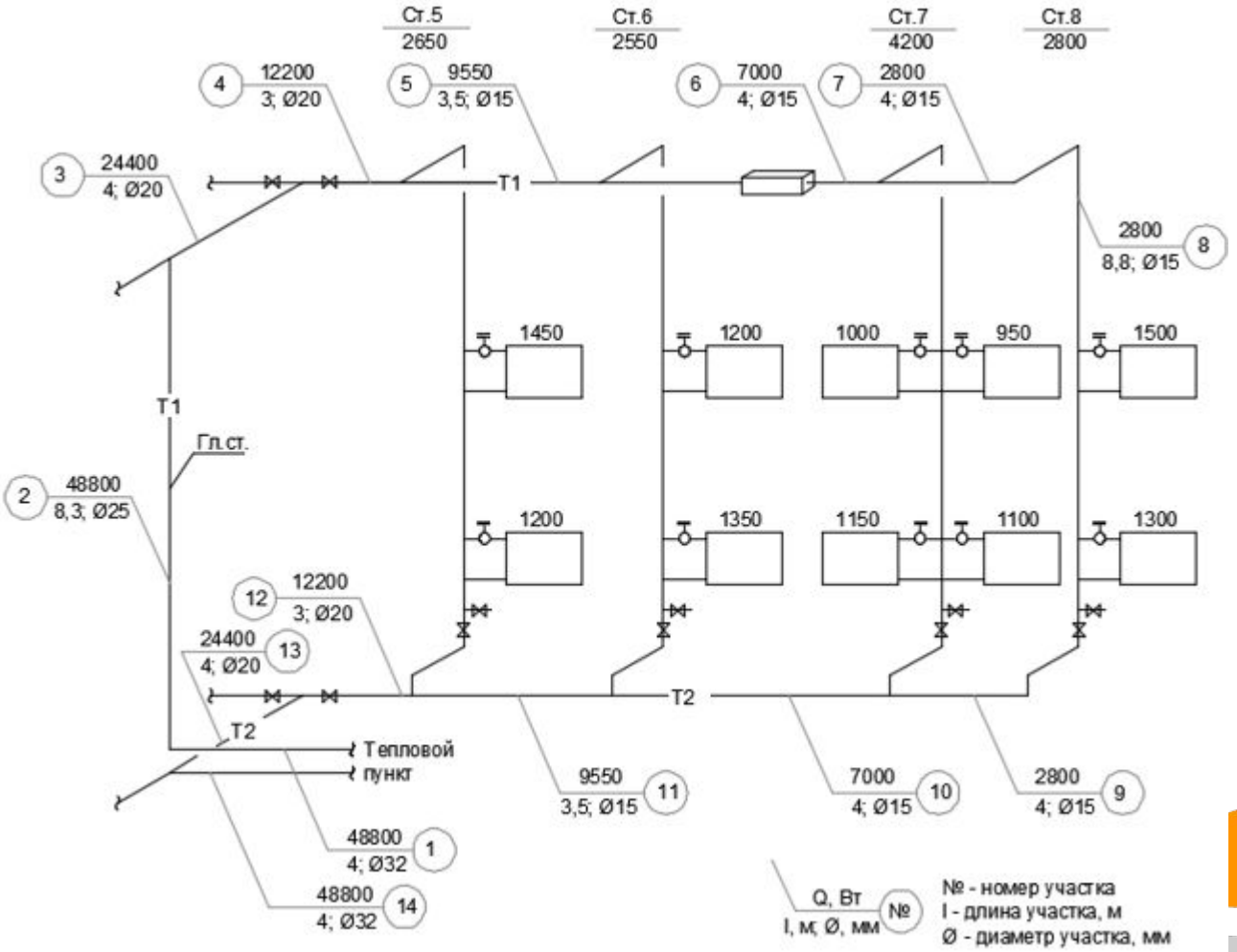
Гидравлический расчет системы отопления

Цель:

Гидравлический расчет системы отопления сводится **к подбору диаметров трубопроводов и выбора настройки регулирующих клапанов** так, чтобы при заданном циркуляционном давлении к отопительному прибору поступало требуемое количество теплоносителя.

