

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА



УДК 697.34 .

DOI:10.30724/1998-9903-2022-24-3-101-111

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ИТП

Горинов^{1,2} Ю.А., Анисимов¹ П.Н.

¹Поволжский государственный технологический университет,

²МУП «Йошкар-Олинская ТЭЦ-1»

ORCID0000-0002-7789-2399

Резюме: ЦЕЛЬЮ работы является повышение эффективности систем централизованного теплоснабжения. В статье описана актуальность темы, рассмотрены проблемы функционирования систем централизованного теплоснабжения с открытым водоразбором. Выполнен анализ технических решений модернизации индивидуальных тепловых пунктов. Разработана технологическая схема ИТП с приставкой на горячее водоснабжение. Определены основные технико-экономические и инвестиционные показатели применения разработанного технического решения. **МЕТОДЫ.** При решении поставленных задач применена методика оценки эффективности с расчетом капитальных и эксплуатационных затрат, включая расчет срока окупаемости. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Приведены результаты внедрения разработанного технического решения в индивидуальных тепловых пунктах многоквартирных домов г. Йошкар-Олы: снижен расход сетевой воды на 36 - 39%; снижена температура в обратном трубопроводе на 13,5%; снижено теплосодержание горячей воды с 0,168 до 0,145 Гкал/м³, обеспечена требуемая циркуляция во всех стояках системы горячего водоснабжения. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Предложена новая схема регулирования рециркуляции ГВС при открытом присоединении потребителей к централизованному источнику. Применение разработанного технического решения модернизации ИТП повышает эффективность централизованных систем теплоснабжения и может быть рекомендовано к внедрению в индивидуальных тепловых пунктах зданий с открытым водоразбором. Расчеты, выполненные на основании показаний общедомовых коммерческих приборов учета, показали, что срок окупаемости технического решения составляет 40 суток. Впервые выполнено экспериментальное исследование влияния совместной дополнительной установки насоса и регулирующего клапана на линии рециркуляции ГВС перед узлом смешения рециркуляции ГВС с обратной СО и перед регулятором температуры прямого действия. Результаты экспериментального исследования могут быть использованы при технико-экономическом обосновании аналогичных схемных решений модернизации систем ГВС. Предложенная схема модернизации теплового узла может быть использована в централизованных системах теплоснабжения с открытым присоединением систем ГВС с целью снижения расхода сетевой воды, снижения температуры в обратном трубопроводе и снижения тепловых потерь, улучшения циркуляции во всех стояках системы ГВС.

Ключевые слова: энергетические системы и комплексы; централизованная система теплоснабжения; открытый водоразбор; индивидуальный тепловой пункт; приставка на горячее водоснабжение; экономическая эффективность.

Для цитирования: Горинов Ю.А., Анисимов П.Н. Повышение эффективности систем централизованного теплоснабжения модернизацией ИТП // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022. Т.24. № 3. С. 101-111. doi:10.30724/1998-9903-2022-24-3-101-111.

INCREASING THE EFFICIENCY OF DISTRICT HEATING SUPPLY SYSTEMS BY LOCAL HEAT DISTRIBUTION STATION MODERNIZATION

YuA. Gorinov^{1,2}, PN. Anisimov¹

¹Pavolga State University of Technology,

MUP «Yoshkar-Olinskaya CHPP-1»

Abstract: The PURPOSE of the study is to improve the efficiency of district heating systems. To achieve this purpose, the following tasks must be completed. To consider the problems of functioning of an open heat supply system functioning. Perform an analysis of technical solutions for the modernization of local heat distribution and metering station are presented. To develop a technological scheme of local heat distribution station with a hot-water supply system. To determine the main technical, economic and investment indicators of the developed technical solution. **MATERIALS AND METHODS.** Measurements were made using the local heat metering station. When solving the set tasks, a methodology for assessing efficiency was applied with the calculation of capital and operating costs, including the calculation of the payback period. **RESULTS.** A new scheme for regulating of hot water supply system recirculation with open connection of consumers to a centralized source is proposed. The results of the implementation of the developed technical solution of local heat distribution and metering station for apartment buildings in Yoshkar-Ola city are presented. An experimental study of the effect of a joint additional installation of a pump and a control valve on the hot water supply system recirculation line before the mixing unit for hot water recirculation with return pipe and before the direct-acting temperature controller was the first to do. As a result, the consumption of district water was reduced by 36 - 39%, the temperature in the return pipeline was reduced by 13.5%; the enthalpy of the hot water was reduced from 0.168 to 0.145 Gcal/m³, the required circulation in all risers of the hot water supply system was ensured. **CONCLUSION.** The use of the developed technical solution for the modernization of local heat distribution and metering station increases the efficiency of district heating supply systems. Calculations made on the basis of the readings of automatic custody heat transfer meter showed that the payback period for the technical solution is 40 days. The proposed solution is recommended for use in local heat distribution station of open heat supply system in order to reduce water rate, lower the temperature in the return pipeline and reduce heat losses, improve circulation in all riser pipes of the hot water system.

Keywords: energy systems and complexes; district heating supply system; open heat supply system; local heat distribution and metering station; hot water supply system; economic efficiency.

