



# Системы ГВС с циркуляцией и точность учета потребления горячей воды

**Ю. Е. Клочков**, технический директор ООО «ПУЛЬСАР-МСК»

**Е. И. Гутштейн**, канд. техн. наук, консультант

Горизонтальная поквартирная разводка горячего водоснабжения (ГВС) широко применяется при строительстве современного жилья. Это решение считается удобным как с инженерной, так и с экономической точки зрения, но обладает известным недостатком: в отсутствие потребления вода в подводящих трубах остывает, для получения горячей воды приходится некоторое время сливать остывшую, что снижает качество предоставляемой услуги ГВС. Распространено мнение, что этот недостаток может быть преодолен введением в систему контура циркуляции. При этом в квартире вода не застаивается и потребитель быстро получает горячую воду [1].

Для учета потребления горячей воды предлагается (и даже используется) сочетание двух счетчиков. Один из них устанавливается в трубе, соединяющей входной трубопровод ГВС (ТЗ) с квартирой (входной счетчик, СТЗ), другой – в циркуляционной трубе, соединяющей внутриквартирную разводку с трубопроводом циркуляции (счетчик циркуляции, СТ4). Объем потребленной горячей воды рассчитывается как разность показаний СТЗ и СТ4. Коллекторы водоснабжения устанавливают в местах общего пользования, счетчики стоят вертикально.

Однако есть множество случаев, когда жильцы жалуются в управляющие компании на несоответствие начислений реальному потреблению горячей воды. Управляющие компании не могут не обращать внимания на претензии жильцов, используя тот очевидный предлог, что эти претензии не подкреплены какими-либо показаниями приборов. Дело в том, что сами управляющие компании

нередко сталкиваются с подобным несоответствием в его самом абсурдном виде: в некоторых случаях счетчик циркуляции показывает больший расход, чем входной счетчик, т. е. квартира показывает ложноотрицательное потребление. Часты также случаи, когда оплата за ГВС начисляется жильцам, которые отсутствовали в квартире в расчетный период (ложноположительное потребление).

Не понимая причин проблемы, жильцы и управляющие компании обращаются к производителям счетчиков воды с претензиями по поводу качества приборов.

В настоящей статье будет показано, что низкая точность является принципиальным свойством системы измерения потребления как разности показаний двух счетчиков.

Перейдем к рассмотрению проблемы по существу.

Таблица 1

Наименование основных технических характеристик	Диаметр условного прохода, мм			
	15		20	
Метрологический класс по ГОСТ Р 50193.1	Кл. А	Кл. В	Кл. А	Кл. В
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч				
Наименьший, $Q_{\min}$	0,06	0,03	0,10	0,05
Переходный, $Q_t$	0,15	0,12	0,25	0,20
Номинальный, $Q_n$	1,5	1,5	2,5	2,5
Наибольший, $Q_{\max}$	3,0	3,0	5,0	5,0
Порог чувствительности, не более	0,03	0,015	0,05	0,025

**Примечания:**

1. Наибольший расход  $Q_{\max}$  – это расход, при котором потеря давления не превышает 0,1 МПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>) и счетчик может работать не более 1 ч в сутки.
2. Номинальный расход  $Q_n$  – это расход, равный 0,5  $Q_{\max}$ , при котором счетчик может работать непрерывно в течение длительного времени.
3. Переходный расход  $Q_t$  – это расход, при котором счетчик имеет погрешность  $\pm 2\%$ , а ниже которого погрешность  $\pm 5\%$ .
4. Наименьший расход  $Q_{\min}$  – это расход, при котором счетчик имеет погрешность  $\pm 5\%$  и ниже которого погрешность не нормируется.
5. Порог чувствительности – это расход, при котором крыльчатка приходит в непрерывное вращение.
6. Счетчики соответствуют метрологическому классу В по ГОСТ Р 50193.1 при горизонтальной установке и классу А при вертикальной установке.
7. Предел допускаемой основной погрешности счетчиков при выпуске из производства и при ремонте не превышает:
  - в диапазоне  $Q_{\min}$  до  $Q_t$  –  $\pm 5\%$ ;
  - в диапазоне  $Q_t$  до  $Q_{\max}$  –  $\pm 2\%$ .

Для определенности будем использовать в расчетах технические характеристики крыльчатых водосчетчиков Ду15, в изобилии присутствующих на рынке. Важные для нашего рассмотрения характеристики приведены в табл. 1.

Обратимся теперь к анализу точности измерения потребления горячей воды в системах с внутриквартирной циркуляцией.

Оценка погрешности измерений разности масс теплоносителя в системах теплоснабжения рассмотрена в работе [3], опубликованной в 2016 году. Возможно, эта работа прошла мимо внимания проектировщиков внутридомовых систем водоснабжения, т. к. относится к ситуации не внутри, а вне дома. Однако принципиальные подходы теории измерений не зависят от географии рассматриваемого объекта и масштаба задачи. Поэтому мы используем подход, примененный в работе [3], для анализа ситуации во внутриквартирной системе ГВС с циркуляцией.

Точность счетчика характеризуется величиной предельно допустимой относительной погрешности  $\delta$  (см. примечание 7 к табл. 1). Это означает, что абсолютная величина отклонения показания счетчика  $G$  от измеряемой величины  $Q$  не превышает  $\delta \cdot G$ , то есть  $Q = G \pm \delta \cdot G$ .

