



ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ С РАЗБОРОМ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ ИЗ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

В. И. Ливчак, канд. техн. наук

Практика показывает, что при выполнении расчетов за потребленную тепловую энергию многоквартирными домами (МКД), оборудованными коллективными (домовыми) приборами учета и подключенными к открытой системе теплоснабжения¹, возникают разногласия между теплоснабжающими организациями и управляющими компаниями. Дело в том, что нет четких указаний, как определить долю теплоты, затраченную на отопление и на горячее водоснабжение, а это важно при составлении счетов на оплату коммунальных услуг.

Положения, прописанные в нормативно-технической документации (см. справку), в соответствии с которой осуществляется организация узлов учета и расчет количества поставленной (полученной) тепло-

вой энергии, теплоносителя в целях коммерческого учета, не являются однозначными. Обратимся к методике осуществления коммерческого учета тепловой энергии (далее – Методика).

¹ С непосредственным водоразбором из тепловой сети.

В Методике в пп. 36, 37 записано, что «в открытой системе теплоснабжения теплосчетчики узла учета потребителей, подключенных по зависимой схеме, должны регистрировать количество полученной тепловой энергии, а также массу теплоносителя, полученного по подающему трубопроводу и возвращенного по обратному трубопроводу, средневзвешенное значение температуры и давление теплоносителя. Дополнительно в системе горячего водоснабжения – регистрация массы, давления и температуры горячей воды в подающем и циркуляционном трубопроводах».

Расчетные формулы теплотребления

Определение количества измеренной в указанных точках (рис. 1) тепловой энергии, полученной потребителем из тепловой сети за отчетный период при условии работы теплосчетчика в штатном режиме ($Q_{из.тс}$), определяется по формуле 1 (см. формулы). Также в Методике (п. 41) приводится формула 5.6 определения массы теплоносителя, потребленного за отчетный период в штатном режиме, как суммы массы теплоносителя, утраченного в процессе передачи тепловой энергии через неплотности в арматуре и трубопроводах тепловой сети на участке от границы балансовой принадлежности до узла учета, и массы израсходованного теплоносителя $M_{из}$ (формула 5.7, в таблице – формула 2).

Следует заметить, что в МКД граница балансовой принадлежности – это стена дома. А узел учета, как правило, находится в 20–25 м от входа трубопроводов тепловой сети в дом. Проходят эти трубы по техподполью открыто, поэтому все возможные утечки можно визуально наблюдать, в том числе это могут сделать обходчики тепловой сети. Поэтому при определении потребленной тепловой энергии в МКД нужно исключать из расчетов возможные утечки теплоносителя на участке трубопровода от границы балансовой принадлежности до узла учета и тепловые потери этих трубопроводов, поскольку они в десятки раз ниже погрешности измерительного прибора.

ТАБЛИЦА РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛ

№	Формула	Расчет
1	$Q_{из} = \left[\int_{T_o}^{T_i} M_1 \times (h_1 - h_{хв}) \times dT - \int_{T_o}^{T_i} M_2 \times (h_2 - h_{хв}) \times dT \right] \times 10^{-3}$	Методика (п. 40, формула 5.5)
2	$M_{из} = M_1 - M_2$	
3	$Q_{из.от} = Q_{из.тс} - Q_{из.гвс}$	
4	$Q_{гв.в} = \int (M_3 - M_4) \times (h_{гв} - h_{хв}) \times 10^{-3}$	
5	$Q_{гв.ц} = Q_{из.гвс} - Q_{гв.в}$	
6	$Q_r = \int (M_1 - M_2) \times (h_2 - h_{хв}) \times 10^{-3}$	
7	$Q_o = \left[\int_{T_o}^{T_i} M_3 \times (h_3 - h_{хв}) \times dT - \int_{T_o}^{T_i} M_4 \times (h_4 - h_{хв}) \times dT \right] \times 10^{-3}$	Методика (п. 40, формула 5.5)
8	$Q_r = \int (M_3 - M_4) \times (h_4 - h_{хв}) \times 10^{-3}$	

