



DOI: 10.15593/2224-9826/2019.2.08

УДК 696 (075.8)

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Л.В. Бартова, Н.В. Бушмакина, Е.О. Петухова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 23 декабря 2018
Принята: 25 февраля 2019
Опубликована: 28 июня 2019

Ключевые слова:

водоснабжение, водоотведение, многофункциональные комплексы (МФК), жилые здания с инфраструктурными объектами, схема водоснабжения, схема водоотведения, расчет водопотребления МФК.

АННОТАЦИЯ

На основе анализа проектной документации выявлены направления развития систем водоснабжения и водоотведения многофункциональных зданий, специфические особенности и наиболее рациональные проектные решения систем.

Проектирование водоснабжения и водоотведения составляющих комплекса: жилой части, объектов инфраструктуры – ведется на основе нормативов и опыта проектирования подобных объектов, расположенных отдельно и функционирующих самостоятельно. В то же время, поскольку множество объектов являются частями единого комплекса, проектирование имеет специфические особенности. К ним относятся, в частности, дублирование или резервирование отдельных элементов системы, устройство раздельной системы пожаротушения, включающей резервуар с запасом воды, использование дополнительного оборудования, направленное на экономию воды, установка локальных сооружений очистки сточных вод производственных помещений, проектирование дождевой канализации с закрытыми выпусками.

Предложен упрощенный метод определения максимальных часовых и секундных расходов воды и сточных вод для зданий с большим количеством водопотребителей. Определение по СП 30.13330.2016 ведется только для самых водоемких потребителей, на которых приходится более 90 % суточного водопотребления всего комплекса и количество которых обычно не превышает трех. Расходы остальных, мелких водопотребителей учитываются дополнительно в виде процента от потребления водоемких объектов. Определено, что доля мелких потребителей в максимальных часовых расходах воды и сточных вод составляет 6 %, в максимальных секундных расходах – 4,5 %.

Собранная информация использована при проектировании конкретного объекта – комплекса из двух жилых зданий на общей стилобатной части, в которой размещаются инфраструктурные объекты административного, торгового и физкультурно-оздоровительного назначения.

© ПНИПУ

© **Бартова Людмила Васильевна** – кандидат технических наук, доцент, e-mail: lbartova@mail.ru.

Бушмакина Наталья Вячеславовна – студентка, e-mail: 445118473@mail.ru.

Петухова Евгения Олеговна – студентка, e-mail: evgeniya.petuhova.95@mail.ru.

Ludmila V. Bartova – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: lbartova@mail.ru.

Natalia V. Bushmakina – Student, e-mail: 445118473@mail.ru.

Evgeniya O. Petukhova – Student, e-mail: evgeniya.petuhova.95@mail.ru.

WATER SUPPLY AND SEWERAGE OF MULTIFUNCTIONAL COMPLEXES

L.V. Bartova, N.V. Bushmakina, E.O. Petukhova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 23 December 2018

Accepted: 25 February 2019

Published: 28 June 2019

Keywords:

water supply, sewerage, multifunctional complexes (MFC), residential buildings with infrastructure facilities, water supply scheme, water disposal scheme, calculation of water consumption of MFC.

ABSTRACT

The authors of the article revealed the directions of development of water supply and sanitation systems of multifunctional buildings, the specific features and the most rational design solutions of systems.

Design of water supply and sanitation components of the complex (residential part, infrastructure) is based on standards and experience in the design of such facilities located separately and operating independently. At the same time, the design has specific features because many objects are parts of a single complex. For example, such as the duplication or redundancy of individual elements of the system; the device of a separate fire extinguishing system, including a reservoir with a supply of water; the use of additional equipment aimed at saving water; installation of local wastewater treatment facilities of industrial premises; design of rain sewers with closed outlets.

The article presents a simplified method for determining the maximum hourly and second water and wastewater flow rates for buildings with a large number of water users. Determination on set of rules 30.13330.2016 is conducted only for the most water-intensive consumers, which account for more than 90 % of the daily water consumption of the entire complex and the number of which usually does not exceed three. The expenses of other small water consumers are taken into account additionally as a percentage of consumption of water-intensive facilities. It is determined that the share of small consumers in the maximum hourly consumption of water and wastewater is 6 %, in the maximum second consumption – 4,5 %.

The collected information is used in the design of a specific object – a complex of two residential buildings on a common stylobate part, which houses the infrastructure facilities of administrative, commercial and fitness purposes.

© PNRPU

Строительство многофункциональных зданий – одно из важных направлений развития современной городской застройки. Размещением объектов различного назначения в одном объеме достигается оптимизация городского пространства, что, в свою очередь, положительно влияет на множество других показателей жизни города. Обеспечиваются экономия земельных и энергетических ресурсов, экономия времени для жителей мегаполиса. Создаются благоприятные условия развития бизнеса за счет возможности гибкого перепрофилирования отдельных объемов комплекса при изменении конъюнктуры рынка. Решаются вопросы организации отдыха, досуга и оздоровления населения, в том числе за счет создания в рамках МФК зеленых зон как на уровне земли, так и на эксплуатируемых кровлях.

Самым распространенным примером многофункционального строительного объекта является жилой дом с насыщенной инфраструктурой. Количество жителей в таких домах может достигать нескольких тысяч, примерно такое же количество людей, включая «внешних» клиентов, посещают ежедневно инфраструктурные объекты комплекса. Многофункциональное здание, благодаря уникальности каждого объекта и разноплановому функциональному набору, обеспечивает многие потребности населения.

Основную часть комплекса составляют жилые помещения.

Инфраструктурная часть в общем случае может быть представлена объектами торгового, административного, физкультурно-оздоровительного, коммунально-бытового назначения:

- предприятия общественного питания, магазины продуктов и промышленных товаров;
- гостиницы;

- объекты оздоровительно-спортивного назначения, в том числе с небольшими бассейнами;
- административные помещения;
- учреждения дошкольного воспитания и дополнительного школьного образования;
- учреждения службы быта, сауны, прачечные, химчистки, ремонт обуви;
- парикмахерские, салоны красоты;
- производственные объекты, чаще всего мойка легковых автомобилей;
- зеленая зона отдыха на кровлях жилых объемов или на кровле стилобатной части.