For citation: Gorinov YuA, Anisimov PN. Increasing the efficiency of district heating supply systems by local heat distribution station modernation. *Power engineering: research, equipment, technology.* 2022; 24(3): 101-111. doi:10.30724/1998-9903-2022-24-3-101-111.

Введение

Развитие теплоснабжения в нашей стране ориентировано на создание крупных систем централизованного теплоснабжения [1]. Российская система теплоснабжения включает в себя более 50 тыс. локальных систем теплоснабжения. Система теплоснабжения включает в себя источник тепла, систему транспорта теплоносителя (тепловые сети) и системы теплопотребления. Подключение систем теплопотребления к тепловым сетям осуществляется в тепловых пунктах [2]. Развитие централизованных систем теплоснабжения в нашей стране произошло во время советского периода. Почти 50 % всех систем теплоснабжения были открытого типа, характеризующиеся тем, что водоразбор горячей воды для нужд потребителя происходит непосредственно из теплосети, причем, водоразбор может быть как полным (тупиковая схема), так и частичным (циркуляционная схема). Остающаяся в системе сетевая вода продолжает использоваться для отопления или вентиляции [3, 4]. Преимущество открытой системы теплоснабжения заключается в ее экономической выгоде: минимальные капитальные затраты на сооружение теплотрасс, централизация очистки горячей воды. В то же время, нельзя сбрасывать со счетов то, что такая система теплоснабжения имеет и ряд существенных недостатков. Прежде всего, это невысокое санитарно-гигиеническое качество воды [5]. Отопительные приборы и трубопроводные сети придают воде специфический запах и цветность, появляются различные посторонние примеси, а также, бактерии. Переменный расход сетевой воды в системе теплоснабжения создает определенные трудности с ведением гидравлического режима работы. Располагаемый напор перед тепловым пунктом не стабилен, следовательно, невозможно обеспечить постоянный расход воды в системе отопления. В результате происходит недотоп или перетоп потребителей [6]. Требования соблюдения установленных нормативными актами ограничений минимальной температуры 60 °С и максимальной 75 °С горячей воды на водоразборном кране потребителя, привели к необходимости осуществления повышенной циркуляции в системе горячего водоснабжения [7, 13]. В

результате повышается температура воды в циркуляционном трубопроводе горячего водоснабжения, и как следствие, в обратном трубопроводе тепловой сети. Опыт эксплуатации показывает, что оптимальными температурами для системы горячего водоснабжения с учетом потерь тепловой энергии в полотенцесушителях являются 60°C в подающем и 50°C в циркуляционном трубопроводе. При этом, вначале температурного графика отпуска тепла температура воды из систем горячего водоснабжения повышает температуру сетевой воды в обратном трубопроводе, а затем после их выравнивания, понижая ее.

Согласно ст. 29 ФЗ-190 «О теплоснабжении» с 1 января 2022 года предусмотрен запрет на использование централизованных открытых систем теплоснабжения. Это требование вызвало бурное обсуждение специалистов энергетической отрасли. В частности, Правительство г. Санкт-Петербурга предложило поправки, которые сводились к тому, что срок перехода на закрытую систему устанавливается «при условии наличия в схеме теплоснабжения обоснования экономической эффективности реализации мероприятий» или «в случае нарушений требований к качеству и безопасности воды». При этом все расходы необходимо учитывать в тарифе на тепловую энергию. В настоящее время указанное требование закона изменено.

Наиболее экономически целесообразным является модернизация открытых систем теплоснабжения [11, 12, 15]. Например, в Ульяновске в качестве решения проблемы управления циркуляцией горячей воды предложена и прошла апробацию схема с установкой дроссельных диафрагм на циркуляционных линиях ГВС и термостатических клапанов. Достигнуты определенные положительные результаты по снижению фактических расходов горячей воды, снижена температура в циркуляционном трубопроводе, снижен расход тепла на подогрев [8, 9]. Но, к сожалению, в публикации не приведена технологическая схема, что несколько затрудняет восприятие работы. Таким образом, особую актуальность и большую народнохозяйственную значимость приобретает задача повышения эффективности и надежности функционирования систем теплоснабжения, требующая решения вопросов рационального использования топлива, материальных и трудовых ресурсов, энергосбережения, улучшения экологической обстановки и обеспечения на высоком уровне снабжения энергоресурсами населения. Решением проблем эксплуатации централизованных систем теплоснабжения с открытым водоразбором является модернизация существующих индивидуальных тепловых пунктов путем установки автоматики регулирования [10, 14].

Научная значимость данного исследования заключается в разработке новой схемы регулирования рециркуляции ГВС, а также в результатах экспериментального исследования влияния совместной дополнительной установки насоса и регулирующего клапана на линии рециркуляции горячего водоснабжения перед узлом смешения рециркуляции горячей воды с обратной СО и перед регулятором температуры прямого действия, впервые полученных для данной схемы.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологических решений, позволяющих обеспечить снижение расхода сетевой воды, снижения температуры в обратном трубопроводе и снижения тепловых потерь, а также улучшения циркуляции во всех стояках системы ГВС многоквартирного жилого дома.

Материалы и методы

Техническое решение модернизации теплового узла заключается в установке регулирующего клапана и насоса на циркуляционном трубопроводе горячего водоснабжения. Схема теплового узла до модернизации приведена на рисунке 1, после модернизации на рисунке 2.