Обозначения в формулах

$Q_{из}$ – количество измеренной тепловой энергии, полученной потребителем из тепловой сети за отчетный период, Гкал
 M_1 – масса теплоносителя в подающем трубопроводе, т
 M_2 – масса теплоносителя в обратном (циркуляционном) трубопроводе, т
 h_1 и h_2 – удельные энтальпии теплоносителя, соответственно в подающем и обратном (циркуляционном) трубопроводах, ккал/кг
 $h_{хв}$ – удельная энтальпия холодной воды, при расчете годового теплотребления, ккал/кг (как правило, принимается при температуре 7 °С)
 T_o и T_i – время начала и окончания отчетного периода, ч
 $Q_{из.от}$ – количество измеренной тепловой энергии, потребленной системой отопления, Гкал
 $Q_{из.гвс}$ – количество измеренной тепловой энергии, полученной потребителем на горячее водоснабжение, Гкал
 $Q_{гв.в}$ – количество тепловой энергии, ушедшей с водоразбором, Гкал
 $Q_{гв.ц}$ – количество тепловой энергии, израсходованной с циркуляцией, Гкал
 M_3 – масса теплоносителя в подающем трубопроводе системы ГВС, т
 M_4 – масса теплоносителя в циркуляционном трубопроводе системы ГВС, т
 $h_{гв}$ – удельная энтальпия горячей воды, ккал/кг

СПРАВКА

Документы, по которым происходит учет теплоты и ее распределение между жителями МКД:

- ✓ «Методика осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя» (утверждена Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 17 марта 2014 года № 99/пр);
- ✓ «Правила предоставления коммунальной услуги собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» (утверждены Постановлением Правительства РФ от 6 мая 2011 года № 354 в редакции от 14 февраля 2015 года № 129-ППР).

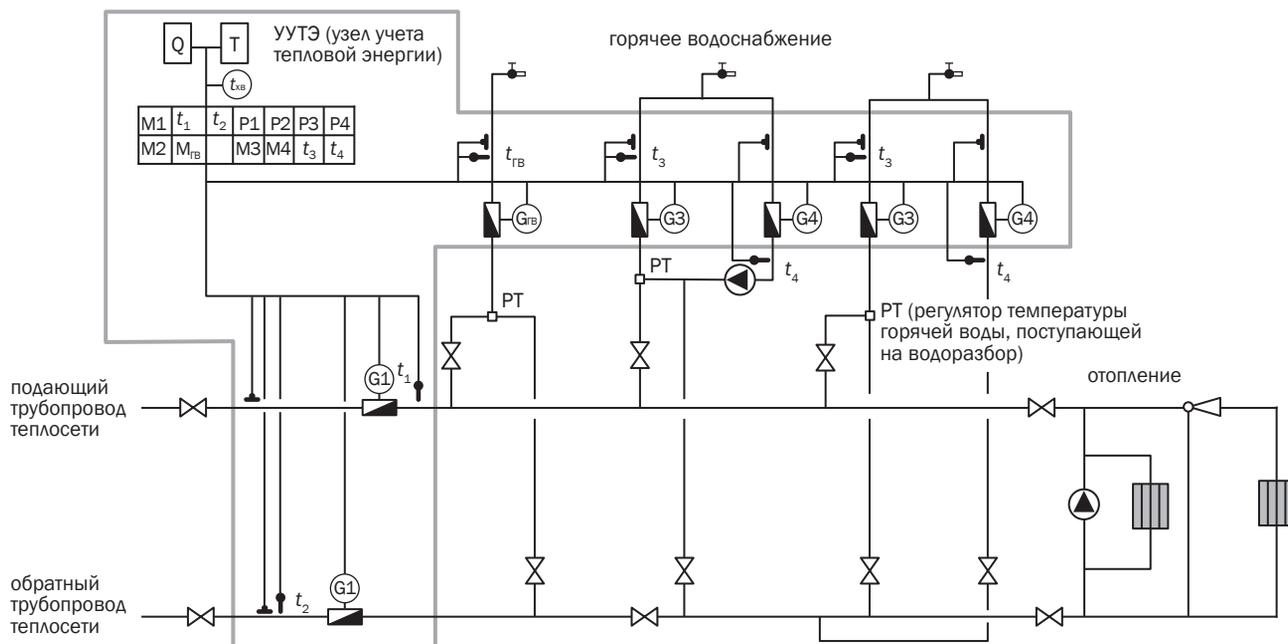


Рис. 1. Вариант принципиальной схемы размещения точек измерения массы (объема) теплоносителя и других регистрируемых параметров в МКД с зависимым присоединением отопления в открытой системе теплоснабжения (в Методике это рис. 6)

В нашем варианте теплового пункта с зависимым присоединением отопления израсходованный теплоноситель – это расход воды на водоразбор в системе горячего водоснабжения (ГВС), но в Методике он так не называется. Его правильней определять не как разность масс теплоносителя, прошедшего по подающему трубопроводу тепловой сети и возвращенного по обратному (Методика,

формула 5.7), а по более точному измерению разности расходов воды в подающем трубопроводе ГВС и в циркуляционном трубопроводе. Это потому, что, как будет показано далее, погрешность измерения расхода превышает эту разность².

