**Введение**

Выполнение курсовой работы один из этапов подготовки студентов специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция».

В курсовой работе требуется разработать систему горячего водоснабжения жилого дома, произвести подбор и расчет оборудования местного теплового пункта, включая подогреватели и счетчики воды.

В процессе работы студент должен приобрести навыки самостоятельного решения поставленных задач; уметь применять существующие методы расчета систем горячего водоснабжения; уметь пользоваться технической, справочной и нормативной документацией.

**1. Выбор системы ГВС**

Система ГВС служит для подготовки и подачи горячей воды к санитарно-техническим приборам, технологическому оборудованию и включает в себя: установку для приготовления горячей воды, внутридомовые разводящие и циркуляционные трубопроводы, водоразборные приборы. При закрытой системе теплоснабжения и отсутствии центрального теплового пункта необходимо устанавливать подогреватель ГВС в местном тепловом пункте здания. Схема трубопроводов системы ГВС – с нижней разводкой (здание бесчердачное с подвалом). Все стояки одинакового назначения принимаются с диаметрами: водоразборные 25 мм, циркуляционные 15 мм. Полотенцесушители включаются в водоразборные стояки по проточной схеме, выпуск воздуха – через краны приборов верхнего этажа. Трубопроводы прокладываются с уклоном 0,002. На основании исходных данных (план этажа и подвала) производится компоновка оборудования МТП и производится построение схемы трубопроводов системы ГВС и МТП.

**2. Тепловой баланс системы**

Выбор схемы присоединения подогревателей ГВС

В системе теплопотребления жилого дома теплота расходуется на отопление и горячее водоснабжение. В зависимости от соотношения указанных тепловых нагрузок выбирается схема присоединения подогревателей ГВС.

Вероятность использования водоразборных приборов в час наибольшего водопотребления:



где *U* – число потребителей горячей воды в здании;

*N* – число установленных водоразборных приборов;

– норма расхода горячей воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления;



*q* – секундный расход горячей воды одним водоразборным прибором, л/с.

Максимальный часовой расход горячей воды на здание в целом:

,



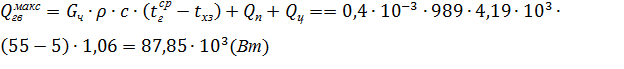
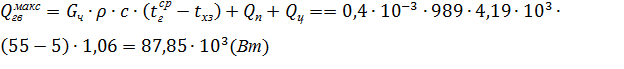
где *qч* – часовой расход горячей воды одним водоразборным прибором;

*α* – безразмерная величина, зависящая от общего количества водоразборных приборов N на расчетном участке и вероятности их использования Рч в час наибольшего водопотребления.

По значению



Максимальный часовой расход теплоты на ГВС:



где ρ – плотность воды, кг/м3;

*с* – теплоемкость воды, Дж/(кгК);

*t*гср – средняя температура горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков принимается равной 55ºС [1] ;

*tхз* – температура холодной воды в сети водопровода принимается равной 5ºС [1];

Gч – расход горячей воды в час наибольшего водопотребления, м3/с;

Qп, Qц – потери теплоты подающим и циркуляционными трубопроводами системы ГВС, Вт.

На начальной стадии проектирования системы ГВС диаметры и длины трубопроводов не известны, поэтому сумма Qп+Qц ориентировочно может быть оценена коэффициентом 1,06.

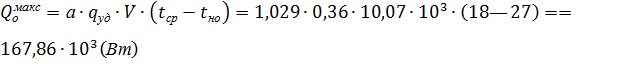
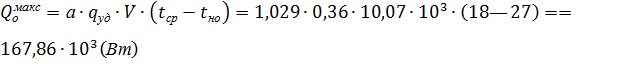
Средний часовой расход воды на ГВС:



где *kч* – коэффициент часовой неравномерности расхода теплоты в течении суток (*kч*=2–2,4) [2].

Расчетный расход теплоты на отопление жилого здания по укрупненным показателям:

,



где а – поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий, равный:



где *qуд* – удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м3К);

*V* – наружный объем здания, м3;

*tср* – средняя температура воздуха в помещениях здания, °С;

*t*но – расчетная температура наружного воздуха, °С.

