

Особенности проектирования систем ГВС. Выбор толщины изоляции

С. Б. Баранов, главный специалист по проектированию систем водоснабжения и водоотведения, член НОПРИЗ

Система горячего водоснабжения (ГВС) является инженерной системой, обеспечивающей комфорт и гигиену в жилых, общественных и производственных зданиях. Ее проектирование связано со множеством технических сложностей, которые часто недооцениваются на этапе разработки проектной документации. На сегодняшний день сложилась практика, в силу которой расчетам ГВС в проектах водоснабжения уделяется недостаточное внимание. Зачастую принимаются неверные принципиальные решения, что приводит систему к нерабочему состоянию. В статье рассмотрим систему ГВС в границах проекта ВК, т. е. до стенки ИТП.

Типичные ошибки при проектировании систем ГВС

Перечислим ошибки, обычно допускаемые при проектировании систем ГВС:

- неправильный расчет расходов в системе ГВС – $\text{м}^3/\text{сут}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ и л/с;
- неправильный расчет теплопотерь и определение требуемого количества теплоты на приготовление ГВС;
- неправильный выбор толщины изоляции;
- неправильное определение циркуляционного расхода;
- неправильное определение диаметров трубопроводов;
- неправильная расстановка запорно-регулирующей арматуры;
- неправильная конфигурация системы, большие по объему застойные (тупиковые) зоны.

Надо помнить, что цена проектных ошибок высока: неправильно или совсем не функционирующая система ГВС. Если этот факт будет установлен уже на этапе пусконаладочных работ (далее ПНР), то результатом может быть:

- срыв сроков ввода в эксплуатацию объекта;
- установка дополнительных балансировочных клапанов;
- замена изоляции трубопроводов;
- перекладка трубопроводов в случае занижения диаметров в проекте;
- реконструкция ИТП в случае, когда более легкие мероприятия не принесли результата.

Понятно, что последние три пункта на построенном объекте на стадии проведения ПНР – это существенная затрата денег и времени.

В случае если система была сдана в эксплуатацию с нарушениями (к сожалению, такое тоже бывает), можно ожидать следующих последствий:

- температура воды в дальних точках системы ГВС ночью не достигает 60 °С. Повышается риск развития в системе бактерий легионеллы;
- в часы пикового водоразбора в дальних точках давление в системе падает ниже нормативного, на верхних этажах может вообще перестать идти горячая вода;
- большое время ожидания ГВС нормативной температуры, повышение нормы расхода воды, увеличенные платежи за ГВС.

Вариант решения

Ниже будет представлен пошаговый план работы над созданием проекта работоспособной системы ГВС.

Нормативная база для расчета системы ГВС

Основные документы, на которые следует опираться при расчете системы:

- СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий» – приоритетный документ, описывающий систему ГВС. На сегодняшний день вышло уже пять изменений. Важно учитывать изменение № 3, которое действует с начала 2024 года;
- СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (на данный момент вышло уже два изменения).

Исходные данные для расчета ГВС

Перед началом расчета нужно получить от смежных разделов:

- архитектурные решения – планы и разрезы;
- технологические решения – описание режима работы здания и количество потребителей воды.

Цели и задачи расчетов ГВС

Система ГВС рассчитывается на два основных режима:

- режим максимального водоразбора, который отвечает за гарантированную подачу требуемого количества воды нужной температуры к каждому водоразборному прибору в часы максимального водоразбора;
- режим чистой циркуляции для поддержания температуры в системе ГВС в часы минимального водоразбора.

Ключевые параметры системы ГВС

В ходе расчетов определяются следующие параметры системы, которые фиксируются в анкете абонента и передаются проектировщику ИТП:

- максимальный и средний расчетный расход теплоты, кВт/ч и Гкал/ч;
- максимальный и средний часовой расход горячей воды, м³/ч;
- максимальный секундный расход воды на водоразбор ГВС, л/с;
- температурный график системы, °С;
- гарантированный напор на входе в тепловой пункт, м вод. ст.;
- требуемый напор на выходе из теплового пункта в систему ГВС, м вод. ст.;
- циркуляционный расход в системе ГВС, м³/ч;
- потери напора в циркуляционном режиме системы ГВС, м вод. ст.

Важно понимать, что анкета абонента – это не «лишняя бюрократия», а залог того, что тепловой пункт обеспечит требуемые параметры для поддержания системы ГВС в работоспособном состоянии.

