

УДК 628.001.2

Зотов Ю.Н. – кандидат технических наук, доцентE-mail: nauka_zotov@mail.ru**Зотова И.Ю.** – магистрE-mail: vk-sgasu.zotova@yandex.ru**Самарский государственный архитектурно-строительный университет**

О НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЯХ И МЕТОДАХ РАСЧЕТА ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы проектирования и расчета внутренних систем водоснабжения, а также вопросы учета и оплаты энергоресурсов в жилых зданиях. Обосновывается необходимость разработки новых решений, исключающих перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива и нарушения гидравлического режима системы водоснабжения. Излагается новый подход к проектированию и расчету внутренних систем водоснабжения жилых многоквартирных зданий. Показано, что сохранение расчетных параметров внутренних систем водоснабжения при эксплуатации достигается путем обеспечения соответствия действительных максимальных узловых расходов воды проектным значениям и ограничения максимального расхода потребителям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проектирование и расчет внутренних систем водоснабжения, автоматическое регулирование внутренних систем водоснабжения, нормативное обеспечение централизованного водоснабжения, ограничение максимального расхода воды.

Zotov Yu.N. – candidate of technical sciences, associate professor**Zotova I.Yu.** – magistrate**Samara State University of Architecture and Engineering**

ABOUT NEW STRUCTURAL SOLUTION AND CALCULATION METHODS OF THE INTERNAL SYSTEMS OF HOT AND COLD WATER SUPPLY IN RESIDENTIAL APARTMENT BUILDINGS

ABSTRACT

The article presents the analysis of regulatory framework governing the design and calculation of internal water supply systems, as well as accounting and payment of energy in residential buildings. The need to develop new solutions, excluding disruptions in water supply to consumers below the norm, and violations of the hydraulic regime of water supply system are justified. New approach to design and analysis of domestic water supply systems of residential apartment buildings is considered. It is shown that the preservation of the design parameters of internal water supply systems in operation is achieved by ensuring the validity of the maximum nodal discharges design values and limit the maximum cost to consumers.

KEYWORDS: design and calculation of internal water supply systems, automatic control of domestic water systems, regulatory support centralized water supply, limiting the maximum water flow.

Общепризнано, что в настоящее время существует проблема в определении расчетных расходов воды, необходимых для подбора оборудования и определения диаметров трубопроводов. Решение этой проблемы является актуальной задачей, так как, с одной стороны, система водоснабжения должна обеспечить выполнение санитарно-эпидемиологических требований [1], а, с другой стороны, в своде правил (СНиП) 2.04.01-85* [2] отсутствует раздел «Определение расчетных расходов воды в системах водоснабжения и канализации и теплоты на нужды горячего водоснабжения» [3]. Проблема определения расчетных расходов востребована при решении как минимум двух важнейших прикладных задач: обеспечение заданного в проекте гидравлического режима системы водоснабжения, исключающего перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива, и обеспечение ограничения величины максимального забора воды потребителями.

Все известные методики определения максимальных (расчетных) часовых и секундных расходов в системах холодного и горячего водоснабжения в жилых многоквартирных зданиях с целью их гидравлического расчета и подбора оборудования основаны на вероятностно-статистическом подходе [4 и др.]. Различие методик состоит, в основном, в принципах выбора исходных данных для построения функции распределения. Основным недостатком этих методик, не позволившим решить до настоящего времени проблему определения расчетных расходов, является учет влияния только технических факторов на функцию распределения и не учет нормы закона, предусматривающей определение количества потребленной воды, исходя из установленных органами местного самоуправления нормативов потребления коммунальных услуг. Применение в качестве исходных данных для определения расчетных расходов воды средних удельных расходов воды санитарных приборов, их числа и типов противоречит Постановлениям Президиума ВАС РФ от 9.06.2009 г. № 525/09 и от 15.07.2010 г. № 2380/10, в которых подтверждена необходимость применения норм Постановления Правительства РФ № 307 [5], а именно определения количества потребленной воды при отсутствии приборов учета, исходя из установленных органами местного самоуправления нормативов потребления коммунальных услуг. Кроме того, содержащееся в этих Постановлениях толкование правовых норм российского законодательства требует ограничения величины максимального забора воды потребителями, что также не нашло отражения в существующих методиках.

Анализ последних достижений и публикаций по данной проблеме и изменений в нормативно-правовой базе позволяет выделить следующие основные новации, непосредственно влияющие на процессы проектирования и расчета внутренних систем водоснабжения:

- выбор исходных данных для определения расчетных расходов воды должен осуществляться исходя из норм потребления воды и расчетного числа проживающих жильцов, а не исходя из средних удельных расходов воды в санитарных приборах, их числа и типов;
- выбор методов, конструктивных и технологических решений при проектировании систем должен основываться, с одной стороны, на обязательных требованиях к безопасности (которые приведены в [1, 2, 3]), с другой стороны, на требованиях заказчика;
- система водоснабжения должна обеспечивать ограничение максимального расхода воды потребителям.