Относительный расход теплоты на ГВС:



При ρ=0,52 используется двухступенчатая смешанная схема присоединения подогревателей ГВС, но в целях упрощения схемы при допускается использовать параллельную схему присоединения.



Расчетные расходы сетевой воды, кг/ч, при качественном регулировании отпуска теплоты в закрытых системах теплоснабжения определяются по соотношениям:

а) на отопление:



б) средний и максимальный на ГВС при параллельной схеме:



в) суммарный расчетный расход сетевой воды:



где τ1, τ2 – температура сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети при температуре наружного воздуха соответствующей расчетной температуре для системы отопления, °С; – температура сетевой воды в подающем трубопроводе и после параллельно включенных подогревателей ГВС при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика (рекомендуется принимать );



*k3* – коэффициент запаса, учитывающий долю среднего расхода воды на ГВС (при *Qомакс* <100МВт – *k3*=1,2).

**3. Расчет расходов горячей воды**

Перед выполнением расчетов вычерчивается в масштабе схема системы ГВС. На схеме намечаются ориентированные по плану здания вводы водопровода и тепловой сети, размещаются подогреватели, насосы, водомеры и запорная арматура, трубопроводы, стояки и водоразборные приборы.

Трубопроводы разбиваются на расчетные участки. Участки нумеруются в направлениях от наиболее удаленной точки водоразбора к подогревателю. Размеры участков определяются по планам здания. При этом высота подвала принимается равной 2 м, а высота этажа 3 м.

**3.1 Расчет секундных расходов горячей воды**

В зависимости от степени благоустройства здания установлены нормы расхода горячей воды [3]. Однако ввиду периодичности потребления фактический расход воды может значительно отличаться от нормативного, поэтому гидравлический расчет трубопроводов системы ГВС производят по фактическим секундным расходам, которые принимаются за расчетные.

Максимальный расчетный секундный расход горячей воды, л/с, на расчетных участках трубопровода определяется по формуле:



где *q* – расход горячей воды одним водоразборным прибором в л/с;

*α* – безразмерная величина.

На схеме трубопроводов выделяют расчетную – наиболее протяженную и загруженную магистраль, которая начинается в точке присоединения наиболее высоко расположенного водоразборного прибора на самом удаленном от подогревателя стояке. Результаты расчета секундных расходов воды на каждом расчетном участке заносятся в таблицу1.

Таблица 1 – Расчет секундных расходов горячей воды

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № уч. | N | U | U/N | Расход воды | | | вероятность действия прибора | NPч | *α* | Секундный расход воды, Gс,л/с |
| q, л/с | qч, л/с | qч/q |
| 1-2 | 1 | 4 | 4 | 0,14 | 7,9 | 56,43 | 0,063 | 0,294 | 0,294 | 0,205 |
| 2-3 | 2 | 4 | 2 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0278 | 0,0556 | 0,281 | 0,281 |
| 3-4 | 3 | 4 | 1,333 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0185 | 0,0556 | 0,281 | 0,281 |
| 4-5 | 3 | 4 | 1,333 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0185 | 0,0556 | 0,281 | 0,281 |
| 5-6 | 6 | 8 | 1,333 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0185 | 0,111 | 0,344 | 0,344 |
| 6-7 | 9 | 12 | 1,333 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0185 | 0,1667 | 0,413 | 0,413 |
| 7-8 | 12 | 16 | 1,333 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0185 | 0,2222 | 0,470 | 0,470 |
| 8-9 | 24 | 28 | 1,166 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0162 | 0,3888 | 0,602 | 0,602 |
| 9-10 | 36 | 40 | 1,111 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0154 | 0,7407 | 0,826 | 0,826 |
| 10-11 | 48 | 56 | 1,166 | 0,2 | 10 | 50 | 0,0162 | 0,7777 | 0,847 | 0,847 |
| 11-12 | 96 | 112 | 1,166 | 0,2 | 10 | 50 | 0,162 | 1,5555 | 1,240 | 1,240 |

**3.2 Расчет циркуляционных расходов горячей воды**

Циркуляция необходима для предотвращения остывания горячей воды в трубопроводах при незначительном водоразборе или его полном прекращении.