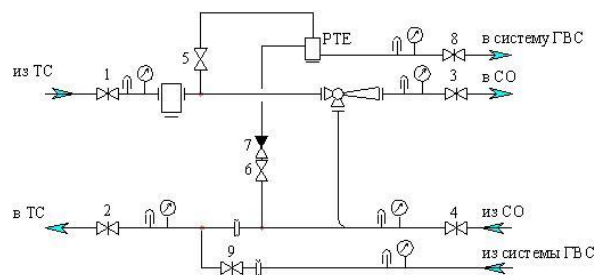


Рис. 1. Схема теплового узла до модернизации: 1,2,3,4,5,6,8,9 – запорная арматура; 7 – обратный клапан.

Fig. 1. Schematic diagram of the local heat distribution station before modernization: 1,2,3,4,5,6,8,9 – stop valves; 7 – check valve.

Для анализа результатов внедрения технического решения использованы показания коммерческих приборов учета многоквартирных домов, а также измерители самопишущие ИС-201. Приборы имеют свидетельства о ежегодной поверке и допущены для ведения коммерческих расчетов. Обработка результатов выполнена с помощью комплекса компьютерных программ *MicrosoftWord* и *MicrosoftExcel*. В работе использованы методы вычислительной математики.

Краткая характеристика клапана: клапан смесительный 3-х ходовой, диапазон регулирования 20 – 55 °С, настройка выполняется путем выставления регулятора в положение от «1» до «6». При выполнении монтажных работ один из выходов («холодный») заглушен, таким образом клапан функционально переведен в режим 2-х ходового.

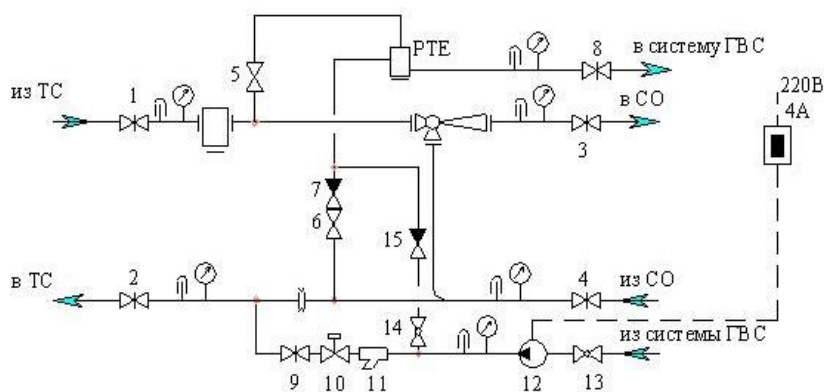


Рис. 2. Схема теплового узла после модернизации: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 и 7 тоже, что на рис. 1; 10 – термостатический клапан; 11 – сетчатый фильтр; 12 – циркуляционный насос; 15 – обратный клапан.

Fig. 1. Schematic diagram of the local heat distribution station after modernization:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, and 7 – the same as at 1-st fig.; 10 – thermostatic valve; 11 – mesh filter; 12 – circulating pump; 15 – check valve.

По результатам эксплуатации модернизированных тепловых узлов выявлено:

- клапан работает устойчиво, амплитуда колебаний температуры в циркуляционной линии ГВС не превышает 3 – 4 °С;
- шум при работе клапана отсутствует;
- жалобы от потребителей на низкую температуру ГВС и шум не поступали;
- производителем указан диапазон регулирования клапана 20 – 55 °С. В реальной эксплуатации верхняя граница диапазона доходит до 60 – 63 °С, в следствие чего клапан необходимо ставить в положение «5»;
- также в нескольких тепловых узлах клапаны перестали работать по причине засора мелкими частицами;
- рекомендуется при применении регулирующего клапана устанавливать сетчатый фильтр диаметром не менее Ду 25, байпас регулирующего клапана при модернизации приставок ГВС из схемы исключить.

Анализ результатов и их обсуждение

Выполнено сравнение за июль и август 2021года данных ОДПУ МКД с 20 - ти модернизированными тепловыми узлами, имеющими приставки на горячее водоснабжение. Температура воды в циркуляционном трубопроводе из системы ГВС не превышает 50 °С (рис. 3).

В результате внедрения технического решения в тепловых узлах в августе 2021 снизились расходы в подающем и обратном трубопроводе в среднем 36-39 % по сравнению с июлем, при этом увеличилось фактическое потребление абонентами теплоносителя на 137,24 м³ (15,68 %).

