

УДК 696.41

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

В. А. ЯКОВЛЕВА, Е. Ю. ДОРОФЕЕВ

(Представлено: канд. техн. наук А. М. НИЯКОВСКИЙ)

*В результате выполненных натурных исследований установлены величины фактических расходов воды в системах горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов. Показано, что нормативные расходы горячей воды в расчете на одного потребителя в сутки и в час наибольшего водопотребления превышают имеющие место фактически.*

Потребление воды в системах горячего водоснабжения (СГВ) многоквартирных жилых домов носит случайный характер и может быть определено либо путем измерений фактических расходов, либо описано как детерминированный вероятностный (стохастический) процесс с использованием инструментов теории массового обслуживания.

Согласно такой детерминированной методике распределение случайной величины спроса считается биномиальным, а расчетная величина секундного расхода воды в СГВ определяется с учетом вероятности и математического ожидания включения водоразборных приборов. Применительно к СГВ с большим числом приборов и потребителей математическое ожидание включения приборов можно рассматривать как среднее арифметическое от числа всех включений в рассматриваемой системе за выбранный промежуток времени [1–5].

Предельным вариантом биномиального распределения является Пуассоновский процесс, что позволяет в рассматриваемом случае полагать существование следующего предельного состояния [1]:

$$\left. \begin{array}{l} N \rightarrow \infty \\ P \rightarrow 0 \end{array} \right\} \Rightarrow N \cdot P = \alpha, \quad (1)$$

где  $N$  – число водоразборных приборов в СГВ;  $P$  – вероятность действия водоразборных приборов в СГВ;  $\alpha$  – математическое ожидание распределения Пуассона, представляющее собой некоторую известную константу для данного сочетания  $N$  и  $P$ .

Вероятность действия санитарно-технических приборов системы горячего водоснабжения определяется при использовании данной методики по формуле [5, 6]:

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N \cdot 3600}, \quad (2)$$

где  $q_{hr,u}^h$  – норма расхода горячей воды одним потребителем (одним человеком) в час наибольшего водопотребления, л/ч;

$U$  – число потребителей в СГВ, чел.;

$q_0^h$  – норма расхода горячей воды одним водоразборным прибором, л/с;

$N$  – число водоразборных приборов в СГВ.

Как следует из уравнения (2), вероятность действия приборов, а следовательно, и расчетные расходы воды на участках трубопроводов СГВ, находятся в прямой зависимости от величин расходов, принятых в качестве нормативных. Таким образом, требует отдельного исследования вопрос о величине фактического потребления воды в СГВ в сравнении с нормативными значениями.

Задачей данной статьи является обобщение сведений о фактическом потреблении горячей воды жителями многоквартирных жилых домов массовой застройки на нужды горячего водоснабжения.

Исследование выполнено путем анализа статистических данных, полученных в КУП «Новополоцкое ЖРЭО», с учетом ранее опубликованных результатов подобного исследования, проведенного кафедрой «Теплогазоводоснабжение и вентиляция» Полоцкого государственного университета в КУП «ЖКХ г. Полоцка».

Полевая стадия исследований в КУП «Новополоцкое ЖРЭО» была выполнена в феврале – марте 2021 года путем анализа и обобщения статистических отчетных данных о показаниях поквартирных счетчиков расхода горячей воды, а также сведений, полученных в результате исследования данных штатного регистрирующего оборудования, установленного в индивидуальных тепловых пунктах зданий. В таблицах 1 и 2 представлены результаты обработки исследованных баз данных.

Таблица 1. – Сведения о фактическом среднесуточном потреблении горячей воды в расчете на одного жителя,  $q_u^h$ , л/сут.