Практическая реализация этих нововведений требует разработки новых решений, исключающих перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива и нарушения гидравлического режима системы водоснабжения.

Известные принципы автоматизации, как показывает опыт эксплуатации существующих в России внутренних систем водоснабжения жилых многоквартирных зданий, не позволяют обеспечить оптимальную работу систем при изменившихся подходах к проектированию и эксплуатации систем водоснабжения.

Наиболее полно принципы автоматизации систем внутреннего водоснабжения, применяемые в настоящее время, изложены в своде правил «Внутренний водопровод и канализация зданий» [2]. В нем рекомендовано (п. 10.9*): для обеспечения заданного давления в системе водоснабжения здания следует предусматривать установку регуляторов давления на вводе водопровода в здание и на секционированных (по высоте) участках водопровода, а для обеспечения нормативного расхода воды рекомендуется, как правило, устанавливать регуляторы расхода воды на водоразборной арматуре.

Сложившаяся практика реализации этих нормативных требований проявилась в установке регуляторов давления «после себя» на вводе в квартиру или помещение (квартирные регуляторы давления КРД и др.). Однако они обеспечивают стабилизацию расходов только в случаях, когда действительные суммарные потери напора в элементах систем соответствуют проектным значениям в течение всего срока эксплуатации:

$$h_{\Sigma}^{des} = h_{\Sigma}^{wor}, \quad (1)$$

где: h_{Σ}^{des} и h_{Σ}^{wor} – проектные и действительные суммарные потери напора в элементах систем соответственно.

Выбор типоразмера регуляторов давления осуществляется с учетом расчетных напоров и расходов воды на подводках к водоразборным приборам, рассчитанных в проекте. При этом устойчивость регулирования обеспечивается при относительно небольших изменениях давления

за регулятором расхода. Потери давления на регуляторе давления, как правило, должны быть равны потерям давления после него, что является необходимым условием регулирования. Регуляторы способны компенсировать изменение сопротивления в подводках к водоразборным приборам только в пределах изменения расхода регулируемой среды, указанного в проекте.

Однако, в силу ряда факторов, применение традиционной схемы балансировки систем водоснабжения не позволяет достичь желаемой цели, так как в процессе эксплуатации может происходить существенное изменение потерь напора в элементах систем водоснабжения.

Таковыми основными факторами являются:

1. Законодательное разделение единых систем водоснабжения на зоны эксплуатационной ответственности [6], что явилось одной из причин проведения повсеместной бесконтрольной «модернизации» внутренних инженерных систем, которую проводят собственники жилых помещений без учета параметров систем, указанных в проекте. Такие действия потребителей приводят к потере изначально положительных свойств систем водоснабжения, а именно гидравлической устойчивости;

2. Применение в системах водоснабжения трубопроводов из различных материалов, которые характеризуются различными зависимостями потерь напора от времени эксплуатации;

3. Проектирование внутренних систем водоснабжения жилых зданий со свободной планировкой. При проектировании инженерных систем таких зданий возникают вопросы (определение расчетных расходов холодной и горячей воды, обеспечение гидравлической устойчивости систем водоснабжения), которые могут быть решены в рамках традиционного метода проектирования только после определения арендаторов помещений и выполнения конкретных планировочных решений.

Хорошо согласуются с изменившимся подходом к созданию систем водоснабжения разрабатываемые в СГАСУ методы регулирования и расчета инженерных систем [7].

В отличие от традиционной схемы регулирования [2], при которой гидравлическая устойчивость разветвленной тупиковой сети систем внутреннего водоснабжения осуществляется путем обеспечения соответствия действительных потерь напора проектным значениям, в новых схемах гидравлическая устойчивость осуществляется путем обеспечения соответствия действительных узловых расходов воды проектным значениям.

Для разветвленной тупиковой сети систем внутреннего водоснабжения:

$$q^{des} \geq q^{wor}, \quad (2)$$

где: q^{des} и q^{wor} – узловые расходы на вводе в квартиру, проектный и действительный соответственно.

Оригинальность этого метода автоматизации заключается в ограничении максимального расхода воды через ветвь системы в пределах расчетной величины.

Решение задач по обеспечению заданного в проекте гидравлического режима системы водоснабжения, исключающего перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива, и по обеспечению ограничения величины максимального забора воды потребителями приведено на примере проектирования и расчета однозонной схемы холодного водоснабжения жилого многоквартирного здания. Практическая реализация предлагаемого авторами подхода требует установки на вводе в квартиру регулятора расхода «после себя» с функцией ограничения максимального расхода (см. рисунок).

