

УДК 697.34

А.И. Скляниченко, магистр, Одес. нац. политехн.  
ун-т

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КАЧЕСТВО ЦЕНТРАЛИЗИРОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*А.И. Скляниченко.* **Вплив регуляторів температури на якість централізованого теплопостачання.** На прикладі м. Одеси розглядаються сучасні проблеми у галузі розробки і дотримання температурних та гідравлічних режимів теплопостачальними організаціями, які здійснюють теплопостачання від централізованих теплогенераторів. Досліджується вплив роботи регуляторів температури гарячої води на оптимізацію цих режимів, оцінюється економічний ефект від впровадження регуляторів, розглядаються подальші перспективи оптимізації гідравлічних і температурних режимів для поліпшення якості централізованого теплопостачання.

*А.И. Скляниченко.* **Влияние регуляторов температуры на качество централизованного теплоснабжения.** На примере г. Одессы рассматриваются современные проблемы в области разработки и соблюдения температурных и гидравлических режимов теплоснабжающими организациями, осуществляющими теплоснабжение от централизованных теплоисточников. Исследуется влияние работы регуляторов температуры горячей воды на оптимизацию этих режимов, оценивается экономический эффект от внедрения регуляторов, рассматриваются дальнейшие перспективы оптимизации гидравлических и температурных режимов для улучшения качества централизованного теплоснабжения.

*A.I. Sklyanichenko.* **Effect of temperature controllers on the quality of centralized heating.** On the example of Odessa the contemporary problems in the development and observance of temperature and hydraulic conditions by heating organizations, that carry out heating from centralized heat sources, are considered. Influence of hot water temperature controllers on optimization of these conditions is studied, economic effect from the introduction of controllers is estimated, further prospects of hydraulic and temperature conditions optimization are estimated to improve the quality of centralized heating.

Качественное теплоснабжение потребителей обеспечивается при обязательном соблюдении теплового и гидравлического режимов отпуска тепловой энергии. В соответствии с расчетными проектными требованиями отпуск тепла потребителям в Одессе, осуществляется путем изменения температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха (качественное регулирование) по температурному графику 150/70. Расчет теплового графика производится в соответствии с Инструкцией по эксплуатации тепловых сетей [1]. Однако, неудовлетворительное состояние теплотрасс и тепломеханического оборудования привело к необходимости отклонений от расчетного графика и значительному снижению температуры теплоно-

сителя. В настоящий момент температура теплоносителя, подаваемого потребителю, принимает значения 60...90 °С. Снижение температуры теплоносителя привело к возникновению ряда проблем, среди которых можно выделить:

— интенсивное размножение биологических организмов в трубопроводах, что, в свою очередь, привело к увеличению интенсивности внутренней коррозии трубопроводов, а отложения биологических организмов способствовали значительному увеличению коэффициентов сопротивления и ухудшению гидравлических режимов;

— нарушение работы деаэраторов на бойлерных ГВС, работающих эффективно при температуре не ниже 70 °С, привело к значительному увеличению интенсивности коррозии трубопроводов горячего водоснабжения.

Следует особо выделить изменения гидравлического режима тепловых сетей. Снижение температуры теплоносителя привело к необходимости увеличения расхода в теплосети при прежнем напоре, что вызвало увеличение потребления электроэнергии сетевыми насосами и газа котлами. Изменение параметров теплоносителя влекло необходимость перенастроек тепломеханического оборудования и параметров теплоносителя также и у потребителя. Самопроизвольная, локальная регулировка гидравлических параметров у потребителя, внесение изменений в местные и внутридомовые системы теплоснабжения, подключение потребителей без предварительных расчетов, без учета влияния данных изменений на общий гидравлический и тепловой режимы сети, способствовали ухудшению качества теплоснабжения в целом.

В настоящее время гидравлические параметры на котельных задаются эмпирически, на основе опыта эксплуатации. Никаких расчетов с учетом указанных условий, а также с учетом изменений тепловых и гидравлических параметров не проводится. Все эти факторы ведут к полной разрегулировке тепловых сетей и значительному снижению качества теплоснабжения. Указанные проблемы также актуальны и для предприятий, осуществляющих теплоснабжение на территории Украины и всего СНГ.