Последовательность:

1. На схему системы отопления наносятся нагрузки каждого отопительного прибора
2. На схему системы отопления наносятся нагрузки каждого отопительного прибора. Под номером стояка указывают его суммарную тепловую нагрузку Qст, Вт, как сумму тепловых нагрузок всех к нему присоединенных отопительных приборов



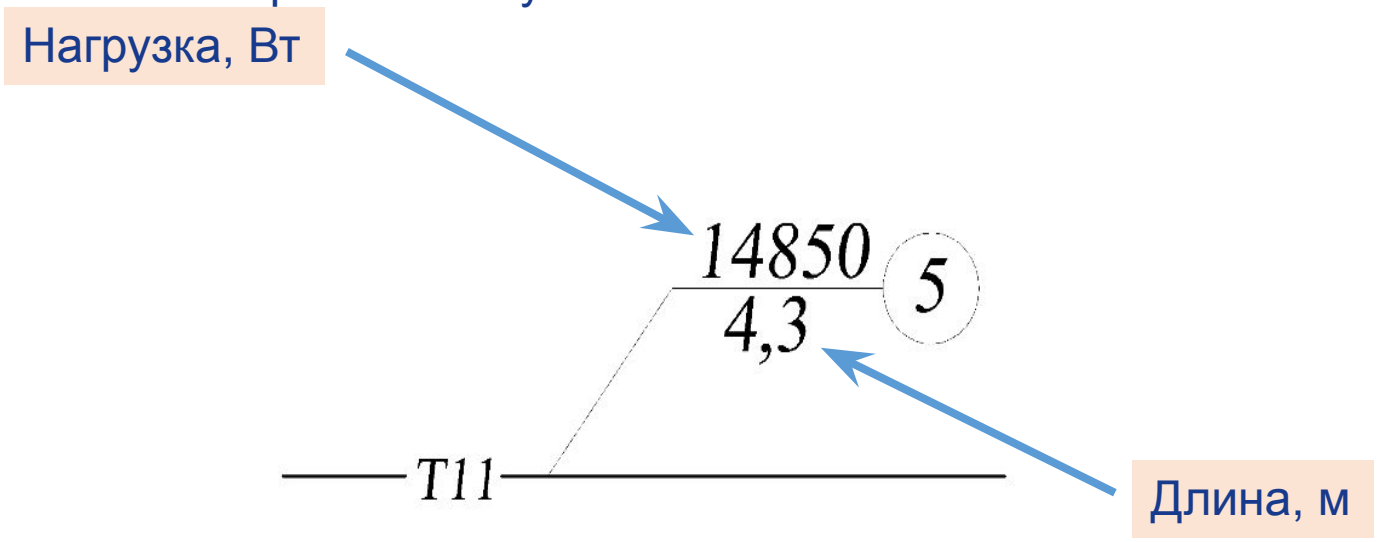
3. Выбор основного циркуляционного кольца – ОЦК:

Попутное движение теплоносителя – наиболее нагруженный из средних стояков системы отопления

Тупиковое движение теплоносителя – наиболее нагруженный из последних стояков системы отопления

Для систем с **применением термостатических клапанов в стояке ОЦК проходит через отопительный прибор верхнего этажа.**

4. ОЦК разбивается на расчетные участки



5. Расход теплоносителя, кг/ч, на участке:

$$G_{\text{уч}} = 0,86 Q_{\text{уч}} k \beta_1 \beta_2 / \left(t_{\text{г}} - t_{\text{о}}\right),$$

$Q_{\text{уч}}$ – расчетная мощность участка, Вт; $t_{\text{г}}$, $t_{\text{о}}$ – температура воды соответственно в подающем и обратном теплопроводе системы отопления, °С.