Инфраструктурные объекты располагаются на нижних этажах одиночного здания или в стилобатном объеме, объединяющем несколько многоэтажных жилых домов. Как правило, все инфраструктурные объекты имеют небольшую производительность и служат для обеспечения ежедневных, срочных потребностей жителей (в отличие от крупных специальных объектов, посещение которых планируется заранее и является нечастым).

Создание таких масштабных зданий требует особенно тщательной проработки проекта: необходимо продумать возможные варианты зонирования так, чтобы функции комплекса не пересекались и не вступали в противоречие друг с другом. Планировка здания должна обеспечивать четкое разделение потоков жителей и посетителей объектов комплекса, наличие надземной и подземной парковок, выделение удобных разгрузочных площадок для торговых точек. Важно учесть и выполнить все правила пожарной, санитарной безопасности, звуко- и шумоизоляции, предусмотренные действующим законодательством.

На данных объектах должна быть обеспечена высокая степень коммунального благоустройства для безопасного и комфортного пребывания и проживания людей. Важной составляющей коммунального благоустройства является водоснабжение и водоотведение объекта.

Целью настоящей статьи является обобщение опыта проектирования систем водоснабжения и водоотведения крупных жилых зданий с комплексом инфраструктурных объектов, выявление специфических особенностей данных систем и применение данной информации при проектировании конкретного объекта.

Анализ проектной документации показал, что наиболее часто принимаются следующие решения систем водоснабжения и водоотведения МФК.

Вода из городского водопровода по нескольким вводам подается в комплекс для обеспечения всех нужд: хозяйственно-питьевых, противопожарных, производственных. Для повышения надежности работы системы подключение, как правило, производится к разным участкам наружного кольцевого водопровода. Система водоснабжения комплекса проектируется раздельной, т.е. вода на различные нужды подается по своим отдельным сетям [1].

Сеть хозяйственно-питьевого водоснабжения может быть как однозонной, так и двухзонной – в зависимости от этажности жилых зданий комплекса.

Раздельная система пожаротушения, позволяющая поддерживать напор в системе до 90 м вод. ст., является гарантией эффективного тушения пожара: участки сети закольцовываются, в схему включаются специальные противопожарные насосы. В непосредственной близости от здания размещаются пожарные резервуары с запасом воды. Раздельная система пожаротушения, наряду с пожарными кранами, включает автоматические или полуавтоматические оросители – спринклеры или дренчеры. Оросители устанавливаются в помещениях с большим скоплением людей и в помещениях с повышенной пожарной опасностью. Это обеденные залы столовых, торговые залы магазинов, парильные бани, мусорокамеры и т.п.

Самым водоемким объектом производственного водоснабжения комплекса являются цеха столовой; вода подается в цеха из общих магистралей. Производственное водоснабжение бассейна и автомойки проектируется по оборотной системе; вода из магистральных линий подается только для компенсации безвозвратных потерь на этих объектах.

Архитектурная планировка комплексов обычно предполагает эксплуатируемый подвал; там размещают автостоянки, тренажерные залы с мини-бассейнами, склады магазинов или другие помещения с временным пребыванием людей. Магистральные линии водопровода прокладываются под потолком подвала, во вспомогательных и технических помещениях; в эксплуатируемом подвале они декорируются подшивными коробами. В некоторых зданиях техническим помещением является верхний этаж стилобатной части, и тогда именно там прокладываются магистральные линии водоснабжения. Тепловой пункт объекта располагается, как правило, на первом наземном этаже комплекса, вдали от помещений с постоянным пребыванием людей. В нем размещается все оборудование, необходимое для работы системы водоснабжения: водомерные узлы на вводах, регуляторы давления, насосы хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения, циркуляционные насосы и водонагреватели системы горячего водоснабжения, запорно-регулирующая арматура, контрольно-измерительные приборы, подъемно-транспортные устройства. Стояки водоснабжения прокладываются в технических и вспомогательных помещениях – в санузлах или коридорах; по эстетическим соображениям стояки обычно декорируются подшивными коробами. С учетом потенциально возможного перепрофилирования отдельных помещений (изменения функций, смены собственника или арендатора) счетчики воды устанавливаются на всех подводках к приборам. Чтобы избежать перерасхода воды и повреждения арматуры, на подводках к водоемким потребителям нижних этажей устанавливаются регуляторы давления.

Система горячего водоснабжения комплекса представляет собой несколько секционных узлов. Магистральные линии прокладываются в нижнем вспомогательном техническом этаже, вместе с трубами холодного водоснабжения; при двухзонной схеме магистрали верхней зоны обычно прокладывают в верхнем техническом этаже. Кольцующие переемы проходят по чердаку или по верхнему техническому этажу, при двухзонной системе – под потолком вспомогательных помещений промежуточного эксплуатируемого этажа. Стояки горячего водоснабжения: подающие и циркуляционные – проходят, вместе со стояками холодного водоснабжения, по вспомогательным помещениям жилой и инфраструктурной части. Возможность такого проектного решения учитывается еще на этапе архитектурной планировки: санузлы группируются поэтажно и располагаются друг под другом. Система горячего водоснабжения объектов с длительным и равномерным по времени водоразбором: предприятий общественного питания, коммунально-бытовых предприятий – проектируется тупиковой, без циркуляции воды. В цехах столовых, в том числе в кухнях детских дошкольных учреждений, предусматривается резервирование горячей воды путем установки нескольких местных емкостных электронагревателей небольшого объема. В банях и прачечных проектируются баки для запаса и горячей, и холодной воды [2].

В зданиях проектируют отдельную систему канализации: бытовые, дождевые и производственные сточные воды собираются отдельными сетями и отводятся несколькими выпусками в наружную сеть [3].