Кроме того в Одессе преобладает качественный способ регулирования отпуска тепловой энергии (изменение температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха при постоянных гидравлических характеристиках). В то время в Европе преобладает качественно-количественный режим отпуска тепловой энергии: изменение температуры теплоносителя и изменение расхода теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. Внедрение этого способа регулирования имеет большой потенциал для повышения качества теплоснабжения и снижения затрат. К сожалению, данный способ гидравлического регулирования не исследован на теплоснабжающих предприятиях Украины. В Одессе попытки регулировки подачи количества тепла путем изменения расхода теплоносителя можно наблюдать на следующих примерах:

— Котельная “Школьная” теплопроизводительностью 70 Гккал/ч и тепловые сети от нее. Реконструированное оборудование позволяет полностью регулировать отпуск тепла от котельной качественно-количественным способом.

— Монтаж регуляторов температуры горячей воды на центральных и индивидуальных тепловых пунктах в Суворовском, Киевском районах города и Юго-Западном массиве.

Об использовании регуляторов температуры для оптимизации тепловых и гидравлических режимов на тепловых пунктах известно давно [1]. Внедрение данных устройств является одним из шагов по оптимизации разрегулированных в последние годы тепловых и гидравлических режимов, более эффективному использованию выработанного тепла. Исследования в этой области могут лечь в основу методик расчета гидравлических режимов оборудования отечественных теплоснабжающих предприятий. Необходимость исследований гидравлических режимов предприятий, осуществляющих теплоснабжение в значительных масштабах (от микрорайонов до больших мегаполисов), с учетом описанных проблем очевидна.

В целом использование указанного метода регулирования мало распространено на теплоснабжающих предприятиях СНГ, а результаты исследований фактически не освещены в печати. Поэтому актуальны исследования результатов эксплуатации регуляторов температуры на тепловых пунктах, анализ изменения гидравлических и температурных режимов с их использованием.

Применение указанного способа комплексно на сетях г. Одессы произошло сравнительно недавно. Это связано с повышением требований по экономии энергоресурсов, повышением надежности современных регуляторов температуры, и является одним из способов оптимизации тепловых и гидравлических режимов, а также улучшения качества теплоснабжения в целом.

Регуляторы температуры были установлены в 2008 и 2009 гг. во время ремонтной кампании на объектах КП «Теплоснабжение г. Одессы». Установка регуляторов производилась на тепловых пунктах от котельных: Северная-1, Северная-2 (Суворовский район), Южная-1, Южная-2 (Киевский район), Чубаевка (Фонтан, Юго-Западный массив) — частично, Шампанский пер. (Приморский район) — частично. Температура горячей воды была установлена 51...53 °С с учетом погрешности и в соответствии с правилами эксплуатации сетей [2]. Регуляторы при помощи дросселя изменяют расход теплоносителя на теплообменник в зависимости от текущей температуры горячей воды без воздействия на циркуляционный насос. На расход теплоносителя, в первую очередь, влияет температура горячей воды перед теплообменником и расход горячей воды (в зависимости от водоразбора горячей воды в данный момент времени) (рис 1). Таким образом, при низком водоразборе в ночные и непиковые часы и температуре теплоносителя свыше 65 °С имеет место нецелесообразное использование тепловой энергии на нагрев горячей воды на тепловых пунктах, не оборудованных регуляторами температуры. При повышении температуры теплоносителя потери тепла на указанных тепловых пунктах возрастают. Применение регуляторов температуры позволяет решить эти проблемы.