Однако в Методике не говорится, что по той же формуле 1, но уже с учетом показаний теплосчетчиков 3 и 4

Таблица Регистрируемые тепловычислителем параметры в тепловом пункте МКД в открытой системе теплоснабжения и результаты измерений

2013 год	Средняя	Расходы и температуры теплоносителя среднемесячные						
Месяцы	$T_{нар.}^{\circ C}$ средняя	$G_{под.}^{\prime}$ М ³	$G_{обр.}^{\prime}$ М ³	$G_n - G_o^{\prime}$ М ³	$T_{под.}^{\prime}$ °C	$T_{обр.}^{\prime}$ °C	$T_{гор.}^{\prime}$ °C	$T_{цирк.}^{\prime}$ °C
январь	-12,7	5 395	5 274	122	91,7	61,3	90,4	68,0
февраль	-12,1	5 372	5 234	138	90,5	60,8	89,3	67,6
март	-5,4	4 439	4 301	137	77,8	56,5	-	-
апрель	7,1	4 902	4 654	248	68,3	49,0	65,3	51,0
май	15,2	1 577	1 267	310	64,7	52,6	63,9	52,0
июнь	20,6	1 187	766	421	-	-	64,1	52,5
июль	20,7	657	426	230	-	-	64,0	52,5
август	19,2	1 161	834	328	-	-	62,4	53,2
сентябрь	13,4	977	685	292	-	-	57,6	48,5
октябрь	5,1	3 807	3 617	191	65,5	48,7	64,6	52,2
ноябрь	2,0	4 459	4 352	107	66,9	48,6	66,0	53,2
декабрь	-7,7	5 080	4 923	156	81,9	55,6	80,6	62,7
Итого:								

² Более подробно в лекции А. Г. Лупей «О погрешности измерения разности масс теплоносителя в открытых системах теплоснабжения» на сайте http://www.teplotpunkt.ru/school/lec_0004.html.

³ Обозначения в примере приведены с распечаток.

(рис. 1), следует определять количество измеренной тепловой энергии, полученной потребителем на горячее водоснабжение $Q_{из.ГВС}$ ($Q_{из.ГВС}$ определяется по той же формуле 1, с заменой M_1 и h_1 на M_3 и h_3 , а M_2 и h_2 на M_4 и h_4). Тогда разность измеренных расходов тепловой энергии будет означать количество тепловой энергии, потребленной системой отопления $Q_{из.от}$ (см. формулу 3).

При необходимости можно количество тепловой энергии, потребленной на горячее водоснабжение, подразделить на теплоту, ушедшую с водоразбором $Q_{ГВ.В}$ (формула 4) и израсходованную с циркуляцией $Q_{ГВ.Ц}$ (формула 5).

Пример реальных измерений

Продемонстрируем изложенное на результатах реальных измерений, выполненных в одном из многоквартирных домов с зависимым подключением отопления и ГВС с циркуляционным насосом и водоразбором из тепловой сети.

В качестве узла учета тепловой энергии установлен тепловычислитель ВКТ-7, который собирает показания с четырех расходомеров и четырех термопреобразователей и выдает распечатку по двум вводам:

- ТВ-1 с итоговым значением³ Q_o , определенным по формуле 1, и Q_r – по формуле 6;

- ТВ-2 с итоговым значением Q_o , определенным по формуле 7, и Q_r – по формуле 8.

Если Q_o из ввода 1 означает количество измеренной тепловой энергии, полученной потребителем из тепловой сети за отчетный период при условии работы теплосчетчика в штатном режиме $Q_{из.тс}$, а Q_o из ввода 2 – количество

измеренной тепловой энергии, полученной потребителем на горячее водоснабжение $Q_{из.ГВС}$, то Q_r из обоих вводов ничего не означает. Если бы в формулах 6 и 8 соответственно вместо h_2 и h_4 было поставлено h_3 , то Q_r было бы количеством тепловой энергии на ГВС, ушедшим с водоразбором $Q_{ГВ.В}$. Для двух способов определения $Q_r = Q_{ГВ.В}$.