**Замеры температуры ул. Машиностроителей №61 ТУ 2 19.10-20.10.2020 г.
байпас закрыт, насос 1 скорость, клапан 5.5**

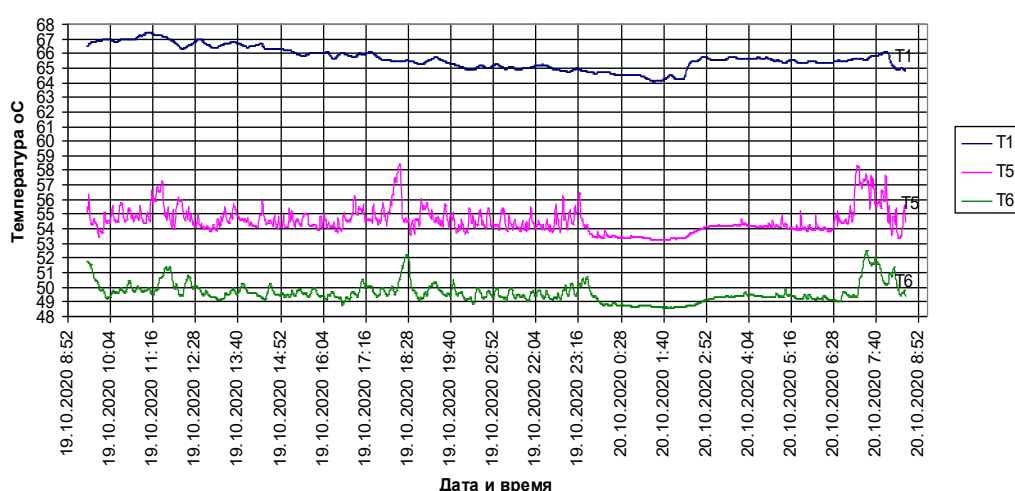


Рис.3. График температуры воды в многоквартирном жилом доме ул. Машиностроителей, 61: $T1$ – температура в подающем трубопроводе на вводе в тепловой узел; $T5$ – температур в подающем трубопроводе системы ГВС; $T6$ – температура в циркуляционном трубопроводе системы ГВС

Fig.3. The graph of water temperature in the apartment house at Mashinostroiteley St., 61: $T1$ - temperature in the supply pipeline at the inlet to the local heat distribution station; $T5$ - temperature in the supply pipeline of the hot water supply system; $T6$ - temperature in the circulating pipeline of the hot water supply system

Анализируя показатели узла учета тепловой энергии (далее УУТЭ) микрорайона №3 (рис. 4, рис. 5 и рис. 6) были получены следующие результаты. После выполнения мероприятия расход теплоносителя по микрорайону №3 снизился на 300 т/сут. Потребление горячей воды по показателю ДМ увеличилось. В летний период экономический эффект составит $30 \text{ т} \cdot 1736,88 \text{ руб/м}^3 = 52106 \text{ руб/сут.}$

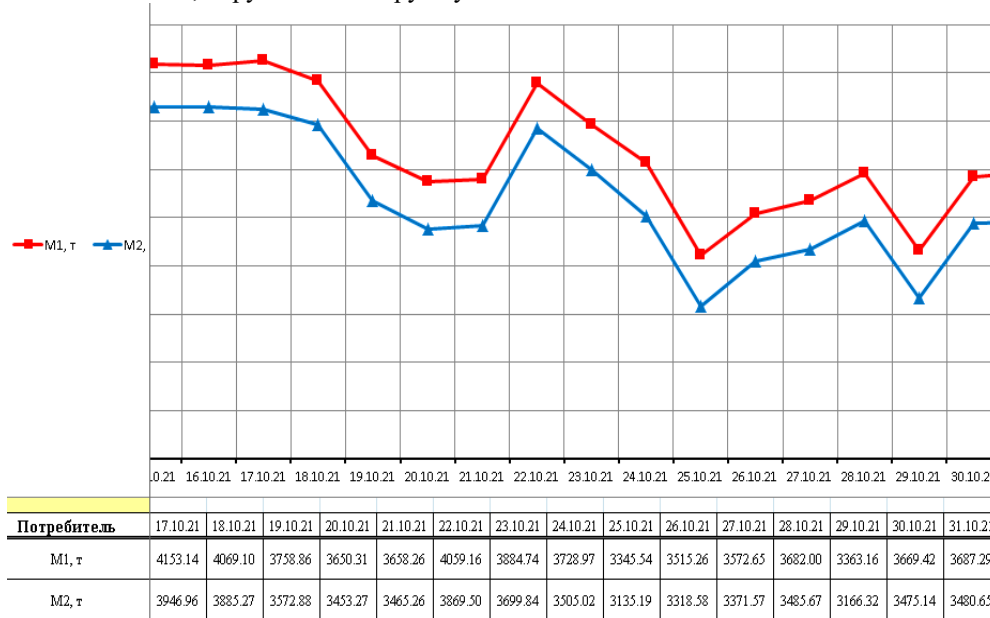


Рис. 4. Показания УУТЭ мкр. №3. Анализ по показателю M1, M2

Fig. 4. The readings of automatic custody heat transfer meter of microraion N 3. Analysis by indicator M1, M2

Температура теплоносителя t_2 превышала расчетную по графику на 4°C , после выполнения мероприятия - снизилась на $2,6^\circ\text{C}$. Экономический эффект от снижения t_2 на 3°C выразится в снижении тепловых потерь (оценочно на 2-2,5 %).