Пусть  $G_1$ ,  $G_2$  – показания, соответственно, входного счетчика СТЗ и счетчика циркуляции СТ4,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  – их относительные погрешности. Тогда потребление горячей воды будет определено как

$$G_0 = G_1 - G_2, \quad (1)$$

и относительная погрешность этого измерения будет равна

$$\delta_0 = (\delta_1 \cdot G_1 + \delta_2 \cdot G_2) / (G_1 - G_2). \quad (2)$$

Поясним формулу (2). Максимальная погрешность разности показаний счетчиков возникает, когда отклонения показаний от измеряемых величин имеют разные знаки. Поэтому в формуле (2) в числителе содержится сумма абсолютных величин максимальных абсолютных погрешностей счетчиков (мы просим прощения за невольный каламбур, так уж сложилась терминология).

Если относительные погрешности счетчиков одинаковые,  $\delta_1 = \delta_2 = \delta$ , то

$$\delta_0 = \delta \cdot (G_1 + G_2) / (G_1 - G_2). \quad (3)$$

Аналогичная формула есть в работе [3].

Рассмотрим конкретные примеры. Будем считать, что в качестве СТЗ и СТ4 используются счетчики с диаметром условного прохода Ду15 с вертикальной установкой; такая конфигурация встречается во многих проектах.

### Пример 1. Поток циркуляции равен $Q_{\min}$ для счетчика Ду15

Возможно, что приемлемые параметры ГВС в квартире можно обеспечить и при меньшей величине потока циркуляции, но тогда счетчики работают в области, где их погрешности не

нормированы, и нельзя рассмотреть численный пример. Из табл. 1 видно, что для вертикальной установки поток циркуляции равен  $Q_{\min} = 0,06 \text{ м}^3/\text{час}$ , что составляет  $1,44 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , или  $43,2 \text{ м}^3/\text{мес.}$  При этом предельная относительная погрешность счетчика составляет 5 %.

В табл. 2 приведены рассчитанные величины погрешности измерения при различных значениях объема потребления.

Таблица 2

Потребление воды		Относительная погрешность измерения, %
л/сут.	м <sup>3</sup> /мес.	
100	3	149,0
200	6	74,5
300	9	49,6
400	12	37,2

Из табл. 2 видно, что даже при больших значениях объема потребления погрешность измерения этой величины как разности показаний счетчиков остается неприемлемо большой.

### Пример 2. Поток циркуляции равен $Q_t$ для счетчика Ду15

Как видно из примечания 7 к табл. 1, при величине потока, большей, чем  $Q_t$ , для счетчика Ду15 максимальная относительная погрешность счетчиков становится минимальной и составляет 2 %. Согласно табл. 1, для вертикальной установки поток циркуляции должен быть равен  $Q_t = 0,15 \text{ м}^3/\text{час}$ , что составляет  $3,6 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , или  $108 \text{ м}^3/\text{мес.}$

В табл. 3 показаны рассчитанные величины погрешности измерения при различных значениях объема потребления.

Таблица 3

Потребление воды		Относительная погрешность измерения, %
л/сут.	м <sup>3</sup> /мес.	
100	3	146,0
200	6	73,0
300	9	48,6
400	12	36,5

Из табл. 3 видно, что переход к режиму минимальной погрешности счетчиков практически не меняет погрешности измерения объема.

Из приведенных выше формул и примеров можно сделать ряд выводов, достаточно

очевидных, но тем не менее достойных обсуждения.

Чисто математически можно представить себе два способа снижения погрешности измерения потребления горячей воды как разности показаний СТ3 и СТ4: увеличение потребления горячей воды и уменьшение объема циркуляции.

Первый вариант вряд ли реализуем с помощью директивных и технических мер.

Второй вариант математически кажется реализуемым, но чреват серьезными проблемами, возникающими при отсутствии потребления.

Во-первых, при объеме циркуляции, меньшем, чем  $Q_{\min}$ , погрешность самих счетчиков не нормируется и доверия к их показаниям нет.

Во-вторых, при отсутствии потребления объем воды, проходящий через СТ3, равен объему воды, проходящему через СТ4. Таким образом, разность показаний этих счетчиков должна стремиться к нулю. Но из формул (2) и (3) следует, что при этом относительная погрешность оценки стремится к бесконечности, что означает полную неопределенность. Чем ближе показания счетчиков друг к другу, тем меньше можно доверять оценке разности, которая может показать как ложноположительное, так и ложноотрицательное потребление при абсолютно исправных счетчиках.

Приведенные примеры позволяют подтвердить вывод, сделанный в [3]: измерение потребления горячей воды следует выполнять не косвенным (как разность показаний счетчиков), а непосредственным способом, устанавливая водосчетчики на каждую точку разбора. Если же по каким-то причинам это сделать невозможно, то нужно использовать иные способы обеспечить качество горячего водоснабжения.

## Литература

1. Антоненко А. А., Чухина М. В., Шилкин Н. В. Горизонтальная система горячего водоснабжения: как обеспечить циркуляцию при поквартирном учете // АВОК. – 2020. – № 4. – С. 44–48.
2. Счетчики холодной и горячей воды крыльчатые «ПУЛЬСАР». Руководство по эксплуатации. – URL: [https://pulsar-msk.ru/media/upload/product/re\\_s/re\\_schetchik\\_vody\\_odnostruynnyu\\_pulsar\\_10\\_l.imp.red.3\\_EX05M0a.pdf](https://pulsar-msk.ru/media/upload/product/re_s/re_schetchik_vody_odnostruynnyu_pulsar_10_l.imp.red.3_EX05M0a.pdf).
3. Лупей А. Г. О погрешности измерений разности масс теплоносителя в системах теплоснабжения // Новости теплоснабжения. – 2016. – № 10(194). – URL: [www.rosteplo.ru/nt/194](http://www.rosteplo.ru/nt/194).