Характеристика здания			Месяц года									
Номер здания п.п.	Этажность	Число жителей	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	9	206	52,4	50,2	51,0	56,0	53,0	51,4	58,1	56,7	52,2	55,0
2	9	113	42,5	28,5	46,1	52,2	53,5	41,0	41,0	47,8	44,9	41,1
3	5	197	48,5	70,0	47,1	59,4	48,6	58,9	49,9	50,3	52,8	50,7
4	5	189	53,5	43,0	54,9	50,9	61,8	53,0	57,9	48,6	52,0	54,4

Таблица 2. – Сведения о фактических расходах воды в час наибольшего водопотребления в расчете на одного жителя,  $q_{hr,u}^h$ , л/ч

Характеристика здания		Месяц года									
Номер здания п.п.	Число жителей	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	206	9,3	8,9	9,1	10,0	9,4	9,1	10,3	10,1	9,3	9,8
2	113	7,6	5,1	8,2	9,3	9,5	7,3	7,3	8,5	8,0	7,3
3	197	8,6	12,4	8,4	10,6	8,6	10,5	8,9	8,9	9,4	9,0
4	189	9,5	7,6	9,8	9,0	11,0	9,4	10,3	8,6	9,2	9,7

В результате статистической обработки данных таблиц 1 и 2, выполненной с учетом требований теории вероятностей и математической статистики [7, 8], получены следующие средние значения расходов горячей воды для расчета СГВ:  $q_u^h = 51$  л/(чел.сут);  $q_{hr,u}^h = 9,1$  л/(ч.чел.). При этом соответствующие нормативные значения равняются соответственно 105 л/(чел.сут) и 10 л/(ч.чел.). Эти результаты подтверждаются и данными, опубликованными в [9], согласно которым расходы горячей воды в расчете на одного потребителя ниже нормативного на 20–46 %.

**Выводы:**

1. Установлено, что нормативные расходы горячей воды в расчете на одного потребителя в сутки и в час наибольшего водопотребления существенно превышают имеющие место фактически.
2. Использование завышенных против фактических нормативных исходных данных ведет к соответствующему завышению конструктивных и эксплуатационных параметров систем горячего водоснабжения, однако степень и характер такого влияния точным образом еще не определены, что требует дополнительного специального исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хлудов, А. В. Горячее водоснабжение. в – 4-е изд., перераб. – М.: Госстройиздат, 1957. – 464 с., ил.
2. Шопенский, Л. А. Исследование режимов работы водопроводов жилых зданий: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук. : дис. ... канд. техн. наук : 05.14.04 / Л. А. Шопенский; Объедин. совет при ЦНИИЭП жилища. – Москва, 1968. – 34 с.
3. Шопенский, Л. А. К вопросу о методике определения расчетных расходов воды в водопроводных сетях зданий различного назначения и их комплексов / Л. А. Шопенский // Водоснабжение и санитарная техника. – №12. – 1975.
4. Шопенский, Л. А., Юрьева, И. Р. Приемы вычисления расходов водопроводов зданий различного назначения и микрорайонов / Л. А. Шопенский, И. Р. Юрьева // Водоснабжение и санитарная техника. – №11. – 1968.
5. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения Н. Н. Чистяков, М. М. Грудзинский, В. И. Ливчак, И. Б. Покровская, Е. И. Прохоров. – М.: Стройиздат, 1988 г. — 314 с.

6. Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования = Сістэмы ўнутранага водазабеспячэння будынкаў. Будаўнічыя нормы праектавання : ТКП 45-4.01-52-2007 (02250). – Введ. 21.12. 07 (Введен впервые). – Минск : Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008. – 48 с.
7. Обработка экспериментальных данных в MS Excel : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов дневной формы обучения / сост. Е. Г. Агапова, Е. А. Битехтина. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – 32 с.
8. Бараз, В.Р. Использование MS Excel для анализа статистических данных : учеб. пособие / В. Р. Бараз, В. Ф. Пегашкин; М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. техн. ин-т (филиал). – 2-е изд., перераб. и доп. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2014. – 181 с.
9. Нияковский, А.М. Особенности подбора пластинчатых теплообменников горячего водоснабжения в модернизируемых тепловых пунктах жилых зданий / А.М. Нияковский, А.А. Нияковский, А.Ю. Сидорова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладные науки. – 2018. – № 8. – С. 158–164.