Дополнительные параметры системы ГВС

Для комфортного использования система ГВС должна обеспечивать следующие параметры:

- давление у диктующего смесителя. Принимаем не менее 20,0 м по п. 8.21 СП 30.13330.2020 или по паспорту прибора (для некоторых современных душевых смесителей давление требуется выше 20,0 м);
- температура у смесителя. Принимаем на выходе из ИТП 65 °С, у диктующего смесителя 60 °С (ниже – нарушение по п. 4.7 СП 30.13330.2020, выше – появляется риск получения ожогов, хотя СП 30.13330.2020 допускает до 75 °С);
- время ожидания ГВС. Принимаем в диапазоне 10–30 с (меньше – очень сложно обеспечить при разветвленной сети ГВС,

больше – увеличивает время ожидания и влечет дополнительные потери ресурсов и денег, слитых в канализацию).

Как в российских, так и в международных нормах слабо описаны требования, которые регламентируют, какого размера участки системы ГВС можно оставлять без циркуляции. В некоторых зарубежных нормах упоминается максимальная длина участка, в некоторых – объем воды в тупиковом участке.

Пример 1. Тупиковая линия длиной 10 м, Ду15, в конце которой стоит один умывальник/мойка в школе или поликлинике. Используется прибор достаточно редко, сливать воду придется каждый раз достаточно долго. Объем воды в трубе 1,77 л, при расходе на одном смесителе 0,09 л/с по табл. А.1 СП 30.13330.2020 получается время ожидания ГВС около 20 с.

Пример 2. Тупиковая линия длиной 12 м, Ду20, в конце которой стоит пять моек в пищеблоке. Используются приборы регулярно в течение всего дня, вода даже не успевает остывать. Объем воды в трубе 3,77 л, при расходе на одном смесителе 0,20 л/с по табл. А.1 СП 30.13330.2020 получается время ожидания ГВС около 10 с (если будет использовано два из пяти приборов).

Итого: во втором варианте сеть длиннее, диаметр выше, объем воды в системе выше, но даже в утреннее время при первом водоразборе время ожидания может оказаться меньше при использовании нескольких приборов. В течение дня объем остывшей воды, слитой в канализацию по второму варианту, будет меньше.

Таким образом, нужно оценивать именно время ожидания ГВС расчетной температуры и учитывать назначение и режим работы здания.

Пошаговый расчет системы ГВС

1. Определение количества потребляемой горячей воды ($\text{м}^3/\text{сут}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ и л/с).
2. Определение конфигурации и диаметров системы.
3. Выбор толщины изоляции. Определение теплопотерь.
4. Определение расхода циркуляции и проверка диаметров системы.
5. Определение тепловой мощности для приготовления ГВС.
6. Определение параметров циркуляционных насосов.
7. Балансировка систем ГВС.

Шаг 1. Определение количества потребляемой горячей воды

- Определяем потребителей воды в здании и составляем баланс водопотребления

и водоотведения. Работаем по разделу 5 СП 30.13330.2020.

- Определяем расчетные расходы $\text{м}^3/\text{ч}$ и л/с по вероятности согласно разделу 5 СП 30.13330.2020. При использовании расчетных программ Excel, «Умная вода» и т. п., расчетные расходы $\text{м}^3/\text{ч}$ и л/с по вероятности получаем автоматически.

Итого. Фиксируем значения: максимальный секундный расход воды в системе горячего водоснабжения в л/с, максимальный часовой расход горячей воды в $\text{м}^3/\text{ч}$ и средний часовой расход горячей воды в $\text{м}^3/\text{ч}$. Вносим данные в анкету абонента.

Шаг 2. Определение конфигурации и диаметров системы

- Разрабатываем принципиальную схему ГВС с учетом п. 10.6 СП 30.13330.2020.
- Определяем диаметры подающих магистралей Т3, определяем/назначаем диаметры стояков.
- Назначаем в первом приближении диаметры циркуляционных труб Т4 на один сортament меньше подающих труб.

Итого. Принципиальная схема ГВС. На данном этапе важно как можно точнее оценить количество и протяженности стояков и протяженности магистралей, детальное оформление чертежей и расстановку запорно-регулирующей арматуры можно выполнить после проведения расчетов ГВС.