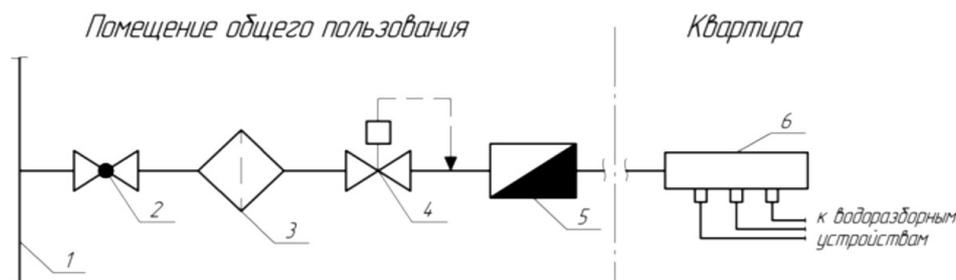


Рис. Схема узла квартирного ввода: 1 – стояк В1, 2 – кран, 3 – фильтр, 4 – регулятор давления «после себя» с функцией ограничения максимального расхода, 5 – счетчик воды, 6 – коллектор с регулировочными вентилями

В отличие от известных схемных решений предлагаемый узел квартирного ввода содержит ограничитель максимального расхода (совмещенного с регулятором давления «после себя») и коллектор с регулировочными вентилями. Назначение ограничителя максимального расхода – ограничение максимальной нормы, с которой может осуществляться забор воды. Назначение коллектора с регулировочными вентилями – обеспечение требуемых свободных напоров перед водоразборными приборами, установленными в квартире. Функциональные назначения этих элементов определяют их основные технические характеристики.

Величина давления (напора) после регулятора давления выбирается исходя из необходимости преодоления гидравлических сопротивлений в коллекторе и подводках к водоразборным приборам и обеспечения перед ними нормативного свободного напора.

Особенности гидравлического расчета внутренних систем водоснабжения, включающих в себя регуляторы давления «после себя» с функцией ограничения расхода, заключаются в необходимости определения величины предельного секундного расхода q_0^{lim} (который является расчетным расходом на участке водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире) для каждой квартиры, исходя из норм водопотребления, числа жильцов, проживающих в квартире, и величины коэффициента максимальной часовой неравномерности водопотребления $K_{hr,\max}$. Величину $K_{hr,\max}$ рекомендуется определять по экспериментальным данным фактического водопотребления на объектах-аналогах или в соответствии с рекомендациями [2]. Кроме того, в отличие от традиционного метода расчета, предусматривающего при определении требуемого напора (давления) для внутреннего водопровода выбора диктующего водоразборного устройства и главного расчетного направления, новый метод расчета предусматривает определение диктующего узла ввода в квартиру и соответствующего расчетного направления.

Определение предельного секундного расхода холодного водоснабжения на хозяйственно-питьевые нужды в соответствии с рекомендациями [2] проводится в следующем порядке.

1. На основании нормативов потребления, установленных органами местного самоуправления, определяется:

$$Q_{u,m}^c = N_6^c / 28, \quad (3)$$

где: $Q_{u,m}^c$ – норма расхода холодной воды одним человеком в средние сутки, м³/(сут·чел); N_6^c – норматив потребления холодной воды, м³/(мес·чел.); 28 – минимальное число дней в феврале.

2. На основании технологической части проекта и нормы предоставления жилой площади одному человеку по договору социального найма определяется:

$$U = S_{\text{общ}} / S_{\text{нор}}, \quad (4)$$

где U – число жителей в одной квартире, чел.; $S_{\text{общ}}$ – общая жилая площади квартиры, м²; $S_{\text{нор}}$ – норма предоставления жилой площади на одного человека по договору социального найма, м².

3. Нормы расхода холодной воды определяются по формулам:

$$Q_u^c = Q_{u,m}^c \cdot K_{dl,\max}, \quad (5)$$

$$Q_U^c = Q_u^c \cdot U, \quad (6)$$

$$q_{TU}^c = 1000 \cdot Q_U^c / 24, \quad (7)$$

$$q_{hr,U}^c = q_{TU}^c \cdot K_{hr,\max}, \quad (8)$$

где: Q_u^c – норма максимального суточного расхода одним человеком, м³/(сут·чел); $K_{dl,\max}$ – коэффициент максимальной суточной неравномерности водопотребления; Q_U^c – норма максимального суточного расхода для одной квартиры, м³/сут; q_{TU}^c – норма среднего часового расхода для одной квартиры, л/час; $q_{hr,U}^c$ – норма максимального часового расхода для одной квартиры в час наибольшего водопотребления, л/час; $K_{hr,\max}$ – коэффициент максимальной часовой неравномерности водопотребления, определяемый исходя из числа водоразборных приборов, установленных в одной квартире, их типа и числа жителей в одной квартире по методике [2].