На выпусках производственной канализации предусматриваются установки локальной очистки промышленных сточных вод: от цехов столовых – песко-, жируловители, от автомойки – песко-, бензо-, маслоловители. Оборудование обычно размещается вне здания,

в колодцах. Производственное водоснабжение бассейна и автомойки организовано по оборотной системе. Отработанная вода поступает на очистную установку и после очистки возвращается в производственный процесс. Схема очистки бассейна включает в себя фильтрацию через слой песка с предварительной реагентной обработкой, обеззараживание хлором или ультрафиолетовым облучением и нагрев воды до требуемой температуры. Установка водоподготовки автомойки состоит из песко-, нефтеуловителя и флотационно-фильтрационного модуля. Все очистное оборудование размещается вблизи водопотребителя – поста мойки машин или ванны бассейна.

С целью вентиляции сети бытовой канализации стояки выводятся на кровлю жилых модулей. Все объекты производственной канализации расположены на нижних этажах, поэтому сеть производственной канализации вентилируется через стояки бытовой канализации. Для этого под потолком верхнего этажа инфраструктурной части здания производственные стояки присоединяются к бытовым при помощи косых фасонных частей [3, 4].

Для учета потенциального перепрофилирования площадей от каждого объекта инфраструктурной зоны прокладываются два параллельных выпуска – бытовой и производственной канализации.

Дождевая канализация здания, или внутренние водостоки, состоят из нескольких водоприемных воронок на кровлях жилых модулей и стилобатной части, водосточных стояков и выпусков. Территория комплекса обычно характеризуется высокой степенью благоустройства, поэтому предусматриваются закрытые выпуски внутренних водостоков непосредственно в колодцы уличной дождевой канализации.

Выпуски канализации прокладывают в грунте под полом эксплуатируемого подвала. Если наружная канализационная сеть, принимающая сточные воды, расположена неглубоко, то предусматривают локальную насосную станцию для перекачки сточных вод объекта в вышерасположенный участок канализации. Насосная станция, обычно колодезного типа, с погружным насосом, располагается вне здания, на территории комплекса [5].

Расчет систем водоснабжения и водоотведения зданий ведется по СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий». Особенностью многофункционального здания является большое количество групп (наименований) водопотребителей; оно может достигать 10–15, вследствие чего значительно возрастает трудоемкость расчета. Авторами статьи предлагается упрощенный метод определения расходов воды и сточных вод в здании. Суть метода состоит в том, что расчет максимальных часовых и секундных расходов по СП 30.13330.2016 ведется не для всех водопотребителей, а только для нескольких – самых водоемких; расходы остальных, мелких водопотребителей учитываются дополнительно в виде процента от потребления водоемких объектов.

С целью разделения общего количества водопотребителей на «расчетные» и «дополнительные» была проанализирована статистика расчета расходов воды и сточных вод для большого ряда пермских многофункциональных зданий. В результате анализа выяснилось, что крупными водопотребителями являются, в подавляющем большинстве случаев, три объекта:

- жилые помещения;
- предприятия общественного питания с приготовлением пищи, реализуемой в обеденном зале;
- объекты, предполагающие водные процедуры: спортивные залы и коммунально-бытовые предприятия с душами и бассейнами.

Около 90 % общего суточного потребления воды приходится именно на эти объекты. Остальные предприятия и учреждения, несмотря на их большое количество, водоемкими не являются, на них приходится не более 10 % общего количества воды, потребляемой комплексом за сутки. Сравнение максимальных расходов, определенных с учетом всех водопотребителей и с учетом только основных, водоемких объектов, показало, что доля мелких потребителей в максимальных часовых расходах воды и сточных вод составляет около 6 %, в максимальных секундных расходах – 4,5 %.

На основании данных проектных исследований составлен алгоритм для более быстрого определения расчетных расходов воды и сточных вод в многофункциональном здании. Сначала по СП 30.13330.2016 определяются суточные расходы для всех групп водопотребителей. Затем выделяются потребители, суточные расходы воды которых в сумме не превышают 10 % общего водопотребления комплекса. Далее расчет по СП 30.13330.2016 проводится без них, только с учетом основных крупных водопотребителей, количество которых в составе комплекса обычно не более трех. К полученным значениям максимальных часовых и максимальных секундных расходов прибавляется 6 и 4,5 % соответственно для учета мелких, неводоемких потребителей. Результаты вычислений по данной методике хорошо согласуются с подробным расчетом по СП 30.13330.2016, учитывающим всех потребителей воды на объекте. Расчет по данному алгоритму позволяет сэкономить время проектировщикам.

В таблице в качестве примера приводятся результаты определения общих (на нужды холодного и горячего водоснабжения) расчетных расходов воды для многофункционального комплекса с тремя крупными водопотребителями и шестью мелкими.

Расчетные расходы воды многофункционального комплекса
Estimated costs of water in multifunctional complex

Наименование водопотребителей	Расчетные расходы воды на нужды холодного и горячего водоснабжения		
	Суточный Q , $\text{м}^3/\text{сут}$	Максимальный часовой Q_{max} , $\text{м}^3/\text{ч}$	Максимальный секунднй Q_{max} , л/с
Жилые помещения с централизованным горячим водоснабжением и сидячими ваннами, с ваннами длиной более 1500–1700 мм	79,50	8,95	3,63
Предприятия общественного питания с приготовлением пищи, реализуемой в обеденном зале	20,91	5,25	2,28
Спортзалы с водными процедурами	23,96	14,17	6,49
Итого по водоемким объектам:	124,37	21,61	8,31
Административные помещения	4,57	2,26	1,14
Магазины промтоварные	0,16	0,14	0,2
Парикмахерская	2,5	0,83	0,6
Мастерские по ремонту одежды и обуви	1,7	0,6	0,35
Подземная автостоянка (без поста мойки автомобилей)	0,05	0,015	0,2
Расход воды на поливку зеленых насаждений, газонов и цветников	4,60	–	–
Итого по комплексу:	137,95	22,91	8,69

Для данного объекта на основании анализа и обобщения опыта проектирования многофункциональных зданий авторами статьи выполнен проект систем водоснабжения и водоотведения.