Результаты реальных измерений

Представляем результаты измерений расхода тепловой энергии на тепловом пункте рассматриваемого МКД в течение 2013 года, определенные тепловычислителем по двум вводам (табл. 1, левая часть). Прочерком помечено отсутствие измерения из-за того, что приборы были неисправны или отключены. С июня по сентябрь тепловой ввод 1 был отключен, и расходы теплоносителя и тепловой энергии Q_r приняты по вводу 2.

Следующий блок – это расходы тепловой энергии, предъявленные к оплате потребителю якобы по результатам измерений, но совершенно не соответствующие им. Количество теплоты, полученное потребителем из тепловой сети и измеренное на вводе 1 $Q_{о.1\text{ ввод}}$, почему-то становится расходом тепловой энергии на отопление $Q_{отопл.}$. А суммарный расход $Q_{общий}$ получается суммированием Q_r (декларируется как расход тепловой энергии на ГВС, что неправильно, как уже было отмечено) и $Q_{о.1\text{ ввод}}$.

Для сравнения представляем расходы тепловой энергии, полученные по нашим расчетам, основанным на изложенном выше физическом смысле и распечатках тепловычислителя (табл., правая часть). Вычислив, используя

Расход тепла измеренный			Расход тепла предъявленный			Расход тепла и $G_n - G_o$ правильные			
$Q_{о.1\text{ ввод}}$, Гкал	$Q_{г.1\text{ ввод}}$, Гкал	$Q_{о.2\text{ ввод}}$, Гкал	$Q_{общая}$, Гкал	$Q_{отопл.}$, Гкал	$Q_{ГВС}$, Гкал	$Q_{общая}$, Гкал	$Q_{ГВС}$, Гкал	$Q_{отопл.}$, Гкал	$G_n - G_o$, М ³
170,8	6,5	-	177,3	170,8	6,5	170,8	-	-	-
167,3	7,3	-	174,6	167,3	7,3	167,3	-	-	-
115,3	6,6	-	122,0	115,3	6,6	115,3	-	-	-
101,6	9,0	-	110,5	101,6	9,0	101,6	-	-	-
31,4	13,7	-	45,1	31,4	13,7	31,4	-	-	-
-	18,7	28,8*	18,7	0,0	18,7	28,8*	28,8*	0,0	347*
-	9,7	17,0**	9,7	0,0	9,7	17,0**	17,0**	0,0	230**
-	14,8	25,3	14,8	0,0	14,8	25,3	25,3	0,0	328
-	12,7	22,5	34,7	22,5	12,2	22,5	22,5	0,0	292
76,3	7,8	27,3	84,1	76,3	7,8	76,3	27,3	49,0	326
84,7	4,4	28,8	89,1	84,7	4,4	84,7	28,8	55,9	316
135,2	5,3	34,0	140,5	135,2	5,3	135,2	34,0	101,2	284
			1021,4			976,2			

* В распечатке 32,2 Гкал и 421 м³, но первые 2,5 суток четвертый расходомер показывал ноль, а тепловычислитель не обнаружил этой нештатной ситуации и при определении Q_o не вычитал из поступающей теплоты возвращаемую обратно в тепловую сеть, что привело к завышению Q_o , что нами учтено.