4. Предельный секундный расход q_0^{lim} (расчетный секундный расход на участке водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире) для каждой квартиры определяется по формуле:

$$q_0^{\text{lim}} = q_{hr,U}^c / 3600. \quad (9)$$

В заключение отметим, что установка ограничителя расхода на вводе в квартиру обоснована необходимостью реализации норм законодательства. Отказ от традиционного подхода использования прогнозных величин (значений расходов водоразборных приборов) для определения расчетных расходов и введения двух новых понятий – предельного секундного расхода, который используется в качестве расчетного при гидравлическом расчете участка водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире, и диктующего узла ввода в квартиру – позволяют упростить гидравлический расчет. Получены расчетные формулы для определения предельного секундного расхода, которые позволяют провести гидравлический расчет на участке водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире. В данной работе показано, что наличие на вводе в квартиру регулятора расхода «после себя» с функцией ограничения расхода позволяет решить задачи обеспечения заданного в проекте гидравлического режима системы водоснабжения, исключающего перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива, и обеспечения ограничения величины максимального забора воды потребителями. Кроме того, контроль параметров на границе зон эксплуатационной ответственности (месте установки регулятора расхода «после себя» с функцией ограничения максимального расхода) позволит значительно упростить контроль качества предоставления коммунальных услуг. Полученные результаты корректно согласуются с результатами многочисленных исследований, посвященных обеспечению потокораспределения в наружных инженерных сетях [8], и с рекомендациями по проектированию энергоэкономичных систем водоснабжения в жилых зданиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». // Собрание законодательства Российской Федерации, 04.01.2010, № 1, ст. 5.
2. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 60 с.
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2010 № 1047-р «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». // Собрание законодательства Российской Федерации, 28.06.2010, № 26, ст. 3405.
4. Исаев В.Н., Мхитарян М.Г., Пупков М.В. Актуализация сводов норм и правил, регулирующих водоснабжение и водоотведение // Сантехника, 2009, № 4. – С. 42-46.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.2006 № 307 (ред. от 29.07.2010) «О порядке предоставления коммунальных услуг гражданам». // Собрание законодательства Российской Федерации, 02.08.2010, № 31, ст. 4273.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.08.2006 № 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и Правил изменения размера платы за содержание и ремонт жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность». // Собрание законодательства Российской Федерации, 21.08.2006, № 34, ст. 3680.
7. Зотов Ю.Н. О применении средств автоматизации в системах водоснабжения жилых зданий // Повышение энергоэффективности зданий и сооружений: Межвуз. сб. науч. трудов / Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2006. – С. 120-122.
8. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д., Дубровский В.В. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 368 с.: ил.

REFERENCES

1. Federal Law of 30.12.2009 № 384-FZ «Technical Regulations on the Safety of buildings and structures». // Laws of the Russian Federation, 04.01.2010, № 1, art. 5.
2. SNIP 2.04.01-85* Internal water supply and sewerage of buildings. / State Committee for Construction of Russia. – M.: GUP ZPP, 2000. – 60 p.
3. Decree of Government of Russian Federation dated 21.06.2010 № 1047-p «List of national standards and codes of practice (or parts of such standards and codes of practice), as a result of which is provided on a mandatory basis compliance with the Federal law «Technical Regulations on the Safety of buildings and structures». // Laws of Russian Federation, 28.06.2010, № 26, art. 3405.
4. Isaev V.N., Mkhitaryan M.G., Pupkov M.V. Updating of the codes and regulations governing water supply and sewerage // Sanitary, 2009, № 4 – P. 42-46.
5. Resolution of the Government of the Russian Federation dated 23.05.2006 № 307 (edition of 29.07.2010) «On the procedure for providing public services to citizens». // Laws of the Russian Federation, 02.08.2010, № 31, art. 4273.
6. Resolution of Government of Russian Federation dated 13.08.2006 № 491 «On approval of rules of common property in a tenement house and Regulation changes the amount of payment for the maintenance and repair of the dwelling in the case of service delivery and performance of works for the management, maintenance and repair of common property in an apartment building improper quality and (or) with breaks in excess of the established duration. // Laws of the Russian Federation, 21.08.2006, № 34, art. 3680.
7. Zotov Yu.N. On the application of automation in the water systems of residential buildings // Increasing energy efficiency of buildings and structures: Intercollege collection of scientific papers / Samara State University of Architecture and Engineering. – Samara, 2006. – P. 120-122.
8. Evdokimov A.G., Tevyashev A.D., Dubrovsky V.V. Modeling and optimization of flow in engineering networks. – 2 ed., revised and enlarged. – M.: Stroizdat, 1990. – 368 p.: ill.