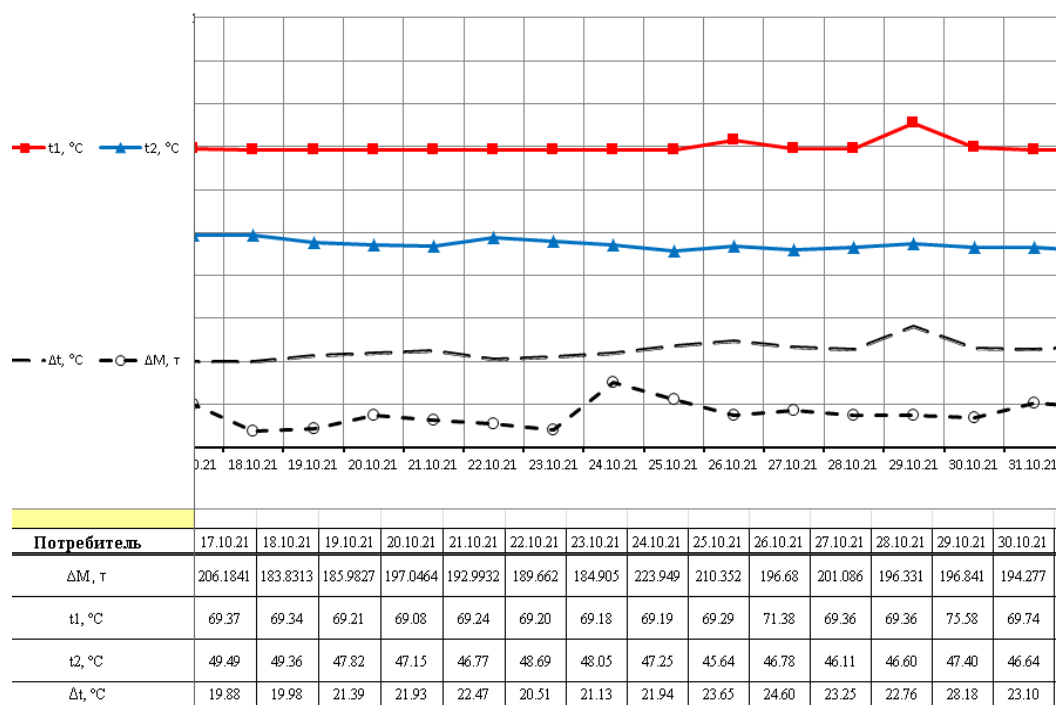


Рис. 5. Показания УУТЭ мкр. №3. Анализ по показателям ΔM , t_1 , t_2 , Δt

Fig. 5. The readings of automatic custody heat transfer meter of microrail N 3. Analysis by indicators ΔM , t_1 , t_2 , Δt

В результате модернизации снижено превышение температуры теплоносителя в обратном трубопроводе, снижена фактическая разница между температурой теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе по сравнению с температурным графиком.

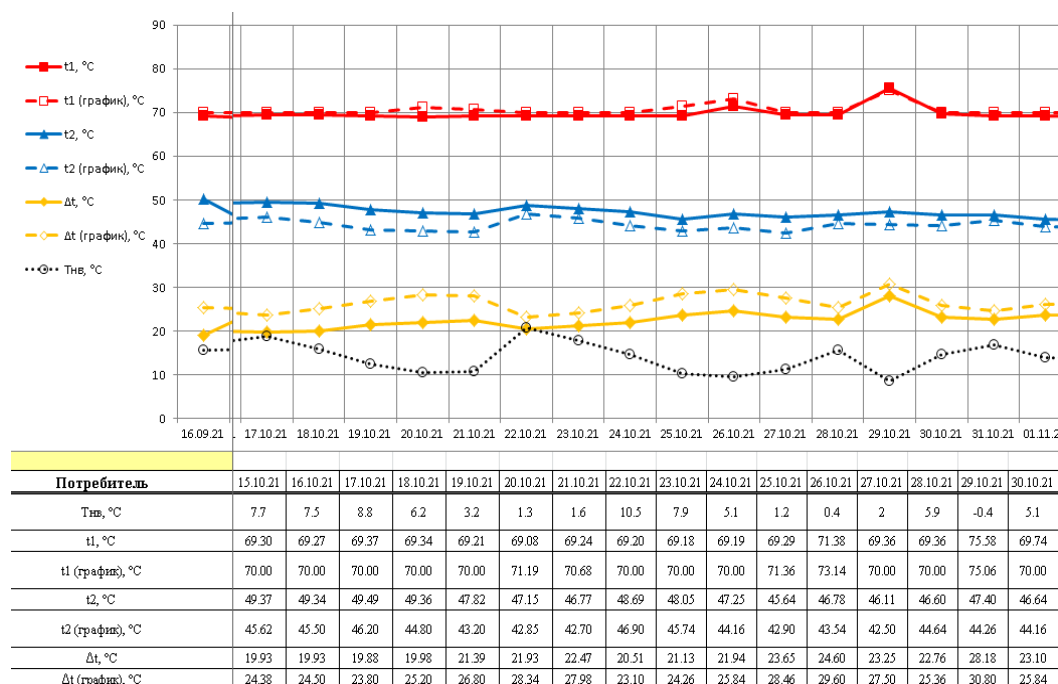


Рис. 6. Анализ по показателям t_1 , t_2 , Δt , T_{nv}

Fig. 6. Analysis by indicators t_1 , t_2 , Δt , T_{nv}

Анализ изменения расхода тепловой энергии до и после модернизации, приведенный к средней температуре наружного воздуха за отопительный период, а также в системе ГВС приведен в таблице 1.

В результате реализации мероприятия снизился расход теплоносителя в подающем трубопроводе, увеличился расход теплоносителя в подающем трубопроводе системы ГВС, снизилось превышение температуры в обратном трубопроводе тепловой сети.