Циркуляционные расходы, л/с, рассчитываются по формуле:



где *Qп* – потери теплоты в подающих трубопроводах и стояках, Вт;

*с* – теплоемкость горячей воды, кДж/(кг·К) ;

*ρ* – плотность воды, кг/м3 ;

*t*г, *t*гразб – соответственно температура горячей воды в закрытых системах после подогревателя ГВС и в точках водоразбора, в °С (принимается 60 и 50°С).

Теплопотери в магистральных трубопроводах и стояках определяются суммированием теплопотерь по участкам:



где *dн* – наружный диаметр трубопровода на участке, м;

*l* – длина расчетного участка, м;

*k* – коэффициент теплопередачи неизолированного трубопровода, Вт/(м2К) , принимается 11,6 Вт/(м2·К);

*tв* – температура воздуха, принимаемая в зависимости от места и способа прокладки труб: в неотапливаемых подвалах 5 °С, в жилых помещениях 18 °С, в ванных комнатах 25 °С;

*η* – КПД изоляции (принимается 0,5–0,8).

Тепловые потери с различным типом и числом водоразборных прибров определяются для каждого стояка отдельно, расчет производится при одной средней температуре горячей воды во всех стояках. Расчет ведется от наиболее удаленной точки водоразбора к подогревателю ГВС по участкам (этажестояк, полотенцесушитель, подводящие к стояку трубопроводы).

Потери по участкам суммируются. Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.

Диаметры магистральных трубопроводов принимаются с учетом того, чтобы скорость движения воды в них не превышала 1,5 м/с с учетом зарастания труб вследствие отложения накипи.

Таблица 2 – Расчет теплопотерь и циркуляционных расходов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №уч. | Наружный диаметр, dн, м | *π·k* | Температур-  ный напор, ∆t, °C | Длина участка, *l*, м | 1-η | Потеря тепла, Qп, Вт | Циркуляц. расход, Gц, л/с |
| Потери теплоты в стояках 1,7 | | | | | | | |
| Полотенцесу-шитель | 0,0423 | 36,42 | 55-25=30 | 1,5 | 1 | 69,33 |  |
| Этажестояк | 0,0335 | 36,42 | 30 | 3 | 1 | 109,82 |  |
| 7-8 | 0,0335 | 36,42 | 55-5=50 | 4,87 | 0,3 | 89,18 |  |
| Теплопотери в стояке | | | | | | 716,6 |  |
| Теплопотери в стояке с подводкой | | | | | | 805,78 | 0,019 |
| Потери теплоты в стояках 2, 8 | | | | | | | |
| Стояк | Принимать, как для стояка 1 | | | | | 716,6 |  |
| Подводка | 0,0335 | 36,42 | 50 | 1,67 | 0,3 | 30,58 |  |
| Всего: | | | | | | 747,18 | 0,018 |
| Теплопотери в стояках3,6 | | | | | | | |
| Стояк | Принимать, как для стояка 1 | | | | | 716,6 |  |
| Подводка | 0,0335 | 36,42 | 50 | 3,92 | 0,3 | 71,84 |  |
| Всего: | | | | | | 788,44 | 0,019 |
| Теплопотери в стояках 4, 5 | | | | | | | |
| Стояк | Принимать, как для стояка 1 | | | | | 716,6 |  |
| Подводка | 0,0335 | 36,42 | 50 | 3,92 | 0,3 | 71,84 |  |
| Всего: | | | | | | 788,44 | 0,019 |
| Потери теплоты в магистрали к стояку 1 | | | | | | | |
| 8-9 | 0,0423 | 36,42 | 50 | 10,8 | 0,3 | 249,59 | 0,0061 |
| 9-10 | 0,0423 | 36,42 | 50 | 3,68 | 0,3 | 85,05 | 0,0021 |
| 10-11 | 0,0423 | 36,42 | 50 | 4,3 | 0,3 | 99,38 | 0,0024 |
| 11-12 | 0,048 | 36,42 | 50 | 2,5 | 0,3 | 65,56 | 0,0016 |
| Всего: | | | | | | 499,59 |  |
| Всего потерь теплоты | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Циркуляционный расход | | | | | | | |
|  | | | | | | | |

**4. Гидравлический расчет трубопроводов**

Цель гидравлического расчета трубопроводов системы ГВС является определение их диаметров и определение потерь напора в системе.