** За 18 суток, 12 суток горячее водоснабжение было отключено на плановую профилактику.

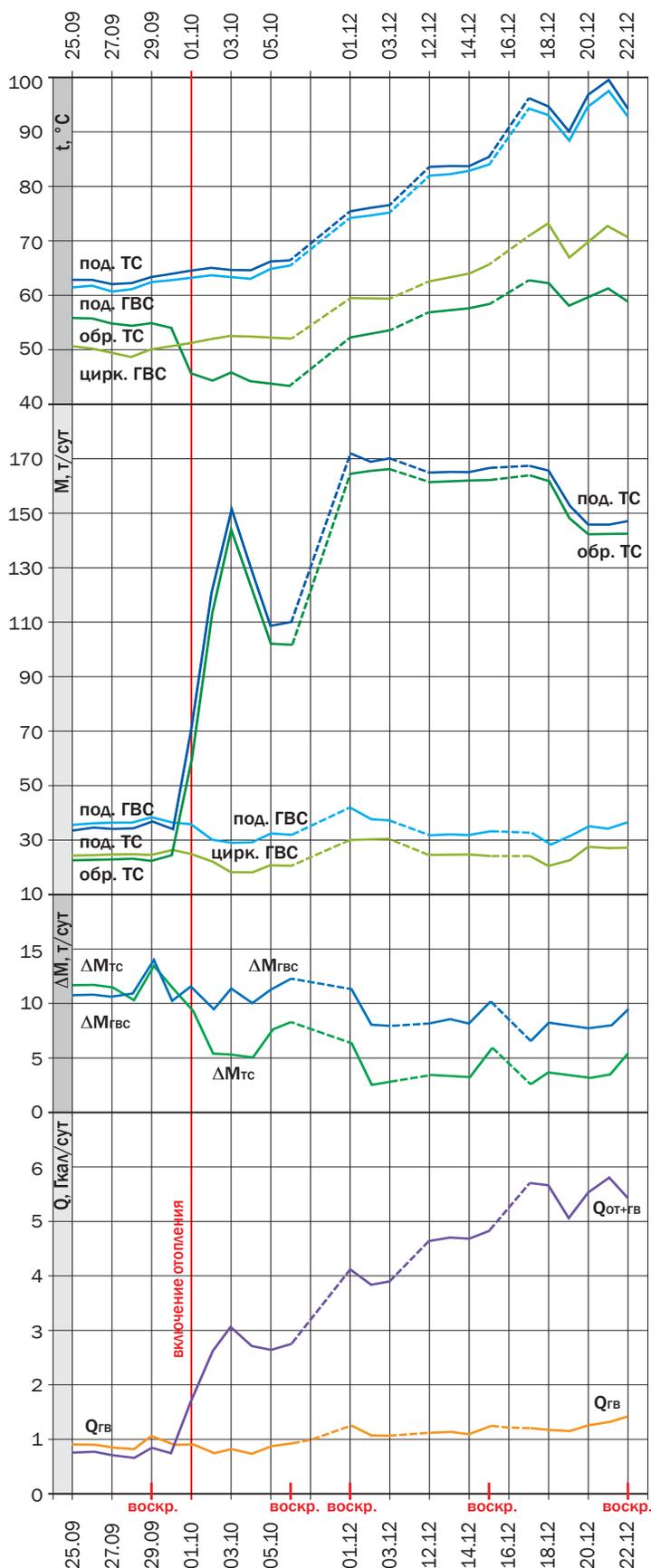


Рис. 2. Результаты измерений коммерческого прибора учета тепловой энергии в МКД, подключенного к системе открытого теплоснабжения

данные наших расчетов, отношение теплотребления на ГВС к суммарному теплотреблению в зимнее время (октябрь–декабрь), получаем 0,3 (90,1 / 296,2), что вполне соответствует статистическим данным по нашей стране. А вот по данным, представленным оператором, получается нереальная величина 0,056 (17,5 / 313,7).

В итоге потребителем за год было переплачено $(1021,4 - 976,2) \times 100 / 976,2 = 4,6\%$. К тому же соотношение между коммунальными услугами отопления и горячего водоснабжения не отражало реальность.

Анализ показателей перехода системы теплоснабжения в отопительный период

Приведем результаты измерений, полученные в период включения отопления и за 6 дней до этого включения (измерение шло по обоим тепловым вводам), а также в наиболее холодный период (рис. 2). Это позволит более четко представить режимы работы, складывающиеся при переходе с летнего периода на отопительный, а также определить расход теплоносителя из тепловой сети на водоразбор с наименьшей погрешностью.

Как видно из рис. 2, до включения отопления расходы теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети и ГВС были примерно одинаковы, как и в обратном трубопроводе тепловой сети и циркуляционном трубопроводе ГВС. С включением отопления расходы теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети выросли в 5 раз, затем снизились до 110–100 т/сут., поднимаясь лишь в самый холодный период до 170–160 т/сут.

Расходы воды в подающем и циркуляционном трубопроводах системы ГВС остались примерно на том же уровне, аналогично и их разность, означающая расход горячей воды на водоразбор. Так и должно быть. А вот разность расходов теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети снизилась и стала в 3 раза меньше, чем в трубопроводах ГВС, составив менее 2% от максимального значения.

Это подтверждает, что в отопительный период разность расходов теплоносителя из тепловой сети находится за пределами погрешности измерения и не может быть использована в расчетах. А в качестве значения расхода теплоносителя из тепловой сети на водоразбор она должна быть заменена разностью расходов воды в подающем и циркуляционном трубопроводах системы ГВС.

Расход тепловой энергии на ГВС остается примерно на одном уровне, колеблясь около величины 1 ккал в сутки и повышаясь примерно на 10–15% в выходные дни.

