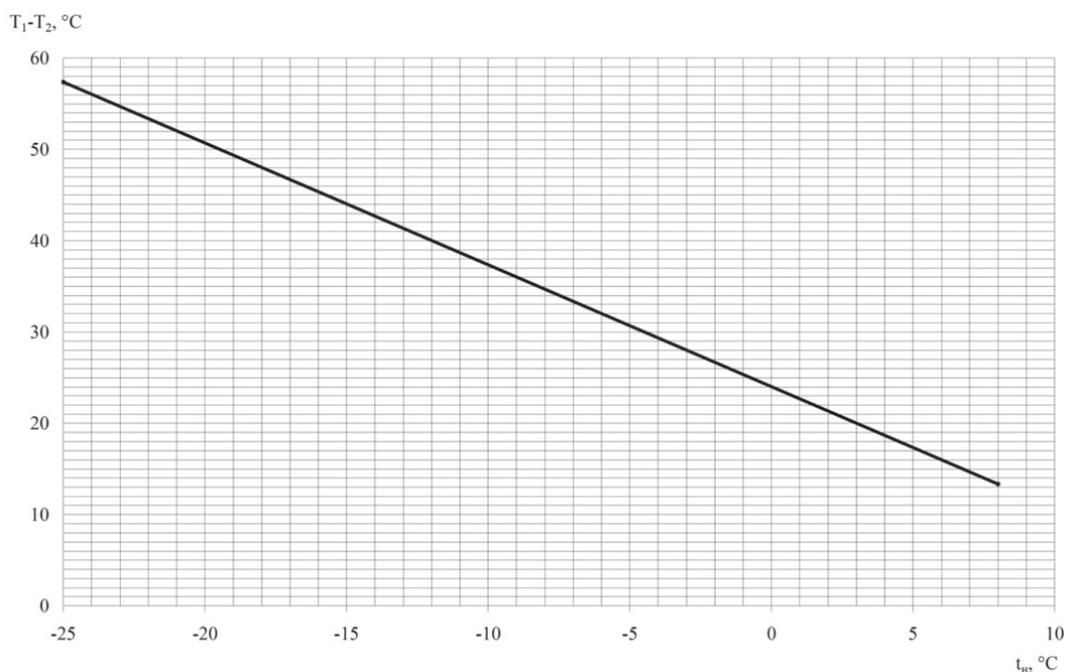


Рис. 5. График подачи теплоты (разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети) в систему отопления в зависимости от погодных условий

Выполнена оценка недоотпуска (перерасхода) теплоты по отдельным элеваторным узлам в здании при температуре наружного воздуха $t_n = -8^\circ\text{C}$ в соответствии с методикой [2]. Результаты расчета приведены в таблице.

Наиболее значительный недоотпуск теплоты (10,6%) в системе отопления 5 и 6 подъездов здания (элеваторный узел 3). Для элеваторного узла 3 отмечается также наибольшее несоответствие параметров теплоносителя на входе и на выходе системы отопления по сравнению с температурным графиком:

- по температурному графику – $T_3/T_2 = 71/53^\circ\text{C}$;
- фактически – $T_3/T_2 = 62/40^\circ\text{C}$.

Следует обратить внимание на регулирование теплопотребления здания на отопление в период «перетопа» (с температурой наружного воздуха выше плюс 5°C). Величина воздухообмена, поддерживаемая в помещениях жилых зданий, имеет только нижнюю границу, и при достаточном отпуске теплоты (что и происходит в данном случае) население, как правило, увеличивает воздухообмен до значений, не вызывающих нарушений теплового комфорта, путем открывания окон или форточек.

Для жилых зданий наиболее целесообразен метод регулирования теплового потока системы отопления в зависимости от температуры наружного воздуха путем настройки регулятора на поддержание графика расхода теплоты, а не температуры воды. Для этого необходимо измерять разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах при постоянном расходе воды.

График регулирования разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, построенный по результатам измерений теплопотребления в диапазоне температур наружного воздуха от плюс 5 до минус 3°C (при котором не происходило нарушения температурного графика), представлен на рис. 5.

Список литературы

1. ГОСТ 31168-2014. Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 22 с.
2. Руководящий документ: РД 34.09.455-95. Методические указания по обследованию теплопотребляющих установок закрытых систем теплоснабжения и разработка мероприятий по энергосбережению [Текст]. – Москва: ВТИ, 1996. – 58 с.
3. Свод правил: СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов [Текст]. – Москва: ГУП ЦПП, 2002. – 80 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Текст] / Е.Я. Соколов. – Москва: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
5. Чистович С.А. Автоматизированные системы теплофикации, теплоснабжения и отопления [Текст] / С.А. Чистович, В.Б. Харитонов. – СПб: АВОК Северо-Запад, 2008. – 304 с.

References

1. GOST 31168-2014. Zdanija zhilye. Metod opredelenija udelnogo potreblenija teplovoj jenerгии na otopenie. Moskva: Standartinform, 2014. 22 p.
2. Rukovodjashhij dokument: RD 34.09.455-95. Metodicheskie ukazaniya po obsledovaniju teplopotrebljajushhij ustanovok zakrytyh sistem teplosnabzhenija i razrabotka meroprijatij po jenergoberezeniju [Tekst]. Moskva: VTI, 1996. 58 p.
3. Svod pravil: SP 41-101-95. Proektirovanie teplovyh punktov [Tekst]. Moskva: GUP CPP, 2002. 80 p.
4. Sokolov E.Ja. Teplofikacija i teplovyje seti [Tekst] / E.Ja. Sokolov. Moskva: Izdatelstvo MJeI, 2001. 472 p.
5. Chistovich S.A. Avtomatizirovannye sistemy teplofikacii, teplosnabzhenija i otopenija [Tekst] / S.A. Chistovich, V.B. Haritonov. SPb: AVOK Severo-Zapad, 2008. 304 p.