Поскольку типовых проектов многофункциональных комплексов не существует в принципе, объект является уникальным. Проектируемый комплекс состоит из двух жилых корпусов высотой 9 и 12 этажей, возводимых на общей стилобатной части высотой три наземных этажа, и эксплуатируемого подвала. Комплекс включает в себя несколько объектов различного назначения:

1. Жилые квартиры с количеством жителей 318 чел.
2. Офисные помещения с числом работающих 308 чел.
3. Ресторан на 60 посадочных мест.
4. Магазины непродовольственных товаров с общей площадью торговых залов 200 м².
5. Физкультурно-оздоровительный центр производительностью 340 чел./сут с сауной и бассейном.

6. Парикмахерская на 2 рабочих места.
7. Мастерские по ремонту одежды и обуви на 6 рабочих мест.
8. Автостоянка на 2 рабочих места в подземном этаже без поста мойки автомобилей.
9. Газоны на территории и зеленая зона на кровле стилобата площадью 600 м².

Общий расход воды, потребляемой комплексом, составляет 137,95 м³/сут (см. таблицу).

На объекте запроектированы следующие системы водоснабжения и водоотведения:

- система внутреннего пожаротушения;
- хозяйственно-питьевой водопровод;
- система горячего водоснабжения;
- бытовая канализация;
- производственная канализация для отвода стоков от производственного оборудования цехов ресторана, для опорожнения ванны бассейна;
- дренажная канализация для отвода случайных проливов с автостоянки и теплового пункта;
- дождевая канализация для отвода дождевых и талых вод с кровли здания.

Все системы запроектированы с соблюдением условий энергосбережения, удобства эксплуатации, максимального комфорта и безопасности для жителей и посетителей комплекса. Принципиальные схемы водоснабжения и водоотведения объекта представлены на рис. 1–5.

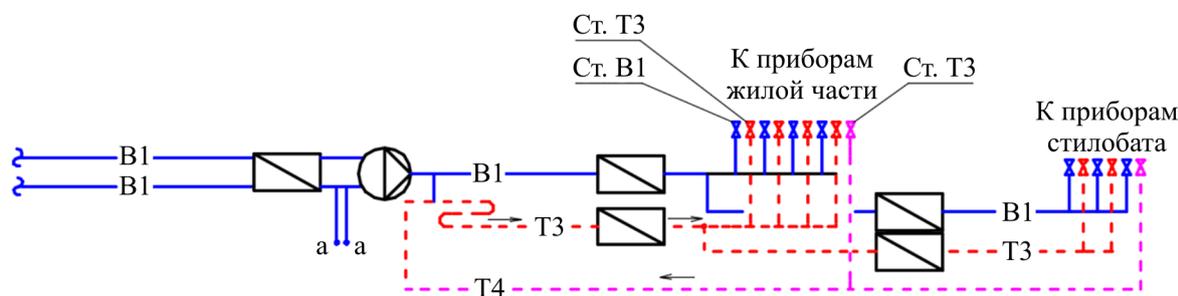


Рис. 1. Принципиальная схема хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения

Fig. 1. Schematic diagram of economic-drinking and industrial water supply

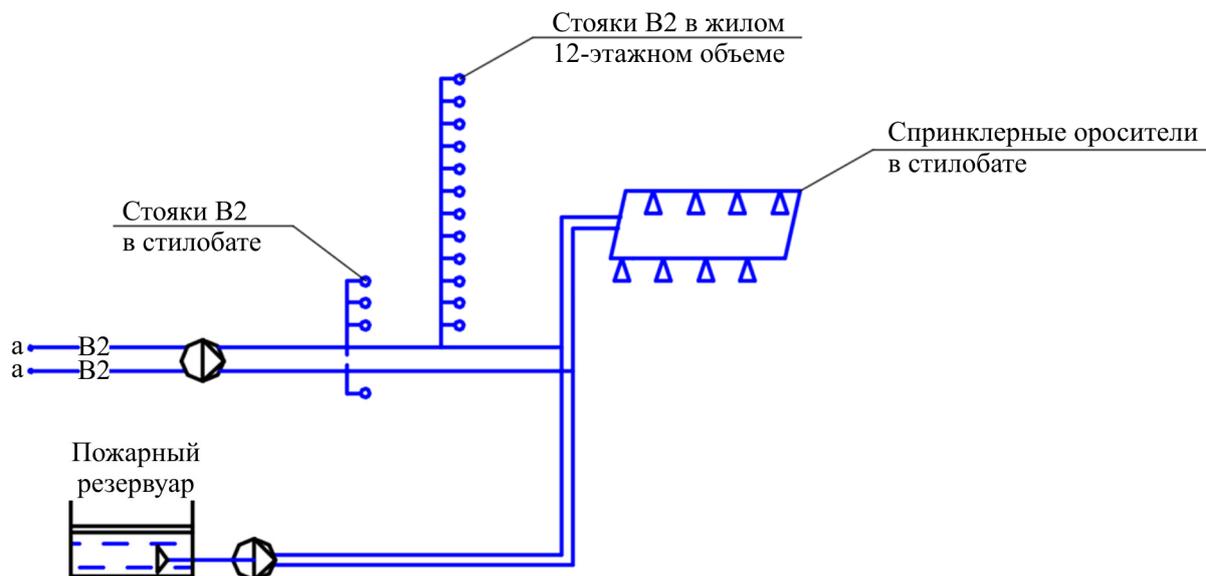


Рис. 2. Принципиальная схема противопожарного водоснабжения
Fig. 2. Schematic diagram of fire watersupply