Об отсутствии регулирования температуры горячей воды свидетельствуют ее колебания, повторяющие изменение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети (рис. 2), которая достигает критических значений 95–97 °С в период 17–22 декабря. Т. е. в ГВС поступает вода непосредственно из подающего трубопровода тепловой сети, не смешиваясь с водой более низкой температу-

ры из обратного трубопровода, что нарушает нормативные требования и безопасность. Некоторое понижение уровня водоразбора в холодный период связано со сверхвысокой температурой горячей воды. Чтобы получить для пользования температуру воды 40–45 °С, надо меньше подмешивать горячей воды с температурой 80–90 °С, чем если бы ее температура была 60 °С.

Рекомендации

Итак, чтобы в систему коммерческих измерений количества поставленной/полученной абонентом тепловой энергии и теплоносителя при открытой системе теплоснабжения не вмешивался человеческий фактор, в Методику (раздел «Открытая система теплоснабжения») следует добавить формулы определения следующих параметров:

- количество измеренной тепловой энергии, полученной потребителем из тепловой сети на ГВС и на отопление за отчетный период при условии работы теплосчетчика в штатном режиме;
- масса израсходованного теплоносителя как разности измеренных расходов воды в подающем и циркуляционном трубопроводах системы горячего водоснабжения (а не в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети).

Это положение позволяет исправить «Правила предоставления коммунальных услуг» в части исключения требования определять теплотребление на отопление МКД как разность измеренного общедомовым прибором учета теплотребления и норматива расхода тепловой энергии на ГВС, где в п. 42 (1) написано: «При открытой системе теплоснабжения... для определения размера платы за коммунальную услугу по отоплению... объем (количество) тепловой энергии, потребленной за расчетный период на нужды отопления, в течение отопительного периода определяется как разность объема (количества) потребленной за расчетный период тепловой энергии, определенного по показаниям коллективного (общедомового) прибора учета тепловой энергии, которым оборудован многоквартирный дом, и произведения объема (количества) потребленной за расчетный период тепловой энергии, использованной на подогрев воды в целях предоставления коммунальной услуги по горячему водоснабжению, определенного исходя из норматива расхода тепловой энергии, использованной на подогрев воды в целях предоставления коммунальной услуги по горячему водоснабжению, и объема (количества) горячей воды, потребленной в жилых и нежилых помещениях многоквартирного дома и на общедомовые нужды».

Почему для определения расхода теплоты на отопление надо вычитать из теплотребления, измеренного общедомовым прибором, расход теплоты на подогрев воды «исходя из норматива», когда в Методике приводится схема⁴ измерения расхода тепловой энергии на эти нужды? Непосредственное измерение всегда объективнее расчетов «исходя из норматива», которые опираются на средние величины.

Приведенный текст предлагается изложить в следующей редакции: «При открытой системе теплоснабжения, в случае если узел учета тепловой энергии многоквартирного дома оснащен коллективным (общедомовым) прибором учета тепловой энергии, учитывающим общий (суммарный) объем (количество) тепловой энергии, потребленной на нужды отопления и горячего водоснабжения, а также горячего водоснабжения отдельно, для определения размера платы за коммунальную услугу по отоплению в соответствии с положениями абзацев второго и третьего настоящего пункта объем (количество) тепловой энергии, потребленной за расчетный период на нужды отопления, определяется как разность объема (количества) потребленной за расчетный период суммарной тепловой энергии и на нужды горячего водоснабжения, определенных по показаниям коллективного (общедомового) прибора учета тепловой энергии, которым оборудован многоквартирный дом».

Следует также исключить практикуемую двойную плату за пользование горячей водой жителями в домах, подключенных к открытой системе теплоснабжения. Теплоснабжающая организация покупает воду, идущую на подпитку тепловых сетей, связанную с непосредственным разбором ее из тепловой сети, у регионального водоканала и включает эти затраты в тариф на тепловую энергию. Жители, оплачивающие коммунальную услугу по горячему водоснабжению по показаниям квартирного водосчетчика, должны умножать объем потребленной горячей воды не на тариф стоимости тепловой энергии, а на разность тарифов стоимости тепловой энергии и холодной воды.

Такие изменения в нормативно-технической документации, связанной с организацией учета тепловой энергии и теплоносителя в открытой системе теплоснабжения, логично вытекают из анализа практики ее применения в нашей стране. ■

⁴ См. рис. 6 в «Методике осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя».