

### Практическое занятие 3. Гидравлический расчёт системы отопления методом удельных потерь давления

Целью гидравлического расчета при условии использования располагаемого перепада давления на вводе и обеспечения бесшумности работы системы отопления является: определение диаметров участков системы отопления; подбор регулирующих клапанов, устанавливаемых на ветках, стояках и подводках отопительных приборов; подбор перепускных, разделительных и смесительных клапанов; подбор балансовых клапанов и определение устанавливаемых при пуске системы гидравлических параметров этих клапанов; подбор типа и типоразмера циркуляционных насосов.

Выбор диаметров труб  $d$ , мм, проводят из условия поддержания оптимальных скоростей в трубопроводах и обеспечения при располагаемом перепаде давления в системе отопления  $\Delta P_p$ , Па, пропуск заданных расходов теплоносителя  $G$ , кг/ч. Для стальных труб оптимальной считается скорость 0,3-0,5 м/с, для полимерных – 0,7-0,8 м/с. Минимальная скорость движения воды из условия удаления воздуха составляет 0,1 м/с – вертикальные участки трубопроводов, 0,25 м/с – горизонтальные участки трубопроводов. Максимальная скорость движения воды из условия бесшумной работы равна 1,5 м/с.

Прежде, чем приступить к гидравлическому расчету, необходимо на планах здания разместить: отопительные приборы, стояки, поквартирные ветки, подающую Т1 и обратную Т2 магистрали. После размещения элементов системы отопления выполняют пространственную (аксонометрическую) схему системы отопления. Схема системы отопления выполняется в масштабе 1:100 в соответствии с требованиями, предъявляемыми к графической части. Для точного учёта местных сопротивлений на схеме необходимо указать все изгибы труб, запорно-регулирующую арматуру, устройства для удаления воздуха и спуска воды, приборы учёта теплоты или учёта расхода воды и т. д. Так же на схеме системы отопления указать расчетную тепловую нагрузку отопительных приборов, равную тепловой расчетной нагрузке помещения, которую при наличии двух и более отопительных приборов в помещении необходимо разделить между ними.

Затем на схеме выбирают главное циркуляционное кольцо, в котором расчётное циркуляционное давление, приходящееся на единицу длины кольца, имеет наименьшее значение. Циркуляционное кольцо представляет собой замкнутый контур последовательных участков системы отопления. В однотрубной системе отопления количество циркуляционных колец равно числу стояков или горизонтальных веток, а в двухтрубной - количеству отопительных приборов.

В *вертикальной однотрубной* системе – это кольцо через наиболее нагруженный стояк из удаленных от теплового пункта стояков при тупиковом движении воды или также через наиболее нагруженный стояк, но из средних стояков при попутном движении воды в магистралях.

В *вертикальной двухтрубной* системе – это кольцо через нижний отопительный прибор наиболее нагруженного из удаленных от теплового пункта стояков при тупиковом движении воды или наиболее нагруженного из средних стояков при попутном движении воды в магистралях.

В *горизонтальной однотрубной* системе многоэтажного здания основное циркуляционное кольцо выбирают по меньшему значению в двух циркуляционных кольцах через ветви на верхнем и нижнем этажах. Так же поступают при расчете системы с естественной циркуляцией воды, сравнивая значения в циркуляционных

кольцах через отопительные приборы, находящиеся на различных расстояниях от теплового пункта.

Выбранное главное циркуляционное кольцо разбивают на участки по ходу движения теплоносителя, начиная от теплового пункта. За расчетный участок принимают отрезок трубопровода с постоянным расходом теплоносителя. Последовательно соединенные участки, образующие замкнутый контур циркуляции воды и составляют циркуляционное кольцо системы. Для каждого расчетного участка надо указать порядковый номер, длину  $l$ , тепловую нагрузку  $Q_{уч}$  и диаметр  $d$ .

Весь расчет главного циркуляционного кольца сводится в таблицу 1.

Таблица 1 – Гидравлический расчёт главного циркуляционного кольца

Номер участка	Тепловая нагрузка на участке $Q_{уч}$ , Вт	Расход воды на участке $G_{уч}$ , кг/ч	Длина участка $l$ , м	Диаметр участка $d$ , мм	Скорость теплоносителя $v$ , м/с	Удельное сопротивление на трение $R$ , Па/м	Потеря давления на трение на участке $Rl$ , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке $\Sigma\zeta$	Динамическое давление $P_{дин} = (v^2/2 \cdot \rho)$ , Па	Потери давления в местных сопротивлениях $Z$ , Па	Суммарные потери давления на участке $Rl + Z$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0 – 1											
1 - 2											
...											

Заполнение таблицы 1 производится следующим образом (по графам):

*Графа 1.* Ставится номер участка. *Участком* называют трубу постоянного диаметра с одним и тем же расходом теплоносителя.

*Графа 2.* Записываются тепловые нагрузки на участке, равная сумме тепловых нагрузок обслуживаемых участком отопительных приборов, Вт. *Тепловая нагрузка участка* составляется из тепловых нагрузок приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой.

*Графа 3.* Расход теплоносителя на участке, кг/ч, определяется по формуле

$$G_{уч} = \frac{3,6Q_{уч}\beta_1\beta_2}{(t_2 - t_0)}$$

где  $\beta_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий теплопередачу в помещение через дополнительную площадь отопительных приборов, равный для радиатора М-140 А равный 1,033;

$\beta_2$  - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений, равный для радиатора М -140 А при данных местах расположения 1,02;

$Q_{уч}$  – тепловая нагрузка участка, Вт, (графа 2);

$c$  – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/(кг·°С);

$t_r$  и  $t_o$  – соответственно температура воды в подающей 95 и обратной магистрали, °С.

*Графа 4.* Указывается длина участка, определяемая по аксонометрической схеме, в масштабе.

*Графа 5.* Диаметры участков предварительно задаются по таблице 2.

Таблица 2 – Диаметры трубопроводов

Трубопроводы Магистралей	Диаметры, мм 25; 32; 40; 50; 65; 80
Стояки	20; 25
Подводки к трубопроводам	15

*Графы 6, 7.* Задав диаметр  $d$  и определив количество воды на участке  $G_{уч}$ , по таблицам для гидравлического расчета (найти в Интернете) определяют скорость движения воды  $v$  и фактическое значение удельного сопротивления  $R$ .

*Графа 8.* Определяется произведением значений графы 4 на значение графы 7.

*Графа 9.* На рассматриваемом участке определяют виды местных сопротивлений (уголки, тройники, крестовины, вентили, лапаны и т.д.). Сумму их коэффициентов местных сопротивлений (КМС) на участке  $\Sigma\xi$  определяют по таблицам (найти в Интернете).

*Коэффициент местного сопротивления (КМС)* зависит в основном от типа препятствий движению (арматура, приборы, воздухоборники, грязевики, коллекторы и т. п.), изменения направления движения и расхода воды (в тройниках, крестовинах, отводах, утках, калачах и др. фасонных частях).

*Графа 10.* Определяется по выражению, указанному в графе. Плотность воды при температуре 70 °С составляет 980 кг/м<sup>3</sup>, при температуре 95 °С составляет 960 кг/м<sup>3</sup>.

*Графа 11.* Потери давления на трение получают путем перемножения значений графы 9 на значения графы 10.

*Графа 12.* Сложением потерь давления по длине  $Rl$  и в местных сопротивлениях  $Z$  находят полные потери давления на каждом участке  $(Rl+Z)$ .