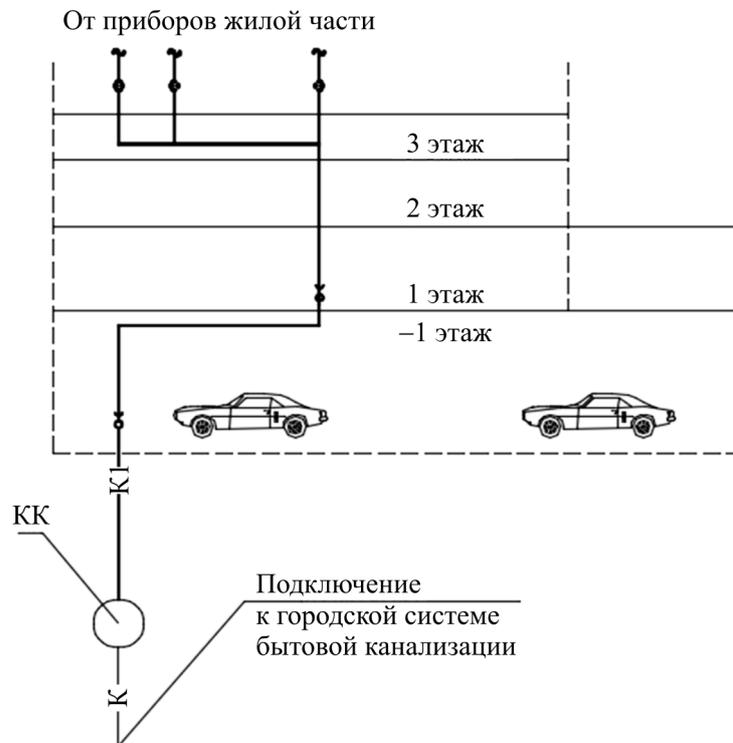


Рис. 3. Водоотведение жилых помещений
Fig. 3. Sewerage of residential premises

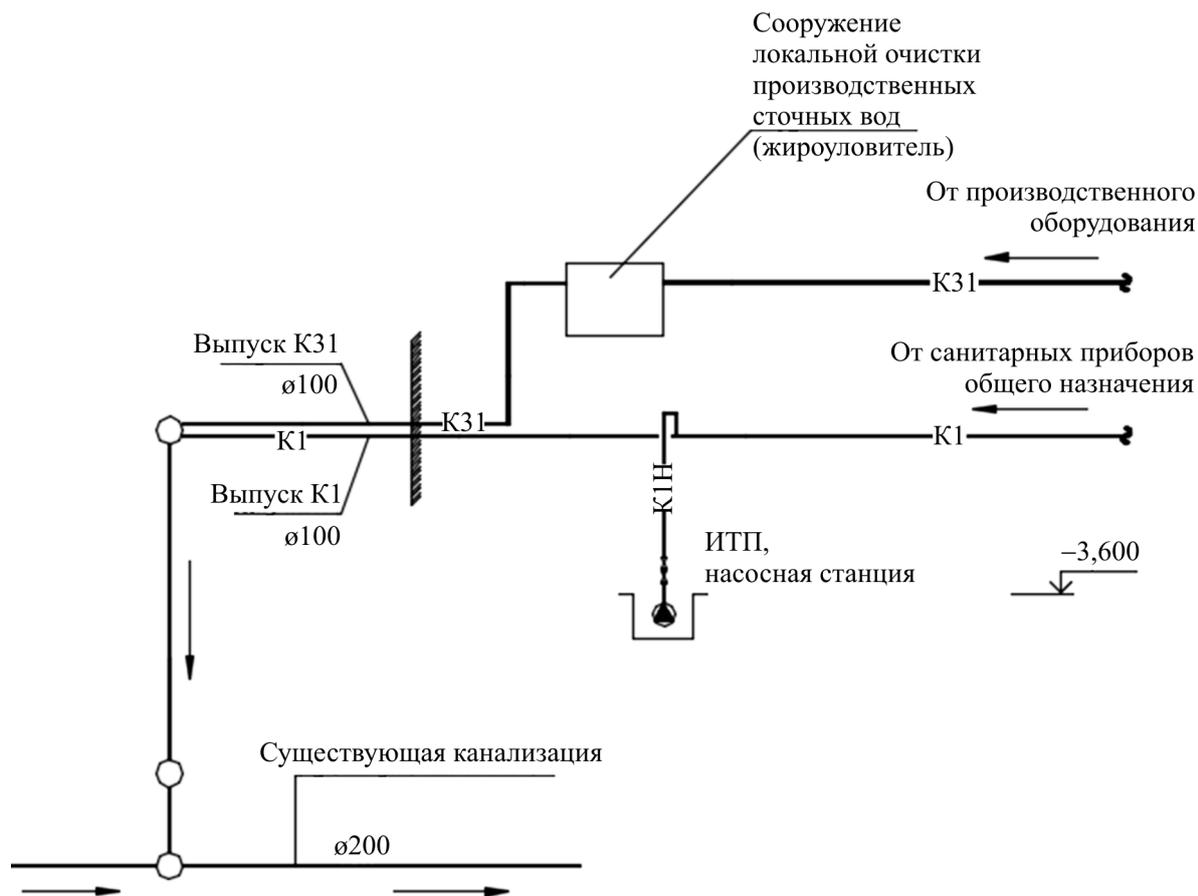


Рис. 4. Водоотведение стилобатной части
 Fig. 4. Sewerage of the stylobate part

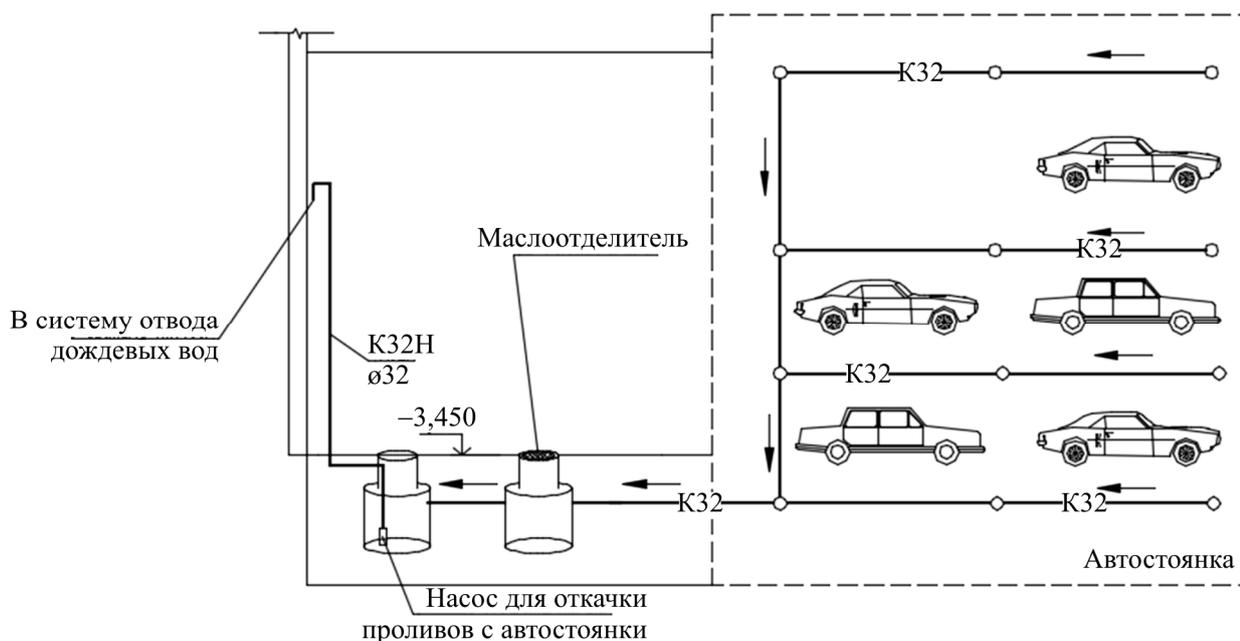


Рис. 5. Принципиальная схема производственной канализации автостоянки
 Fig. 5. Schematic diagram of the industrial sewerage of the parking lot

Источник водоснабжения объекта – существующий участок городского водопровода с гарантированным напором 25 м вод. ст. На вводе, состоящем из двух параллельных трубопроводов, выполненных из труб ПЭ 100 SDR 17 Д 110 по ГОСТ 18599–2001, монтируется водомерный узел УВ14 по типовой серии 5.901-1 со счетчиком холодной воды диаметром 65 мм. Для защиты от возможных загрязнений контрольно-измерительных приборов, водоразборной арматуры и другого оборудования системы на вводе предусматривается механический фильтр ФМФ-100. Установка регулятора давления КФРД10-2,0 позволяет поддерживать давление во внутренней водопроводной сети относительно постоянным независимо от колебания напора в наружной сети; благодаря этому уменьшается вероятность сбоев в подаче воды на верхние этажи в часы максимального водопотребления.

Требуемые напоры в системах хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения – 81,3 и 87,9 м соответственно – обеспечиваются общей насосной установкой Standard-DEA SiBoost Smart FC 4 Helix V 1010, которая состоит из вертикальных центробежных насосов с частотными преобразователями: трех рабочих и одного резервного. Для исключения гидродаров и уменьшения частоты включения насосов на напорной линии насосной установки предусматривается мембранный напорный бак WesterWAV200top объемом 200 л. Приготовление горячей воды осуществляется в индивидуальном тепловом пункте (ИТП). На трубопроводе перед нагревателем устанавливается фильтр MF-50 IWS, в котором вода очищается от механических примесей и подвергается магнитной обработке для защиты труб и оборудования от гидрокарбонатных отложений.

Все оборудование: насосы, водонагреватели, контрольно-измерительные приборы и др. – размещается в технических помещениях подземного этажа.