Диаметры трубопроводов системы ГВС, по которым вода подается к водоразборным приборам, следует принимать исходя из условия обеспечения подачи необходимого количества горячей воды с требуемой температурой в наиболее удаленные и высоко расположенные точки водоразбора с максимальным использованием располагаемого напора в системе.

В гидравлическом расчете потери напора на расчетных участках определяются по формуле, м:



где *i* – удельные потери напора на трение при расчетном расходе воды с учетом зарастания труб, мм/м, принимается по номограмме;

*lp* – расчетная длина участка трубопровода, м;

*l* – фактическая длина участка трубопровода, м;

*l*э – эквивалентная длина участка трубопровода, м,



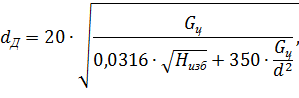
где ψ – коэффициент местных потерь напора, принимается для подающих трубопроводов и циркуляционных стояков – 0,2; для водоразборных стояков с полотенцесушителями – 0,5.

Расчет начинается с главного циркуляционного контура (расчетной магистрали), который начинается от подогревателя ГВС и проходит через наиболее удаленный стояк. Далее рассчитываются ответвления от главного циркуляционного контура к другим присоединенным стоякам. Результаты расчета заносим в таблицу 3. Расчет выполняют с использованием таблицы1 и таблицы 2.При выполнении гидравлического расчета необходимо следить, чтобы потери напора в наиболее удаленном стояке не превышали величины 2 – 4м.

При выполнении гидравлического расчета необходимо производить увязку потерь напора с ответвлениями. Суммарные потери напора в следующей расчетной паре стояков должны быть равны располагаемому напору в точке их присоединения к подающей и циркуляционной магистрали. Это достигается соответствующим подбором диаметров циркуляционных стояков и увеличением циркуляционного расхода горячей воды в них, но не более чем на 30 %. В итоге потери напора в обоих стояках по абсолютному значению не должны отличаться более чем на 10 % от располагаемых напоров в точке их присоединения.

При невозможности увязки потерь напора в стояках путем подбора диаметров на циркуляционных стояках должны устанавливаться дроссельные диафрагмы с диаметром отверстия не менее 10 мм.

Необходимый диаметр, диафрагмы определяется по формуле, мм:



где *Сц* – циркуляционный расход, л/с;

*Низб* – избыточный напор, который необходимо погасить диафрагмой, м;

*d* – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Если расчетный диаметр отверстия диафрагмы менее 10мм, то вместо диафрагмы на циркуляционном стояке устанавливаются регулирующие краны или балансировочные клапаны, подбор которых ведется по соответствующим каталогам.

Результаты гидравлического расчета представлены в таблаблице.3.