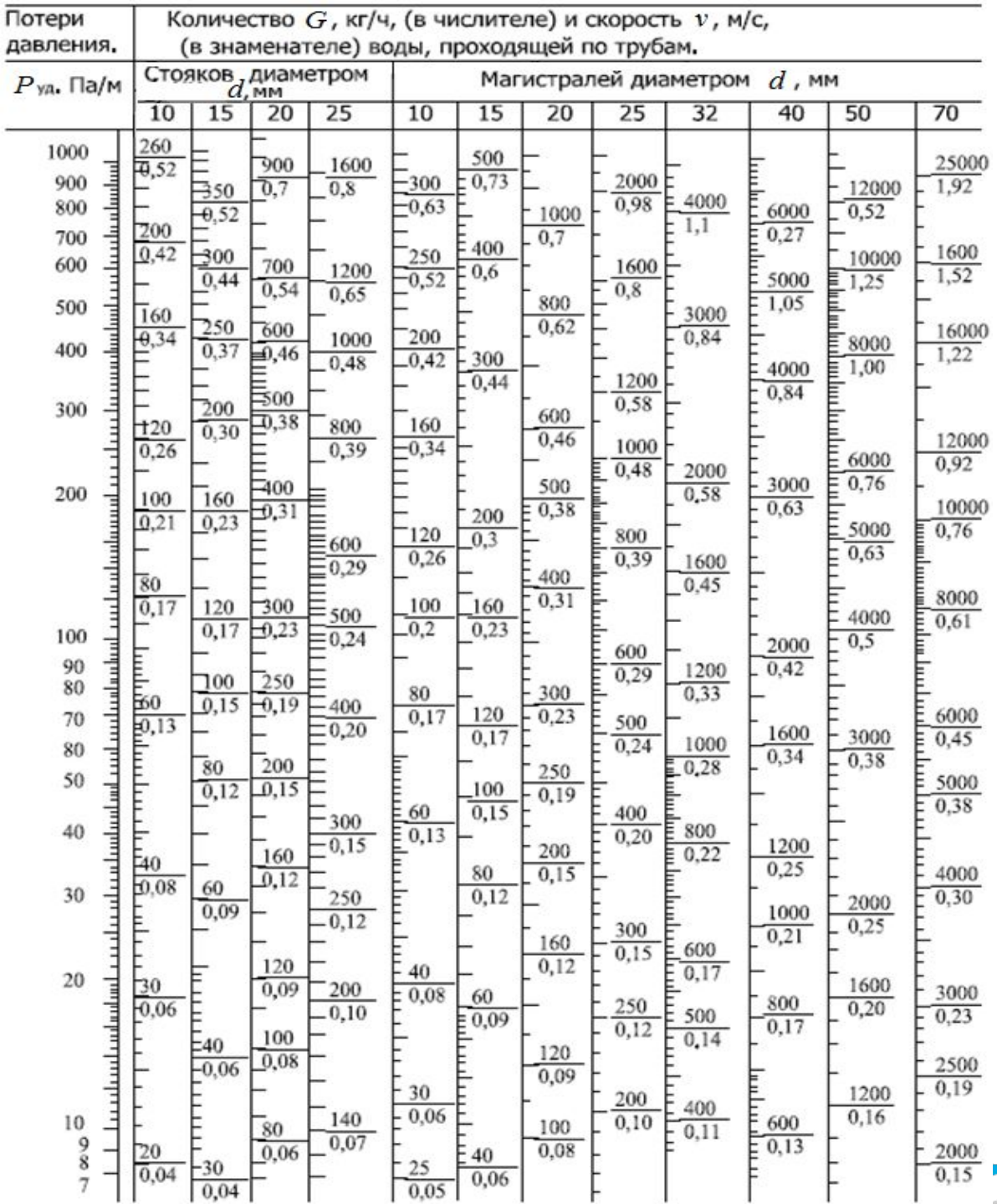
6. Для обеспечения пропорционального регулирования теплоотдачи отопительных приборов рекомендуется принимать потери давления на регулирующем ТСК не менее величины потери в теплопроводах ОЦК.

Принимаем потери давления в ТСК равными 4…8 кПа.

7. Ориентировочное удельное значение потери давления на участке составит:

$$P_{\text{уд}}^{\text{ор}} = \frac{\Delta P_{\text{ТСК.со}}}{\sum l_{\text{ОЦК}}}$$

$\sum l_{\text{ОЦК}}$ – сумма длин участков ОЦК, м.