Таблица 1

Анализ расхода тепловой энергии до и после модернизации приставки системы горячего водоснабжения

Адрес	До установки РТ			После установки РТ		
	Q _{ГВС} , Гкал/сут	Q _{от.прив} (-4.7), Гкал/сут	Q _Σ прив (-4.7), Гкал/сут	Q _{ГВС} , Гкал/сут	Q _{от.прив} (-4.7), Гкал/сут	Q _Σ прив (-4.7), Гкал/сут
ул. Анциферова, 1	0,47	4,45	4,92	0,56	3,22	3,79
ул. Машиностроителей, 2 ввод.1	0,63	2,06	2,69	0,65	1,74	2,39
ул.Машиностроителей, 2 ввод.2	0,32	1,86	2,19	0,28	1,59	1,87
ул. Машиностроителей, 2а	0,39	6,53	6,92	0,43	6,24	6,67
ул. П.Курсантов, 4	1,34	7,36	8,71	1,40	5,92	7,32
ул. П.Курсантов, 4а	0,53	3,63	4,16	0,61	3,23	3,84
ул. П.Курсантов, 6	0,96	8,53	9,50	1,08	6,66	7,74
ул. П.Курсантов, 10	0,63	6,28	6,92	0,72	4,87	5,59
ул. П.Курсантов, 10а	0,23	2,23	2,46	0,30	1,64	1,93
ул. Дружбы, 95	0,28	2,10	2,37	0,29	1,94	2,24
ул. Дружбы, 99	1,00	4,87	5,87	1,04	4,53	5,56
ул. Дружбы, 101	0,37	4,02	4,39	0,45	3,72	4,17
ул. П.Курсантов, 2	0,15	1,39	1,54	0,21	1,05	1,26
ул. П.Курсантов, 6Б	0,18	1,84	2,02	0,29	1,28	1,57
ул. П.Курсантов, 8А	0,47	3,18	3,65	0,56	2,27	2,83
ул. П.Курсантов, 12	0,65	4,94	5,59	0,85	4,04	4,88
ул. П.Курсантов, 14	0,22	3,23	3,45	0,34	2,41	2,75
ул. П.Курсантов, 16	0,77	5,30	6,07	0,92	4,46	5,38
ул. П.Курсантов, 16Б	0,13	0,82	0,95	0,14	0,59	0,73
ул. П.Курсантов, 1 ввод 1	0,61	5,15	5,76	0,76	3,87	4,62
ул. П.Курсантов, 1 ввод 2	0,32	1,86	2,19	0,28	1,59	1,87
ул.Машиностроителей, 2Б	0,39	7,04	7,43	0,39	5,81	6,20
ул. Дружбы, 95а	0,86	2,04	2,90	0,86	2,04	2,90
ул. П.Курсантов, 14а	1,03	4,76	5,79	1,03	4,76	5,79
ул. Дружбы, 97 жд	0,79	5,15	5,95	0,79	5,15	5,95
ул. Дружбы, 94	0,00	1,55	1,55	0,00	1,55	1,55
ул.Анциферова, 1а	0,02	1,51	1,53	0,02	1,51	1,53
ул. П.Курсантов, 8	0,09	2,75	2,84	0,09	2,75	2,84
ул. П.Курсантов, 8 Б	0,10	4,67	4,77	0,10	4,67	4,77
ул. П.Курсантов, 12 Б	0,15	4,21	4,37	0,15	4,21	4,37
Итого	14,09	115,33	129,42	15,58	99,33	114,91
УУТЭ на мкр №3	12,60	140,46	153,06	14,07	119,07	133,14

Параметры теплоносителя в системе ГВС до и после модернизации приставки приведены в таблице 2.

В результате реализации мероприятия увеличился расход тепловой энергии на ГВС, уменьшился расход тепловой энергии на систему отопления, тем самым ликвидирован «перетоп», снижено общее теплопотребление по всем зданиям.

Таблица 2

Параметры ГВС потребителей до и после модернизации приставки

Адрес	Расход теплоносителя, М1, т/сут		Расход теплоносителя на ГВС, т/сут		Отклонение температуры t_2 от графика, °С	
	До монтажа	После монтажа	До монтажа	После монтажа	До монтажа	После монтажа
ул. Анциферова, 1	128.9	91.3	6.88	8.28	2.27	-3
ул. Машиностроителей, 2 ввод. 1	67.7	63.2	9.25	9.51	1.97	0.37
ул. Машиностроителей, 2 ввод. 2	62.8	54.4	4.76	4.13	3.72	1.15
ул. П.Курсантов, 4	254	179	19.4	20.5	5.26	-1.2
ул. П.Курсантов, 4а	132.8	99	7.8	8.9	5.5	-0.6
ул. П.Курсантов, 6	240	184	14.3	16	2.5	-2
ул. П.Курсантов, 10а	98	44	3.5	4.4	10.2	-3.4
Итого	1403.2	1096.9	80.92	88.39	4.5	0.2

Увеличилось потребление в Гкал на ГВС (5,8% - факт по приборам, 15,68% по нормативу, увеличение продажи на 19450,81 руб.). Уменьшилась тепловая составляющая по сравнению с июлем месяцем (июль - в среднем 0,168 Гкал/м³) в августе составила в среднем 0,145 Гкал/м³, это на 15,9% приблизилось к установленному нормативу (0,068 Гкал/м³), снизив тем самым потери от начисления Гкал в ГВС по нормативу. Это увеличило продажу абонентам объемов теплоносителя и объемов тепловой энергии в ГВС на 8,2% (69 579,52 руб.), при этом не зависило покупку, оставив в денежном выражении ее почти на уровне июля 2021 (+0,67%, +8165,41 руб.).