Шаг 3. Выбор толщины изоляции. Определение теплопотерь

Есть два сценария работы при определении толщины изоляции:

- рассчитать толщину изоляции по СП 61.13330.2012 (по расчету для нашего примера получается 25–32 мм);
- принять изоляцию толщиной 13 мм без расчета, как многие привыкли делать (в соответствии с п. 10.3 СП 30.13330.2020 минимальная толщина изоляции ГВС 10 мм, по сортаменту от производителей толщин ближайшая большая изоляция 13 мм).

В обоих случаях задача проектировщика – получить рабочую систему ГВС, которая в ночное время не остынет ниже 60 °С.

По первому сценарию нужно быть уверенным, что заказчик и подрядчик с вами согласятся и фактически будет смонтирована изоляция расчетной величины. Если в расчете будет изоляция 25–32 мм, а на объекте будет смонтирована изоляция 13 мм – система ночью остынет.

По второму сценарию мы отступаем от норм в части СП 61.13330.2012 и получаем высокий циркуляционный расход, который может превысить водоразбор в здании.

Промежуточные выводы:

- вопрос толщины изоляции нужно обсуждать с заказчиком на стадии задания на проектирование;
- при любом сценарии теплопотери должны быть посчитаны через фактические значения в расчетных программах по методике из СП 61.13330.2012, чтобы получить нужное значение циркуляционного расхода, который обеспечит поддержание температуры ГВС ночью;
- расчетные программы учитывают идеальные условия применения изоляции, и при любом сценарии значение по теплопотерям должно содержать некоторый запас (около 10–20 %) на случай изменения трассировок при фактическом монтаже, на дополнительные теплопотери через неизолированные части запорной арматуры, на дополнительные теплопотери через крепеж, на неидеальный монтаж тепловой изоляции и т. д.

Итог. Значение теплопотерь в Т3 и в Т4.

Пример расчета толщины изоляции

Согласно СП 30.13330.2020, п. 5.12: «На стадии разработки рабочей документации теплопотери в системе ГВС определяются расчетом в соответствии с СП 61.13330.2012». Во избежание

повторного прохождения экспертизы все расчеты в проектной и рабочей документации должны быть одинаковыми.

Согласно СП 61.13330.2012, п. 6.1.1: «Нормы плотности теплового потока через изолированную поверхность для оборудования и трубопроводов с положительными температурами в помещении следует принимать по табл. 4 и 5». В системе ГВС более 5000 часов работы, т. е. допустимые теплопотери принимаем по табл. 4.

Таким образом, выбор толщины изоляции в системе ГВС проводим из условия непревышения допустимых теплопотерь в табл. 4 СП 61.13330.2012.

В табл. 1 и 2 ниже сведены данные по допустимым теплопотерям, нормируемым СП 61.13330.2012 (табл. 4), и расчетным теплопотерям для конкретных условий и конкретных трубопроводов (на примере стальных труб) в системе ГВС.

По данным в табл. 1 и 2 видно, что ни изоляция 13 мм, ни изоляция 19 мм для заданных диаметров трубопроводов не обеспечивают требований СП 61.13330.2012.

Конечно, расчет теплопотерь зависит от большого количества факторов, исходных данных, допущений и различных коэффициентов. Посчитать можно по-разному, но очевидно, что расчетом обосновать изоляцию 13 мм не получится. Например, для трубопровода Т3 Ду50 мм разница теплопотерь по расчету и нормируемых по СП 61.13330.2012

Таблица 1
Определение требуемой толщины изоляции подающих трубопроводов – Т3 (средняя температура в системе при режиме 65–60 °С составляет 62,5 °С)

№ п/п	Ду, мм	Д _{нар} , мм	Температура в трубе средняя на участке, °С	Температура в помещении средняя на участке, °С	Допустимые удельные теплопотери по СП 61.13330.2012, табл. 4	Удельные расчетные теплопотери, Втхм, изоляция 13 мм	Удельные расчетные теплопотери, Втхм, изоляция 19 мм	Удельные расчетные теплопотери, Втхм, изоляция 25 мм	Удельные расчетные теплопотери, Втхм, изоляция 32 мм
1	50	60	62,5	20	13,90	24,3	19,3	16,0	13,7
2	40	48	62,5	20	12,60	20,3	16,3	13,7	11,8
3	32	42,3	62,5	20	11,80	18,7	14,9	12,6	10,9
4	25	33,5	62,5	20	11,0	15,7	12,6	10,8	9,5

* Теплопотери из СП61.13330.2012, табл. 4 приняты методом интерполяции.