Таблица 3.– Гидравлический расчет трубопроводов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчет кольца через стояк 1 | | | | | | | | | | | |
| 12-11 | 1,240 | 0,107 | 1,415 | 2,5 | 0,5 | 3 | 40 | 1,1 | 100 | 0,300 |  |
| 11-10 | 0,847 | 0,087 | 0,934 | 4,3 | 0,86 | 5,16 | 32 | 1,25 | 180 | 0,929 |
| 10-9 | 0,826 | 0,065 | 0,891 | 3,68 | 0,74 | 4,42 | 32 | 1,1 | 145 | 0,641 |
| 9-8 | 0,602 | 0,044 | 0,646 | 10,8 | 2,16 | 12,96 | 32 | 0,7 | 50 | 0,648 |
| 8-7 | 0,47 | 0,019 | 0,489 | 4,87 | 1,04 | 6,21 | 25 | 0,95 | 180 | 1,118 | 3,419 |
| 7-6 | 0,413 | 0,019 | 0,432 | 3,0 | 1,5 | 4,5 | 25 | 0,85 | 165 | 0,743 |
| 6-5 | 0,344 | 0,019 | 0,363 | 3,0 | 1,5 | 1,5 | 25 | 0,65 | 75 | 0,338 |
| 5-4 | 0,281 | 0,019 | 0,300 | 5,1 | 2,55 | 7,65 | 25 | 0,6 | 70 | 0,536 |
| Ст.Т4-1 |  | 0,019 | 0,019 | 13 | 2,6 | 15,6 | 15 | 0,28 | 30 | 0,498 |
| 7’-8’ |  | 0,019 | 0,019 | 4,87 | 1,04 | 6,21 | 15 | 0,28 | 30 | 0,186 |
| 8’-9’ |  | 0,044 | 0,044 | 10,8 | 2,16 | 12,96 | 20 | 0,17 | 7 | 0,091 |  |
| 9’-10’ |  | 0,065 | 0,065 | 3,68 | 0,74 | 4,42 | 20 | 0,27 | 17 | 0,075 |
| 10’-11’ |  | 0,087 | 0,087 | 4,3 | 0,86 | 5,16 | 20 | 0,34 | 30 | 0,155 |
| 11’-12’ |  | 0,107 | 0,107 | 2,5 | 0,5 | 3 | 25 | 0,35 | 20 | 0,06 |
| Расчет кольца через стояк 2 | | | | | | | | | | | |
| 8-Ст.Т3-2 | 0,414 | 0,018 | 0,432 | 1,67 | 0,334 | 2,004 | 25 | 0,9 | 170 | 0,34 | 2,505 |
| Ст.Т3-2-Ст.Т4-2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,115 |
| Ст.Т4-2-8’ |  | 0,018 | 0,018 | 1,67 | 0,334 | 2,004 | 15 | 0,27 | 25 | 0,05 |
| Расчет кольца через стояк 3 | | | | | | | | | | | |
| 9-Ст.Т3-3 | 0,414 | 0,019 | 0,433 | 3,92 | 0,784 | 4,704 | 25 | 0,95 | 175 | 0,823 | 3,065 |
| Ст.Т3-3-Ст.Т4-3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,115 |
| Ст.Т4-3-9’ |  | 0,019 | 0,019 | 3,92 | 0,784 | 4,704 | 15 | 0,3 | 27 | 0,127 |
| Расчет кольца через стояк 4 | | | | | | | | | | | |
| 10-Ст.Т3-4 | 0,47 | 0,019 | 0,489 | 3,92 | 0,784 | 4,704 | 25 | 1 | 195 | 0,917 | 3,159 |
| Ст.Т3-4-Ст.Т4-4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,115 |
| Ст.Т4-4-10’ |  | 0,019 | 0,019 | 3,92 | 0,784 | 4,704 | 15 | 0,3 | 27 | 0,127 |

Расчет кольца через стояк 2

Необходимо произвести увязку потерь напора во втором стояке (2,505м) в точке присоединения его к главному циркуляционному кольцу.

Располагаемый напор в первой паре стояков составляет Нр=3,419м.

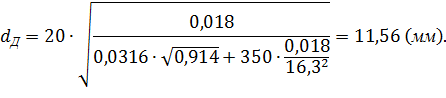
Невязка больше допустимой.



Необходимо установить дроссельную диафрагму для того, чтобы погасить избыточный напор, равный:



Диаметр диафрагмы определяется при известном циркуляционном расходе 0,018 л/с по формуле:



К установке принимается диафрагма с *dД*=11,56 мм, которая устанавливается на циркуляционном стояке.

Расчет кольца через стояк 3

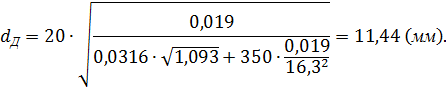
Располагаемый напор в точке подключения данного стояка к магистрали складывается из потерь напора в первом стояке и потерь напора на магистральных участках трубопровода 9-8 и 8’-9’.



Невязка больше допустимой.



Диаметр диафрагмы определяется по формуле:



К установке принимается диафрагма с *dД*=11,44 мм, которая устанавливается на циркуляционном стояке.

Расчет кольца через стояк 4

Располагаемый напор в точке подключения данного стояка к магистрали складывается из потерь напора в первом стояке и потерь напора на магистральных участках трубопровода 9-8, 10-9, 8’-9’, 9’-10’.