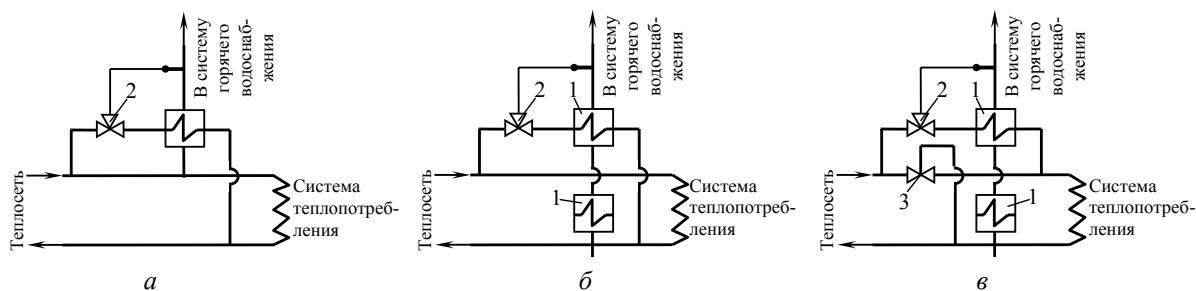


Рис. 1. Схема подключения регуляторов температуры горячей воды на ЦТП при схеме включения подогревателей: параллельной (а); смешанной (б); последовательной (в); 1 — подогреватель воды, 2 — клапан регулятора температуры, 3 — клапан регулятора расхода

Некоторые результаты этих исследований:

Помимо указанных преимуществ по недопущению нецелесообразного использования тепловой энергии, применение регуляторов температуры позволило снизить расход теплоносителя на нагрев горячей воды, тем самым снизить общий расход в сети и оптимизировать гидравлический режим в целом:

На теплосетях от котельной «Северная-1» был снижен расход теплоносителя на 250...300 т/ч и незначительно увеличен перепад давлений.

На теплосетях от котельной «Северная-2» снижение расхода позволило увеличить разность давлений в прямой и обратной магистрали на 1,2 кгс/см<sup>2</sup>, что позволило улучшить качество теплоснабжения потребителей и сократить количество жалоб на недогрев теплоносителя в крайних точках сети.

На теплосетях от котельной «Южная-1» снижение расхода позволило сократить количество работающих сетевых насосов без ухудшения гидравлических характеристик.

Очевидно, снижение расхода теплоносителя в сети приводит к снижению расхода газа для его нагрева и вероятности увеличения разности давления между прямым и обратным трубопроводами теплоносителя на выходе из котельной без использования дополнительных сетевых насосов для оптимизации гидравлических характеристик сети, к снижению расхода электроэнергии сетевыми насосами, и утечек и расхода подпиточной воды.

На теплотрассах от остальных районных котельных гидравлический режим оптимизирован аналогичным путем, однако для полного эффекта необходимо полностью доукомплектовать все тепловые пункты котельных регуляторами температуры.

Исследования гидравлических изменений режимов в течение суток показало, что неравномерное пользование горячей водой приводит к переменному расходу теплоносителя на бойлерных, оборудованных регуляторами температуры. В вечерние и утренние часы водозабор был максимальным, соответственно, расход теплоносителя на горячую воду также был максимальным, следовательно, перепад давлений будет уменьшаться и расход на отопление в сети также будет снижаться, следовательно, в пиковые часы необходимо подавать теплоноситель более высокой температуры. В непиковые и ночные часы расход на нужды горячего водоснабжения снижается, соответственно увеличивается расход на отопление и разность давлений в необходимых точках сети, следовательно, можно снизить температуру теплоносителя, компенсируя снижение температуры увеличением расхода на отопление.

Изменения в температурных режимах в разное время суток  $\tau$  до и после установки регуляторов температуры при температуре наружного воздуха не ниже  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  показаны на рис. 2 и около  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  — на рис. 3. На рисунке 2 площади 1-2-3, 5-6, 8-9-10, показывают избыточную выработку теплоты в непиковые часы до установки регуляторов. Устранив избыточную выработку теплоты путем уменьшения расхода теплоносителя на нагрев горячей воды и снизив температуру теплоносителя в непиковые часы, можно увеличить количество теплоты в пиковые часы, тем самым улучшая качество теплоснабжения, не увеличивая среднесуточную выработку теплоты.

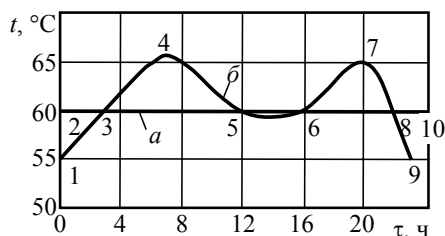


Рис. 2. Температурные режимы работы котельных до и после установки регуляторов температуры: а — 2007 и 2008 гг.; б — 2010 г.