** Удельные расчетные теплопотери, Втхм, получены через расчетную программу K-FLEX.

*** Для дальнейших расчетов принимаем для Т3 и Ду32–50 изоляцию 32 мм, для Ду25 – 25 мм.

Таблица 2

Определение требуемой толщины изоляции циркуляционных трубопроводов – Т4 (средняя температура в системе при режиме 60–55 °С составляет 57,5 °С)

№ п/п	Ду, мм	Д _{нар} , мм	Температура в трубе средняя на участке, °С	Температура в помещении средняя на участке, °С	Допустимые удельные теплотери по СП 61.13330.2012, табл. 4	Удельные расчетные теплотери, Втхм, изоляция 13 мм	Удельные расчетные теплотери, Втхм, изоляция 19 мм	Удельные расчетные теплотери, Втхм, изоляция 25 мм	Удельные расчетные теплотери, Втхм, изоляция 32 мм
1	40	48	57,5	20	11,40	17,8	14,1	12,0	10,3
2	32	42,3	57,5	20	10,70	16,2	12,9	11,0	9,5
3	25	33,5	57,5	20	10,00	13,8	11,1	9,5	8,3
4	20	26,8	57,5	20	8,80	11,8	9,6	8,3	7,3

* Теплотери из СП 61.13330.2012, табл. 4 приняты методом интерполяции.
 ** Удельные расчетные теплотери, Втхм, получены через расчетную программу K-FLEX.
 *** Для дальнейших расчетов принимаем для Т4 и Ду32–40 изоляцию 32 мм, для Ду20–25 – 25 мм.

составляет около 75 %, то есть отличается почти вдвое.

После выбора толщины изоляции мы можем посчитать теплотери. Пример расчетов приведен в табл. 3 и 4.

Суммируя общие теплотери в системах Т3 и Т4, получим общие теплотери в системе ГВС:

$$\Sigma Q_i^{ht} = Q_{ht}^{T3} + Q_{ht}^{T4} = 12,12 + 9,31 = 21,43 \text{ кВт},$$

где

Q_{ht}^{T3} – общие теплотери в системе Т3, кВт;

Q_{ht}^{T4} – общие теплотери в системе Т4, кВт.

Шаг 4. Определение расхода циркуляции и проверка диаметров системы

Циркуляционный расход определяем по компенсации потерь теплоты в системе ГВС в соответствии с СП 30.1330.2020, п. 10.10.

Пример расчета по теплотерям в Т3:

$$q_{cir} = Q_{ht}^{T3} / (4,2 \cdot \Delta t) = 12,12 / (4,2 \cdot (65 - 60)) = 0,577 \text{ л/с} = 2,08 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где Δt – разность температур: 65 °С – на выходе из ИТП, 60 °С – в диктующей точке (см. табл. 3)

Q_{ht}^{T3} – теплотери в системе Т3, кВт;

4,2 – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·°С).

Пример расчета по теплотерям в Т3+Т4:

$$q_{cir} = (Q_{ht}^{T3} + Q_{ht}^{T4}) / (4,2 \cdot \Delta t) = (12,12 + 9,31) / (4,2 \cdot (65 - 55)) = 0,486 \text{ л/с} = 1,75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где Δt – разность температур: 65 °С – на выходе из ИТП, 55 °С – в диктующей точке (см. табл. 4);

Q_{ht}^{T3} – теплотери в системе Т3, кВт;

Q_{ht}^{T4} – теплотери в системе Т4, кВт;

4,2 – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·°С).