Магистральные линии холодного и горячего водоснабжения прокладываются в подшивных потолках помещений подвала; они выполняются из стальных водогазопроводных оцинкованных труб, обеспечивающих высокую надежность системы. Для монтажа стояков и подводок хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения используются современные полипропиленовые трубы PPRC диаметром от 15 до 100 мм. Магистральные трубы и стояки покрыты высокоэффективным теплогидроизоляционным материалом Rockwool. Для помещений инфраструктурной зоны предусматриваются отдельные подключения холодной и горячей воды от магистральных трубопроводов в виде нескольких параллельных ниток. С целью рационального расходования воды на всех приборных подводках здания – и в жилой, и в инфраструктурной зоне – устанавливаются индивидуальные регуляторы давления и приборы учета воды. С целью защиты приборов от засорения перед ними предусматриваются механические фильтры [1, 5, 6].

Бесперебойная работа системы горячего водоснабжения, особенно для производственных нужд, обеспечивается резервным водонагревательным оборудованием. В цехах ресторана предусматривается комплект электронагревателей емкостного и скоростного типа. Для подогрева воды бассейна и полов некоторых жилых помещений в летний период предусматривается вторичное использование тепла от системы холодоснабжения через водо-водяной чиллер. Система вторичного использования тепла работает параллельно с теплообменниками, находящимися в ИТП.

Для поливки прилегающих территорий по периметру здания запроектированы поливочные краны, для поливки зеленых насаждений на кровле стилобата также установлен поливочный кран.

Производственное водоснабжение бассейна в оздоровительном центре организовано по оборотной системе. Вода из чаши бассейна через переливные желоба и донный слив поступает в балансовый резервуар; она очищается на грубых песчаных фильтрах и диатомитовых фильтрах тонкой очистки, затем после подогрева возвращается в бассейн. Работа системы водоснабжения бассейна, в том числе установки водоподготовки и узла подпитки бассейна чистой водой, полностью автоматизирована [7].