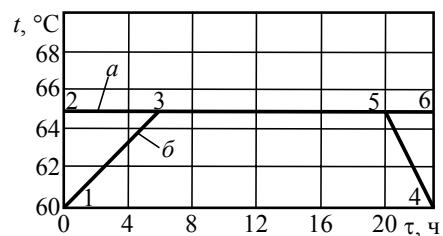


Рис. 3. Температурные режимы работы котельных до и после установки регуляторов температуры: а — 2007 и 2008 гг.; б — 2010 г.

На рисунке 3 площади 1-2-3 и 4-5-6 показывают избыточную выработку теплоты в непиковые часы до установки регуляторов.

При дальнейшем снижении температуры соответственно следует повышение температуры теплоносителя, а изменение его в течение суток не допускается.

Очевидно, что все эти факторы ведут к улучшению качества теплоснабжения.

При исследовании работы тепловых пунктов в дневное и в ночное время суток, расположенных в различных точках тепловой сети Суворовского района, при режиме работы котельной при температуре наружного воздуха  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  были получены параметры, представленные в табл. 1.

Из таблицы 1 следует: снижение температуры теплоносителя на выходе из котельной незначительно снижает температуру рабочего тела, а снижение расхода теплоносителя на нагрев горячей воды приводит к:

— увеличению расхода теплоносителя на теплоснабжение, что компенсирует снижение температуры теплоносителя, не уменьшая количество теплоты, отданной потребителю на отопление,

$$\frac{Q_i}{\Delta t_i} = G_i C_p$$

и о чем свидетельствует снижение разности температур;

— сохранению гидравлических параметров теплоносителя и даже незначительному увеличению разности давлений в необходимых точках сети, несмотря на снижение температуры теплоносителя, что особенно важно при элеваторном подключении потребителей.

Таблица 1

Параметры работы тепловых пунктов от котельной “Северная” в дневное и ночное время после установки регуляторов

Тепловой пункт	Среда	Параметры	Дневное время				Ночное время			
			$\Delta P$ , кгс/см <sup>2</sup>	$T_1$ , °C	$T_2$ , °C	$\Delta T$ , °C	$\Delta P$ , кгс/см <sup>2</sup>	$T_1$ , °C	$T_2$ , °C	$\Delta T$ , °C
Лузановка-1	Теплоноситель		0,8	57	46	11	0,8	51	43	8
	Горячая вода		0,1		50		0,1		50	
	Контур отопления		1,8	50	38	12	1,8	48	40	8
25 Днепропетровская дор., 108	Теплоноситель		3	60	36	24	3,4	55	42	13
	Горячая вода		0,2		54		0,2		50	
	Контур отопления		0,6	55	40	15	0,6	53	42	11
31 Добровольского., 122	Теплоноситель		2	60	38	22	2,2	55	42	13
	Горячая вода		0,1		53		0,1		50	
	Контур отопления		0,7	56	38	18	0,6	53	42	11
40 Днепропетровская дор., 108	Теплоноситель		1,6	56	42	14	1,6	52	40	12
	Горячая вода		0,1		52		0,1		50	
	Контур отопления		0,8	52	37	15	0,8	50	37	13
55 Сахарова, 28	Теплоноситель		1,8	60	45	15	1,8	55	40	15
	Горячая вода		0,1		52		0,1		50	
	Контур отопления		1,6	56	40	16	1,4	53	38	15
57 Днепропетровская дор., 120	Теплоноситель		6,8	5,8	60	40	6,8	5,8	55	42
	Горячая вода		0,1		55		0,1		50	
	Контур отопления		1,0	57	42	15	1,0	53	42	11

Подобные гидравлические режимы не достигались без использования регуляторов температуры. Аналогичная ситуация с гидравлическими режимами наблюдалась и в других районах города.