Выводы по расчету:

- разница рассчитанного циркуляционного расхода для одной и той же системы ГВС – 2,08 м³/ч и 1,75 м³/ч – для двух подходов составляет почти 20 %;
- расход циркуляции правильнее считать отдельно в системе Т3 на Δt 5 °С и отдельно в системе Т4 на Δt 5 °С. Как правило, теплотери и циркуляция по Т3 получается больше и именно этот расход нужно принимать;
- если считать через общие теплотери и Δt 10 °С, то циркуляционный расход окажется на 20 % меньше величины, которая необходима для поддержания в подающих трубах Т3 нормативной температуры в диапазоне 65–65 °С, из чего следует, что диктующая точка 60 °С сместится ближе к ИТП и диктующий стояк

Таблица 3

Расчет теплотерь в системе Т3: изоляция K-FLEX ST/SK (в трубках), температура воздуха в помещении или шахте +20 °С

№ п/п	Диаметр трубопровода, мм	Удельные расчетные теплотери, Втхм	Длина участка, м	Общие теплотери, кВт	Температура на выходе из ИТП, °С	Температура в диктующей точке, °С
1	50	13,7	180,00	2,47	65	60
2	40	11,8	40,00	0,47	65	60
3	32	10,9	20,00	0,22	65	60
4	25	10,8	830,00	8,96	65	60
Итого:				12,12		

Таблица 4

Расчет теплотерь в системе Т4: изоляция K-FLEX ST/SK (в трубках), температура воздуха в помещении или шахте +20 °С

№ п/п	Диаметр трубопровода, мм	Удельные расчетные теплотери, Втхм	Длина участка, м	Общие теплотери, кВт	Температура на выходе из ИТП, °С	Температура в диктующей точке, °С
1	40	10,3	180,00	1,85	60	55
2	32	9,5	40,00	0,38	60	55
3	25	9,5	20,00	0,19	60	55
4	20	8,3	830,00	6,89	60	55
Итого:				9,31		

в верхней части будет менее 60 °С. Точное значение температуры в диктующей точке можно определить через расчетные программы;

- когда мы определили точное значение циркуляционного расхода, мы можем уточнить диаметры циркуляционных труб. Снижение диаметров циркуляции более чем на один сортament от ГВС возможно при обосновании в расчетных программах с обоснованием распределения циркуляционного расхода и балансировкой системы;
- согласно СП 30.13330.2020, п. 10.11, максимальный расход в системе ГВС требуется увеличить на значение циркуляционного расхода и проверить систему на его пропуск.

Итог 4. Фиксируем значение циркуляционного расхода при расчете по Т3, вносим данные в анкету абонента. Подтверждаем диаметры циркуляции.

Шаг 5. Определение тепловой мощности для приготовления ГВС

Требуемое количество теплоты на приготовление ГВС определяем в соответствии с СП 30.1330.2020, п. 5.12.

Пример расчета:

- для нашего объекта максимальный часовой расход ГВС 1,94 м³/ч и среднечасовой расход 0,68 м³/ч;
- температура на выходе из ИТП 65 °С, температура холодной воды, подаваемой в ИТП на нагрев, 5 °С;
- максимальная часовая нагрузка:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{макс}} = 1,16 \cdot Q_{\text{ГВС}}^{\text{час}} \cdot \Delta t + Q_{\text{ht}}^{\text{T3}} + Q_{\text{ht}}^{\text{T4}} = 1,16 \cdot 1,94 \cdot (65 - 5) + 12,12 + 8,31 = 156,45 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{макс}} = 156,45 / 1163 = 0,1345 \text{ Гкал/ч};$$

- среднечасовая нагрузка:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = 1,16 \cdot Q_{\text{ГВС}}^{\text{час}} \cdot \Delta t + Q_{\text{ht}}^{\text{T3}} + Q_{\text{ht}}^{\text{T4}} =$$

$$= 1,16 \cdot 0,68 \cdot (65 - 5) + 12,12 + 8,31 = 68,76 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = 68,76 / 1163 = 0,0591 \text{ Гкал/ч};$$

- теплотери для максимально часового и среднечасового расхода одинаковые.

Теплотери получаем расчетом по СП 61.13330.2012, использовать процентное соотношение потерь относительно максимальной нагрузки на водоразбор ГВС нельзя. Очень велик риск ошибки.

Тепловая нагрузка на водоразбор ГВС зависит от:

- количества и типа потребителей;
 - количества санитарно-технических приборов;
 - режима работы здания, количества смен;
 - наличия групповых душевых на объекте и т.д.
- На величину теплотери влияют:
- диаметр и протяженность трубопроводов;
 - материал и толщина тепловой изоляции;
 - температура воды в трубе и температура окружающего воздуха.

Очевидно, что теплотери и количество теплоты на водоразбор ГВС не связаны между собой ни физически, ни гидравлически.

Итог. Фиксируем значение расходов теплоты на приготовление ГВС. Вносим данные в анкету абонента.