Наружное пожаротушение комплекса расходом 40 л/с осуществляется из пожарных гидрантов существующей кольцевой водопроводной сети. Локализация огня в случае пожара ведется из внутренних пожарных кранов, установленных в жилом 12-этажном объеме и в стилобатной части здания, включая подземный этаж. В обеденном зале ресторана, в парильной сауне, в мусорокамере запроектированы установки автоматического пожаротушения со спринклерными оросителями. Запас воды для работы спринклерных установок хранится в резервуаре объемом 40 м³, расположенном на придомовой территории [8]. Вода на противопожарные нужды подается по отдельной кольцевой сети. Напор в сети обеспечивается насосами Wilo CO 2 BL Sk-FFS (3 рабочих и 1 резервный). В качестве дополнительного противопожарного мероприятия в местах прохода полиэтиленовых труб водоснабжения и канализации сквозь перегородки и межэтажные перекрытия устанавливаются противопожарные муфты.

Сточные воды комплекса отводятся самотеком в существующий участок наружной канализации диаметром 200 мм. Отводные линии от сантехнических приборов выполняются из полипропиленовых безнапорных труб с раструбным соединением. Стояки и выпуски канализации выполнены диаметром 100 мм из чугунных труб Saint Gobin RAM-GLOBAL (Германия), обеспечивающих прочность и герметичность стыковых соединений даже при максимальных нагрузках на сеть. Выпуски бытовой канализации жилых объемов прокладываются частично – под потолком технических и вспомогательных помещений верхнего этажа стилобата, частично – под потолком эксплуатируемого подвала, вместе с выпусками производственной и бытовой канализации помещений стилобата. Выпуски дренажной канализации автостоянки прокладываются в грунте под полом эксплуатируемого подземного этажа. Вентиляция сети осуществляется через стояки, выведенные на кровли жилых зданий [9–11].

Бытовая канализация предусматривает отвод хозяйственно-фекальных сточных вод от санитарно-технических приборов жилой и инфраструктурной частей здания.

Производственное водоотведение МФК организовано в несколько потоков, так как производственные сточные воды, образующиеся на разных объектах, значительно отличаются друг от друга по составу. Каждый поток содержит специфические промышленные загрязнения, которые перед сбросом в городской наружный коллектор необходимо извлечь [12]. Основным загрязняющим компонентом сточных вод ресторана является жир; для его извлечения под каждой производственной мойкой устанавливается компактный жируловитель. Кроме этого, на производственном выпуске ресторана запроектирован общий песко-, жируловитель, который располагается вне здания, в специальном колодце [11, 13]. Для отвода аварийных проливов, в том числе стоков при срабатывании системы пожаротушения, предусмотрена система дренажной канализации. Система состоит из сети лотков, локальной очистной установки, сборного резервуара, дренажного насоса и напорного трубопровода выпуска. Лотковая сеть охватывает всю площадь подвала: помещения автостоянки, индивидуального теплового пункта и др. Дренажные воды загрязнены в основном

механическими примесями почвенно-грунтового состава, а также горюче-смазочными маслами. Очистная установка состоит из пескоотделителя и бензо-, маслоуловителя. Все оборудование дренажной системы размещено в подземном этаже. Дренажные воды подаются в наружный коллектор дождевой канализации. Производственные воды бассейна: от опорожнения ванн, от промывки фильтров – отводятся в наружную сеть без какой-либо очистки. Отведение производственно-дождевых вод с зеленой зоны на кровле стилобата осуществляется отдельным выпуском; перед сбросом в городской дождевой коллектор воды проходят очистку в колодце – грязеотстойнике.

Дождевая канализация комплекса предусматривает сбор и отведение дождевых и талых вод с неэксплуатируемых площадей кровель по системе внутренних водостоков. Поскольку территория комплекса характеризуется высокой степенью благоустройства, отведение осуществляется закрытыми выпусками в наружную дождевую канализацию [14, 15].

Для проектируемого объекта определены расчетные расходы воды и сточных вод по СП30.13330.2016 и по упрощенной методике, предложенной авторами настоящей статьи. При расчете выявлено, что основных водопотребителей, на которых приходится более 90 % потребляемой жидкости, в составе комплекса три: жилые помещения, ресторан и физкультурно-оздоровительный центр с сауной и бассейном. Остальные шесть – мелкие водопотребители, они приняты в расчет как дополнительные. Разница в результатах расчета по официальной и по вновь разработанной методикам не превышает 4 %, что входит в допустимый диапазон погрешности. В таблице для исследуемого объекта приведены величины расходов воды на нужды холодного и горячего водоснабжения, выполненные по упрощенному алгоритму.

В настоящее время изучение проектных разработок систем водоснабжения и канализации многофункциональных комплексов является весьма актуальным. Систематизация и обобщение проектного опыта позволит специалистам быстро и уверенно принимать рациональные проектные решения в области инженерного обеспечения этичных, перспективных и престижных городских объектов.

Выводы

1. Надежность работы системы водоснабжения крупных строительных комплексов обеспечивается несколькими вводами; при этом в качестве источников водоснабжения назначаются несколько разных участков наружной водопроводной сети.

2. Раздельная система пожаротушения МФК, включающая в себя, кроме типовых элементов, автоматические установки пожаротушения и баки с противопожарным запасом воды, обеспечивает безопасность населения.

3. В зданиях со стилобатной частью магистральные линии водоснабжения и участки выпусков канализации могут быть проложены не только в подвале, но и по верхнему этажу стилобата; такая возможность предусматривается уже на этапе архитектурной планировки.

4. Для стабилизации давления во внутренних сетях, уменьшения частоты включения насосов и создания аварийного запаса воды на напорной линии насосной установки предусматриваются мембранные баки.

5. Резервирование оборудования горячего водоснабжения для отдельных потребителей обеспечивает бесперебойное горячее водоснабжение объекта в периоды профилактических или ремонтных отключений основной системы горячего водоснабжения.

6. Зеленые зоны на кровле МФК, при помощи которых решаются острые вопросы экологии и эргономики городского пространства, – перспективный путь организации дополнительных мест отдыха населения на свежем воздухе. Необходимо совершенствование системы производственного водоснабжения и водоотведения этих зон.