Анализ экономического эффекта внедрения технического решения выполнен для межотопительного периода, выполнение расчета в отопительный период не требуется, т.к. оплата за сверхнормативное потребление тепловой энергии на ГВС по действующим нормативным актам переносится на систему отопления (табл.3).

Таблица 3

Расчет экономического эффекта

Показатель	Ед.изм.	До внедрения	После внедрения	Эффект от внедрения
Реализация по прибору учета				
теплоноситель	куб.м.	439,7	522,1	82,5
Реализация тепловой энергии на подогрев ГВ				
по нормативу	Гкал.	29,9	35,5	5,6
Тариф (экономически обоснованный) без НДС - на тепловую энергию 1 625,41 руб./Гкал - на теплоноситель 46,40 руб./куб.м.				
горячая вода	руб.	68 994,91	81 936,75	12 941,84
тепловая энергия на ГВ	руб.	48 594,69	57 709,92	9 115,23
теплоноситель	руб.	20 400,22	24 226,83	3 826,61

Расчет срока окупаемости разработанного технического решения приведен в таблице 4.

Таблица 4

Расчет срока окупаемости технического решения

Сметная стоимость	Экономический эффект	Срок окупаемости
10375 руб	258, 84 руб/сут	40 суток

Заключение

Апробация разработанной модернизации приставки на горячее водоснабжение улучшило технические характеристики работы теплового узла, при этом обеспечена требуемая циркуляция во всех стояках системы горячего водоснабжения.

Анализ внедрения технического решения, выполненный с использованием данных общедомовых приборов учета, показал, что срок окупаемости составляет 40 суток. При

этом в отопительный сезон исключены «перетопы» в системе отопления, снижающие платежи за отпущенную тепловую энергию.

В результате реализации мероприятия:

1. Снижен расход теплоносителя на 21,8 %;
2. Увеличен отбор теплоносителя на ГВС (показатель М1-М2) на 8,5 %;
3. Снижена температура теплоносителя в обратном трубопроводе на 4,3 °С.
4. Уменьшилась тепловая составляющая в ГВС с 0,168 до 0,145 Гкал/м³.

Предложенная схема модернизации теплового узла может быть рекомендована к использованию в индивидуальных тепловых пунктах жилых многоквартирных домов при открытой схеме присоединения системы ГВС.

Опираясь на полученный опыт рекомендовано продолжить внедрение разработанной схемы модернизации приставки ГВС в ТУ МКД по городу.

Литература

1. Выдержки из Информационно-аналитического доклада ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, Москва, 2018 г. Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2015-2016 годы. // Новости теплоснабжения. 2018. №3(211). С. 8-17.
2. Семенов В.Г. Стратегия развития теплоснабжения и когенерации в Российской Федерации до 2025 года, проект на 2019 год. Доступно по: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3140. Ссылка активна на 14 апреля 2022.
3. Xiaofang S., Peng W., Panhong R., Hua Z. The Influence of Central Regulation Methods upon Annual Heat Loss in Heating Network // MATEC Web of Conferences. 2016. Vol. 54, N06004.
4. Звонарева Ю.Н., Ваньков Ю.В. Работа системы теплоснабжения при поэтапном внедрении автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. Т. 19. №1-2. С. 31-40.
5. Кикоть Е.А., Газизов Ф.Н. Выбор структуры тепловой генерации в городах РФ при актуализации схем теплоснабжения. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22. № 5. С. 71-82.
6. Рафальская Т.А. Мансуров Р.Ш. Оценка влияния температуры воды в системе горячего водоснабжения на температурный режим помещений // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. №4. С.42-49.
7. Семенов В.Г. Нормативы на подогрев горячей воды // Новости теплоснабжения. 2018. № 6 (214). С. 8–17.
8. Rotov P.V., Sivukhin A.A., Gafurov R. A., Rotova M.A. About standards for hot water heating // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1683 (4). P. 042017.
9. Rotov P.V., Zhukov D.A., Zhukova A.V., Sivukhin A.A. About economy of fuel and resources in the hot water supply system // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 891. P. 012160.
10. Ротов П.В. Сивухин А.А. Оценка эффективности технологий регулирования нагрузки горячего водоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. 2016. № 6. С. 22-28.
11. Tumanova T., Cimbale A. The Technical-Economic Analysis of Hot Water Supply Systems for Residential Buildings // Proceedings of REHVA Annual Conference 2015 “Advanced HVAC and Natural Gas Technologies” (Riga, Latvia, May 6 – 9). 2015. pp. 177–183.
12. Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения. М.: Новости теплоснабжения, 2008. 446 с.
13. Pieper H., Ommen T.S., Markussen W.B. and Elmegaard B. Optimal Usage of Low Temperature Sources to Supply District Heating by Heat Pumps // Proceedings of ECOS 2017:30th International Conference of Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems; 2–6 July 2017; San Diego, California, USA.
14. П.В. Ротов, А.А. Сивухин, М.А. Ротова, Р.А. и др. Об эффективности управления циркуляцией горячей воды // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2020. Т. 22. № 5. С. 117-129.
15. Gazizov F.N., Akhmetova I.G. Development of technique and program for analysis of options for transition to a closed hot-water supply scheme for heat supply systems // Power Engineering Research Equipment Technology. 2019. Vol. 21, N3. pp. 126-134.