Шаг 6. Определение параметров циркуляционных насосов

По известному расходу на циркуляцию определяем величину потерь напора в системе.

Потери считаем при пропуске расхода как по подающим, так и по циркуляционным трубам в режиме чистой циркуляции, без водоразбора.

Точный расчет потерь напора в режиме циркуляции и распределение циркуляционного расхода по контурам можно выполнить только в расчетных программах «Умная вода» и т.д.

Потери в режиме циркуляции можно посчитать укрупненно, но очевидно получится большой запас на насосах в ИТП.

Итог. Фиксируем значение потерь напора в циркуляционном режиме системы ГВС. Вносим данные в анкету абонента.

Шаг 7. Балансировка систем ГВС

Точный расчет потерь напора в режиме циркуляции и распределение циркуляционного расхода по контурам можно выполнить только в расчетных программах «Умная вода» и т.д.

Для объектов с простой системой ГВС можно выполнить укрупненную прикидку и распределение циркуляционного расхода, а также определить диаметры балансировочных клапанов и места их установки. Данный метод при малом опыте работы может привести к ошибкам, поэтому начинающим специалистам рекомендую для начала освоить балансировку в расчетных программах, чтобы наглядно понять принципы распределения циркуляционного расхода.

Итоги расчетов. Защита своих решений в экспертизе

Что нужно выгрузить в отчет и приложить к проекту:

- баланс и расчет расходов воды в м³/ч и л/с прикладываем к тому стадии П;
- анкету абонента передаем проектировщику ИТП;
- расчет нагрузок ГВС вставляем в пояснительную записку в проекте;
- расчет теплотери и циркуляционного расхода прикладываем к тому стадии П.

Так все-таки, по какому сценарию следует делать расчет?

- Первый сценарий. Изоляция 13 мм всегда и большой расход циркуляции.
- Второй сценарий. Изоляция по предельному тепловому потоку толщиной 25–32 мм и более и относительно небольшой расход циркуляции. Проанализировав оба сценария, можно сделать следующие выводы:
- оба сценария могут быть рабочими и обеспечить нормативную температуру системы ГВС при правильном расчете величины теплотери;
- очевидно, что требования по энергоэффективности в СП 61.13330.2012 достаточно жесткие;
- вопрос толщины изоляции нужно обсуждать с заказчиком на стадии задания на проектирование и прописывать, по какому сценарию мы работаем.

Экономическая часть

Стоит ли вложить существенные капитальные затраты в толстую изоляцию, чтобы сэкономить на теплотерях? Проведем укрупненный расчет и сравнение вариантов.

Для нашего объекта-примера с изоляцией 13 мм теплотери составят 18,59 + 11,14 = 29,73 кВт, а для изоляции, принятой по расчету 25–32 мм, составят



УМНАЯ ВОДА

Программа для проектирования систем внутреннего водопровода и канализации зданий



Разработчик:



ЛЕГКО И БЫСТРО

Рассчитываются хозяйственно-питьевые расходы воды, расходы теплоты, потери напора, тепловые потери, циркуляционный расход воды, настройки балансировочных клапанов и многое другое.

Осуществляется подбор оборудования и материалов, и вывод его в спецификацию. Расчёты происходят по аналитическим формулам, которые наиболее точно описывают физические зависимости.

Данные по каждому участку и по всей системе в целом выводятся в отчётах, которые можно сохранить себе на компьютер.

Доступно более 30 различных отчётов:

- Баланс водопотребления и водоотведения × 3 шт
- Расчётные расходы воды × 2 шт
- Расчётные расходы теплоты. Формулы
- Расчётные расходы воды. Формулы
- 3D чертёж в формате dxf
- Аксонометрическая схема × 6 шт
- Спецификация × 2 шт

Система ВПВ:

- Гидравлический расчёт
- Установка диафрагм

Система ГВС:

- Гидравлический расчёт в режиме водоразбора × 2 шт
- Гидравлический расчёт в режиме циркуляции × 2 шт
- Паспорт
- Тепловой расчёт
- Установка регуляторов давления

Система К1 и система К2:

- Гидравлический расчёт × 2 шт

Автоматическое пожаротушение:

- Гидравлический расчёт

Система ХВС:

- Паспорт
- Гидравлический расчёт × 2 шт
- Установка регуляторов давления