7. Из-за наличия нескольких производственных объектов на территории комплекса образуется несколько потоков производственных сточных вод, отличающихся друг от друга по составу. Система производственной канализации проектируется в несколько ниток, на каждом выпуске производственной канализации предусматриваются локальные очистные сооружения для извлечения специфических промышленных примесей перед сбросом в городской коллектор.

8. Для возможности быстрого перепрофилирования помещений из административных в производственные изначально в помещениях предусматриваются два выпуска канализации – бытовой и производственной.

9. Рациональный выбор расчетного количества водопотребителей на объекте позволяет сэкономить время проектировщика, ускорить процесс проектирования. Разработан упрощенный, но достаточно точный метод определения расчетных расходов воды и сточных вод в многофункциональном здании.

Библиографический список

1. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение. – Екатеринбург: Изд-во АСВ, 2015. – 216 с.
2. Бартова Л.В., Нуштаева Н.В. Схемы водоснабжения зданий высотой от 12 до 24 этажей // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2012. – Вып. № 3 (7). – С. 17–25.
3. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. – 2-е изд., перераб. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 480 с.
4. Бартова Л.В., Копылова В.С. Водоснабжение и водоотведение студенческого кампуса // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – Вып. №1 (13). – С. 7–15.
5. Зуев К.И. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения / ВлГУ. – Владимир, 2016. – 224 с.
6. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology / M. Peter-Varbanets, C. Zurbrügg, C. Swartz, W. Pronk // Water Research. – 2015. – Vol. 43. – No. 2. – P. 245–265.
7. Кедров В.С., Рудзский Г.Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1991. – 160 с.
8. Колова А.Ф., Пазенко Т.Я. Водоснабжение и водоотведение / Сиб. федер. ун-т. – Красноярск, 2012. – 148 с.
9. Richardson S. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues // Anal. Chem. – 2011. – Vol. 83. – P. 4614–4648.
10. Бартова Л.В. Водоотведение малых населенных мест. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 257 с.
11. Инженерное оборудование высотных зданий / под ред. М.М. Бродач. – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2007. – 320 с.

12. Salvo P. Condition assessment tools for potable water and mains sewer pipes // *International No-Dig*. – 2012. – Vol. 4. – P. 132–145.
13. Павлинова И.И., Баженов В.И., Губий И.Г. Водоснабжение и водоотведение. – М.: Юрайт-Издат, 2012. – 21 с.
14. Santiago A., Durango M. Most Advanced Technology for Pipeline Inspection in the World: See, Measure and Navigate in 3D Through Pipes and Manholes // *International No-Dig*. – 2012. – Vol. 6. – P. 112–120.
15. Water Distribution Network Sectorisation Using Structural Graph Partitioning and Multi Objective Optimization / S. Hajebi, S. Temate, S. Barrett, A. Clarke, S. Clarke // 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA. – 2014. Vol. 6. – P. 54–72.

References

1. Orlov E.V. Inzhenernyesistemyzdanij i sooruzhenij. Vodosnabzhenie i vodootvedenie [Building's engineering systems. Water supply and sewerage]. Ekaterinburg, ASV, 2015, 216 p.
2. Bartova L.V., Nushtaeva N.V. Skhemyvodosnabzheniyazdanijvysotojot 12 do 24 etazhej. *Vestnik Perm.nac.issled.politekh.un-ta. Urbanistika*, 2012, iss. № 3 (7), pp. 17-25.
3. Kedrov B.C., Lovcov E.N. Sanitarno-tekhnicheskoeoborudovaniezdanij [Sanitation equipment foe buildings]. Moscow, OOO «BASTET», 2008, 480 p.
4. L.V.Bartova, V.S. Kopylova. Vodosnabzhenie i vodootvedenie studencheskogokampusa. *Vestnik Perm.nac.issled.politehn.un-ta. Prikladnayajekologiya. Urbanistika*, 2014, iss. №1 (13), pp. 7-15.
5. Zuev K.I. Avtomatizaciya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniia [Automatization of water supply and wastewater removal systems]. Vladimir, VIGU, 2016, 224 p.
6. Peter-Varbanets M., Zurbrügg C., Swartz C., Pronk W. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology. *Water Research*, 2015, vol. 43, no. 2, pp. 245-265.
7. Kedrov V.S., Rudzskii G.G. Vodosnabzhenie i vodootvedenie plavatel'nykh basseinov [Water supply and water sewage of swimming pools]. 2nd ed. Moscow, Stroiizdat, 1991, 160 p.
8. Kolova A.F., PazenkoT.Ya. Vodosnabzhenie i vodootvedenie [Water supply and sewerage]. Krasnoyarsk, Sibirskii federal'nyi universitet, 2012, 148 p.
9. Richardson S. Water analysis: emerging contaminants and current issues. *Anal. Chem.*, 2011, vol. 83, pp. 4614-4648.
10. Bartova L.V. Vodootvedenie malyhnaselennyhmest [Draining of small communities]. Perm, Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2012, 257 p.
11. Inzhenernoe oborudovanie vysotnyh zdanij [Engineering equipment of high-rise buildings]. Ed. M.M. Brodach. Moscow, AVOK-PRESS, 2007, 320 p.
12. Salvo P. Condition assessment tools for potable water and mains sewer pipes. *International No-Dig*, 2012, vol. 4, pp. 132-145.
13. Pavlinova I.I., Bazhenov V.I., Gubij I.G. Vodosnabzhenie i vodootvedenie [Water supply and sewerage]. Moscow, Yurajt-Izdat, 2012, 21 p.
14. Santiago A., Durango M. Most advanced technology for pipeline inspection in the world: see, measure and navigate in 3D through pipes and manholes. *International No-Dig*, 2012, vol. 6, pp. 112-120.
15. S. Hajebi, S. Temate, S. Barrett, A. Clarke, S. Clarke. Water distribution network sectorisation using structural graph partitioning and multi objective optimization. *16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA*, 2014, vol. 6, pp. 54-72.