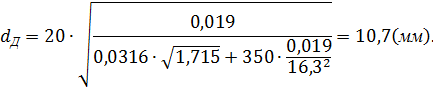
.



Невязка больше допустимой.



Диаметр диафрагмы определяется по формуле:



К установке принимается диафрагма с *dД*=10,7 мм, которая устанавливается на циркуляционном стояке.

Аналогично рассчитываются стояки 5, 6, 7, 8.

**5. Выбор оборудования и расчет потерь давления местного теплового пункта**

**5.1 Выбор водомера**

Счетчик расхода воды (водомер) в закрытых системах водопотребления устанавливают на вводе трубопровода холодной воды в здание до подогревателя ГВС с обязательным устройством обводного трубопровода с запорным органом.

Счетчики воды типа ВСХ устанавливают на горизонтальном участке трубопровода, с минимальным расстоянием прямого участка 5·*dу* до счетчика и 1·*dу* после счетчика.

Водомеры должны рассчитываться на максимальный часовой расход воды Gч и подбираться так, чтобы стандартное значение верхнего предела измерения прибора было ближайшим по отношению к значению максимального часового расхода.

Максимальный часовой расход Gч=1,41 м3/ч. К установке принимаем счетчик ВСХ – 15 с диаметром *dу*=15мм.

Перед счетчиками необходимо устанавливать фильтры.

**5.2 Расчет подогревателя ГВС**

Подогреватели должны обеспечивать заданную теплопроизводительность при любых температурных режимах сетевой воды. Наиболее неблагоприятный режим соответствует точке излома температурного графика регулирования. Поэтому расчет подогревателей производится именно для этого режима по параметрам сетевой воды при температуре *tн’’’.*

К установке принимаем водоводяной скоростной секционный подогреватель с противоточным движением теплоносителей и длиной трубок 4м.

Максимальный часовой расход греющей воды равен

.



Задаваясь скоростью воды в межтрубном пространстве подогревателя, равной 1 м/с, найдем ориентировочно площадь сечения межтрубного пространства, м2 (при *ρ*=1000 кг/м3):



По полученному значению подбираем типоразмер подогревателя с наружным диаметром корпуса 57мм и стандартными значениями



, , поверхностью нагрева одной секции



0,75 м2 и *dэ*=0,0129м.

Определим действительные скорости движения воды в трубках и межтрубном пространстве:



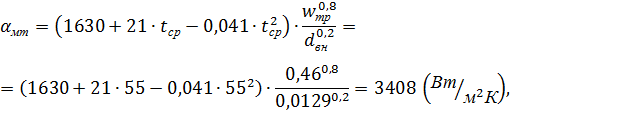
Среднее значение температуры нагреваемой и греющей воды:



.

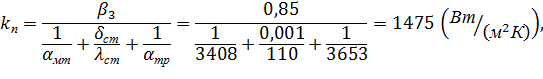


Коэффициенты теплоотдачи от греющей воды к поверхности стенок трубок *αмт* и от трубок к нагреваемой воде *αтр*:



где *dвн* – внутренний диаметр трубок, *dвн*=14мм.

Коэффициент теплопередачи:

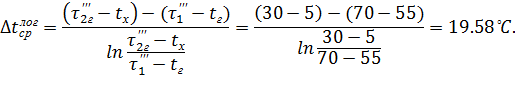


где *δст* – толщина стенки, 0,001м;

*λст* – теплопроводность материала стенки, 110 Вт/(м·˚С);

*β3* – коэффициент загрязнения, принимаемый равным 0,85.

Среденелогарифмический температурный напор в подогревателе:



Необходимая площадь нагрева подогревателей:



где *Qгр.в*=*Qгвмакс.*

Количество секций в подогревателе:



где *Fс* – площадь поверхности нагрева одной секции.

Полученное значение *n*п округляется до целого числа в большую сторону.

Принимаем к установке подогреватель из 5 секций.

**5.3 Расчет потерь напора в местном тепловом пункте**

Потери напора в тепловом пункте определяются по формуле.