Авторы публикации

Юрий Аркадьевич Горинов – доцент с ученой степенью кандидата наук, кафедра "Энергообеспечение предприятий" ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет"; Заместитель главного инженера по эксплуатации МУП "Йошкар-Олинская ТЭЦ-1".

Павел Николаевич Анисимов – доцент с ученой степенью кандидата наук, кафедра "Энергообеспечение предприятий" ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет"

References

1. Vyderzhki iz Informacionno-analiticheskogo doklada FGBU «Rossijskoe jenergeticheskoe agentstvo» Minjenergo Rossii, Moskva, 2018 g. Teplojenergetika i centralizovannoe teplosnabzhenie Rossii v 2015-2016 gody. *Novosti teplosnabzhenija*. 2018; 3(211):8-17.
2. Semenov V.G. Strategija razvitija teplosnabzhenija i kogeneracii v Rossijskoj Federacii do 2025 goda, proekt na 2019 god. Available at: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3140. Accessed: 14 Apr 2022
3. Xiaofang S., Peng W., Panhong R., Hua Z. The Influence of Central Regulation Methods upon Annual Heat Loss in Heating Network. *MATEC Web of Conferences*. 2016; 54 (06004). doi:10.1051/mateconf/20165406004
4. Zvonareva Ju.N., Van'kov Ju.V. Work of system of heat supply at stage-by-stage introduction of the automated individual thermal points. *Proceedings of the higher educational institutions. ENERGY SECTOR PROBLEMS*. 2017; 19:31-40.
5. Kikot' E.A., Gazizov F.N. Selection of the structure of thermal generation in cities of the russian federation when actualizing the heat supply schemes. *Proceedings of the higher educational institutions. ENERGY SECTOR PROBLEMS*. 2020; 22(5): 71-82. doi: 10.30724/1998-9903-2020-22-5-71-82
6. Rafal'skaja T.A. Mansurov R.Sh. Ocenka vlijaniya temperatury vody v sisteme gorjachego vodosnabzhenija na temperaturnyj rezhim pomeshhenij. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika*. 2017; 4: 42-49.
7. Semenov V.G. Normativy na podogrev gorjachej vody. *Novosti teplosnabzhenija*. 2018; 6 (214): 8–17.
8. Rotov P.V., Sivukhin A.A., Gafurov R. A., Rotova M.A. About standards for hot water heating // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1683(4):042017. doi: 10.1088/1742-6596/1683/4/042017
9. Rotov P.V., Zhukov D.A., Zhukova A.V., Sivukhin A.A. About economy of fuel and resources in the hot water supply system. *Journal of Physics: Conference Series*. 2017; 891(1):012160. doi: 10.1088/1742-6596/891/1/012160.
10. Rotov P.V. Sivuhin A.A. Ocenka jeffektivnosti tehnologij regulirovanija nagruzki gorjachego vodosnabzhenija. *Jenergoberezenie i vodopodgotovka*. 2016; 6:22-28. (In Russ).
11. Tumanova T., Cimbale A. The Technical-Economic Analysis of Hot Water Supply Systems for Residential Buildings // *Proceedings of REHVA Annual Conference 2015 "Advanced HVAC and Natural Gas Technologies"* (Riga, Latvia, May 6 – 9). 2015. pp. 177–183. doi: 10.7250/rehvaconf.2015.025.
12. Jakovlev B.V. *Povyshenie jeffektivnosti sistem teplofikacii i teplosnabzhenija*. Moscow: Novosti teplosnabzhenija; 2008.
13. Pieper H., Ommen T.S., Markussen W.B. and Elmegaard B. Optimal Usage of Low Temperature Sources to Supply District Heating by Heat Pumps. *Proceedings of ECOS 2017:30th International Conference of Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems; 2–6 July 2017; San Diego, California, USA*.
14. P.V. Rotov, A.A. Sivuhin, M.A. Rotova, R.A. i dr. On the efficiency of the control of the circulation of hot water. *Proceedings of higher educational institutions. ENERGY SECTOR PROBLEMS*. 2020; №22(5):117-129. doi:10.30724/1998-9903-2020-22-6-117-129
15. Gazizov F.N., Akhmetova I.G. Development of technique and program for analysis of options for transition to a closed hot-water supply scheme for heat supply systems. *Power Engineering Research Equipment Technology*. 2019;21 (3):126-134. doi: 10.30724/1998-9903-2019-21-3-126-134.

Authors of the publication

Yuriy A. Gorinov – Povolga State Technological University.; Deputy Chief Engineer on operation of MUP «Yoshkar-Olinskaya CHPP-1».

Pavel N. Anisimov – Povolga State Technological University.

Получено 25.05.2022г.

Отредактировано 31.05.2022г.

Принято 31.05.2022г.