Анализируя результаты исследований, можно сделать следующие выводы, что установка регуляторов расхода привела к:

— снижению постоянных расходов теплоносителя, что привело к уменьшению расходов природного газа и электроэнергии (в особенности сетевыми насосами, оборудованными регуляторами частоты);

— снижению расхода подпиточной воды;

— появлению возможности снижения среднесуточной температуры теплоносителя без ухудшения качества теплоснабжения за счет увеличения расхода и разности давлений в тех точках сети, где это необходимо, при температурах наружного воздуха не ниже 0 °C. Следует отметить, что такие температуры продолжают значительный период отопительного сезона, и поэтому этот фактор считается немаловажным;

— появлению возможности более гибкой регулировки тепловыми и гидравлическими режимами.

Для оценки экономического эффекта от использования регуляторов температуры был вычислен расход газа и электроэнергии в 2008 и 2009 гг. и установлено снижение потребления энергоресурсов по котельным (табл. 2).

Также, в результате оптимизации гидравлического режима и возможности увеличения перепада теплоносителя в необходимых точках сети сократилось количество жалоб населения на некачественное теплоснабжение (табл. 3).

Исходя из проведенных исследований можно сделать вывод, что эксплуатация тепломеханического оборудования и сетей с регуляторами температуры горячей воды имеет ряд преимуществ.

Таблица 2

*Снижение потребления энергоресурсов,  
необходимых для производства тепла*

Районная котельная	Электроэнергия, %	Газ, %
Северная-1	7	3,5
Северная-2	5	15
Чубаевка	6	8
Х-квартал	10	1
Южная-2	18	15,5

Таблица 3

*Снижение количества  
жалоб населения*

Административный район	%
Малиновский район	40
Суворовский район	28
Киевский район	27

ществ, а именно, общее повышение качества теплоснабжения и снижение расходов электроэнергии и газа для воспроизводства единицы тепловой энергии, более гибкая регулировка тепловых и гидравлических режимов.

Внедрение регуляторов температуры является первым шагом по оптимизации и нормализации гидравлического режима тепловых сетей Одессы.

Следует отметить, что большинство сетевых насосов районных котельных не оборудованы регуляторами частоты, это, в свою очередь, позволяет изменять гидравлические параметры сети исключительно при помощи дроссельного регулирования. Для расширения возможности регулирования расхода теплоносителя необходимо установить эти регуляторы на всех котельных и обеспечить возможность их работы в автоматическом режиме, поскольку использование их вручную не позволит эффективно динамически регулировать расход в течение суток. В случае отсутствия автоматического регулирования регуляторы будут эффективны только при пусковых процессах и при постоянных статических нагрузках (параметры работы насоса будут регулироваться не с помощью дросселя, а с помощью регулировки частоты, что снизит расход электроэнергии и увеличит надежность работы насоса).

В целом, регулировка и оптимизация гидравлического режима тепловых сетей Одессы показала эффективность применения регуляторов температуры для повышения качества централизованного теплоснабжения, а для дальнейшего совершенствования систем централизованного теплоснабжения необходимо решить ряд сложных задач, среди которых можно выделить:

— разработка методики и гидравлический расчет тепловых сетей с учетом всех особенностей (завышенные коэффициенты сопротивления вследствие биологической коррозии, изменение теплового режима, недостаток данных, особенности прокладки и подключения абонентов и теплоисточников);

— разработка мероприятий по оптимизации гидравлического режима на основе расчета, и их комплексное внедрение;

— оценка перспектив перехода на качественно-количественный режим регулирования;

— разработка методик оценки эффективности работ систем регулирования качественно-количественным способом.

#### **Литература:**

1. Инструкция по эксплуатации тепловых сетей. — М.: Энергия, 1972. — 344 с.
2. ДНАОП 1.1.10-1.02-01. Правила безопасной эксплуатации тепломеханического оборудования электрических станций и сетей. — Харьков: Форт, 2003. — 336 с.
3. Правила технической эксплуатации тепловых установок и сетей. — Харьков: Форт, 2007. — 174 с.
4. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов. — М.: Энергоиздат, 1982. — 360 с.

Рецензент д-р техн. наук, доц. Одес. нац. политехн. ун-та Кравченко В.П.

Поступила в редакцию 21 мая 2010 г.