где *Н*пд – потери напора в подогревателе, м;

*Н*сч – потери напора в счетчике воды, м;

*Н*ф – потери напора в фильтре, м;

*Нl* – потери напора по длине водомерного узла, м;

*Н*к – потери напора на сжатие потока (конфузор), м;

*Н*д – потери напора на расширение потока (диффузор), м.

Потери напора в подогревателе:



где *n* – безразмерный коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора за счет зарастания труб (принимается равным 4);

*m* – коэффициент гидравлического сопротивления одной секции скоростного подогревателя ГВС (принимается равным 0,75 при длине секции 4м);

*n*п – число секций подогревателя;

*w*тр – скорость движения воды в трубках подогревателя без учета их зарастания.

Потери давления в счетчике холодной воды ВСХ – 15 при *G*ч=1,41м3/ч, равны *Н*сч=20кПа=2,0м.

Потери давления в фильтре составят *Н*ф=0,96м.

Потери давления, м, по длине водомерного узла определяются по формуле:



где λ – коэффициент гидравлического сопротивления трению;

*L* – длина водомерного узла, м;

*V* – скорость теплоносителя, м/с;

*g* – ускорение свободного падения, м/с2;

*d* – диаметр трубопровода водомерного узла, м.

Скорость теплоносителя , м/с, определяется по формуле:



где *G*ч – количество теплоносителя, м3/с; – площадь поперечного сечения трубы, м2:



Коэффициент гидравлического сопротивления трению:



где *Re* – число Рейнольдса.

Число Рейнольдса определяется по формуле:



где *V* – скорость теплоносителя, см/с;

*d* – диаметр трубопровода водомерного узла, см;

γ=0,004 см2/с – кинематическая вязкость воды.



Потери давления, м, на сжатие потока определяется по формуле:



где *ς*к – значение местного сопротивления.

Потери давления, м, на расширение потока определяются по формуле:



где ςд – значение местного сопротивления.



**6. Подбор насосов**

Для закрытых систем теплоснабжения требуемый напор в водопроводе холодной воды следует определять по формуле:



где *Hgeom* – геометрическая высота подачи воды от оси трубопровода, подающего холодную воду, до оси наиболее высоко расположенного прибора, м;

∑*Htot* – сумма потерь напора в системе ГВС здания, которая складывается из потерь в тепловом узле здания *∆H*уз и системе трубопроводов *∆Н*, м;

*Н*св – свободный напор, м, у санитарно – гигиенического прибора.

Для первого варианта расчета при *Нв*=20м – напор на вводе холодного водопровода недостаточен, и необходима установка повысительно-циркуляционных насосов, которые подбираются по суммарному расходу воды:



.



По данным характеристикам подбирается насос марки CRE 3 с расходом воды 3 м3/ч и максимальным напором 24 бар.



И суммарной потере напора, состоящей из потерь напора в подающем трубопроводе и подогревателе при циркуляционном расходе, и потерь напора в циркуляционном трубопроводе. Для определения потерь напора в подающем трубопроводе необходимо произвести гидравлический расчет подающих трубопроводов главного циркуляционного кольца, при циркуляционном расходе и ранее подобранных в таблице 3 диаметрах трубопроводов.

Гидравлический расчет подающих трубопроводов главного циркуляционного кольца сводится в таблицу 4.

Таблица 4 – Гидравлический расчет циркуляционного трубопровода

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №уч. | Расход воды | | | Длина участка | | | Диа-  метр трубы d, мм | Скорость воды, *w*, м/с | удельные потери напора *i*, мм/м | Потери напора ∆Н, м | Примеч. |
| Gc, л/с | Gц, л/с | Gс+Gц, л/с | *l*,м | *lэ*, м | *l*р, м |
| Расчет кольца через стояк 1 | | | | | | | | | | | |
| 12-11 |  | 0,107 | 0,107 | 2,5 | 0,5 | 3 | 40 | 0,15 | 1,9 | 0,0057 | 0,036 |
| 11-10 |  | 0,087 | 0,087 | 4,3 | 0,86 | 5,16 | 32 | 0,11 | 1,2 | 0,0062 |
| 10-9 |  | 0,065 | 0,065 | 3,68 | 0,74 | 4,42 | 32 | 0,05 | 0,6 | 0,0026 |
| 9-8 |  | 0,044 | 0,044 | 10,8 | 2,16 | 12,96 | 32 | 0,05 | 0,35 | 0,0045 |
| 8-7 |  | 0,019 | 0,019 | 4,87 | 1,04 | 6,21 | 25 | 0,05 | 0,75 | 0,0047 |
| 7-6 |  | 0,019 | 0,019 | 3,0 | 1,5 | 4,5 | 25 | 0,05 | 0,75 | 0,0034 |
| 6-5 |  | 0,019 | 0,019 | 3,0 | 1,5 | 1,5 | 25 | 0,05 | 0,75 | 0,0034 |
| 5-4 |  | 0,019 | 0,019 | 5,1 | 2,55 | 7,65 | 25 | 0,05 | 0,75 | 0,0058 |
| Ст.Т4-1 |  | 0,019 | 0,019 | 13 | 2,6 | 15,6 | 15 | 0,2 | 17 | 0,265 | 0,728 |
| 7’-8’ |  | 0,019 | 0,019 | 4,87 | 1,04 | 6,21 | 15 | 0,2 | 17 | 0,106 |
| 8’-9’ |  | 0,044 | 0,044 | 10,8 | 2,16 | 12,96 | 20 | 0,17 | 7 | 0,091 |
| 9’-10’ |  | 0,065 | 0,065 | 3,68 | 0,74 | 4,42 | 20 | 0,27 | 17 | 0,075 |
| 10’-11’ |  | 0,087 | 0,087 | 4,3 | 0,86 | 5,16 | 20 | 0,36 | 30 | 0,155 |
| 11’-12’ |  | 0,107 | 0,107 | 2,5 | 0,5 | 3 | 25 | 0,28 | 12 | 0,036 |

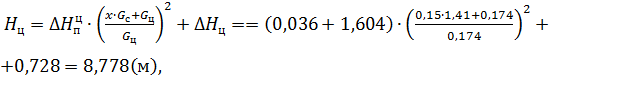
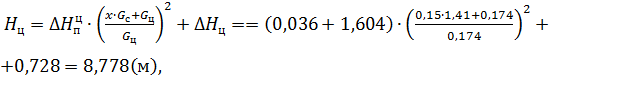
Для определения потерь напора в подогревателе необходимо произвести перерасчет скорости движения нагреваемой воды в трубках подогревателя, *w*тр:



И тогда потери напора в подогревателе составят:



Таким образом, суммарные потери напора составят:



где *G*с, *G*ц – секундный и циркуляционный расходы горячей воды на здание в целом, кг/с;

∆*Н*пц – потери напора в подающем трубопроводе и подогревателе при циркуляционном расходе, м;

∆*Н*ц – потери напора в циркуляционном трубопроводе, м;

*х* – доля максимального водоразбора, принимается для систем горячего водоснабжения протяженностью до 60 м равной 0,15.

По полученным характеристикам подбираем насос марки ЦВЦ 25-9,2 с расходом воды 1-40 кг/с и максимальным напором 10,5 м.

**Заключение**

В данной курсовой работе была разработана система горячего водоснабжения жилого дама, произведен подбор и расчет оборудования местного теплового пункта.

В ходе выполнения курсовой работы были получены теоретические и практические знания по методам расчета систем горячего водоснабжения; навыки пользования технической, справочной и нормативной документацией.

**Список использованной литературы**

1. Козин, В.Е. Теплоснабжение / В.Е. Козин.– М.: Высшая школа, 1980.– 408 с.
2. Пешехонов, Н.И. /Проектирование теплоснабжения / Н.И. Пешехонов. – М.: Высшая школа, 1986. – 55 с.
3. СНиП 2.04.01 – 85. /Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1976 – 28 с.
4. СНиП 2.04.07 – 86. /Тепловые сети. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 48с.
5. ГОСТ 2.106–96 ЕСКД Текстовые документы
6. ГОСТ 2.104–68\* ЕСКД Основные надписи
7. ГОСТ 2.105–95 ЕСКД Общие требования к текстовым документам