8. Далее задаемся диаметрами участков ОЦК по номограмме таким образом, чтобы при расчетном расходе теплоносителя, $G_{уч}$, кг/ч, скорость движения воды не превышала 1 м/с, и удельные потери давления на участке $P_{уд,}$ Па/м, были близки по значению с $P_{уд}^{ор}$

9. Затем определяем полные потери давления участка основного циркуляционного кольца, Па:

$$\Delta P_{уч} = P_{уд} \cdot l$$

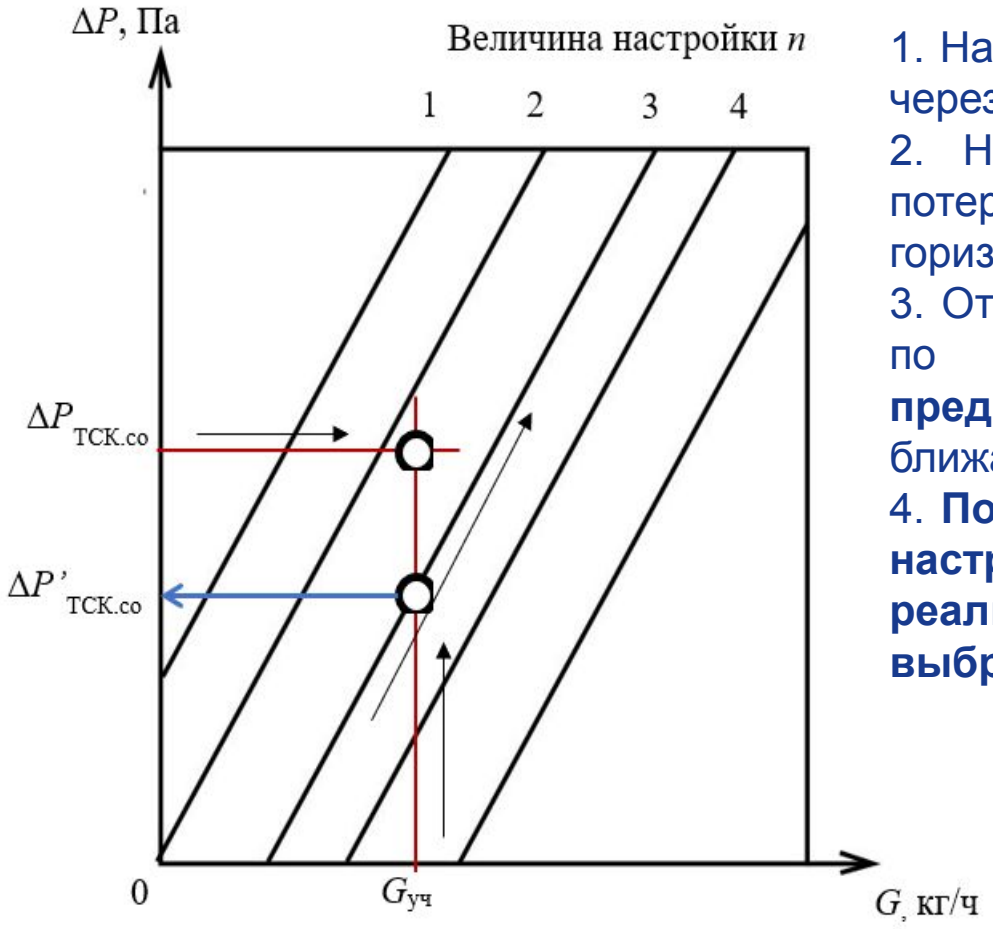
№ уч.	Нагрузка $Q_{уч}$, Вт	Расход теплоносителя $G_{уч}$, кг/ч	Длина l, м	Расчет (предварительный)				Расчет (окончательный)			
				Диаметр d, мм	Скорость v, м/с	Удельные потери $P_{УД}$, Па/м	Полные потери $\Delta P_{уч}$, Па	Диаметр d, мм	Скорость v, м/с	Удельные потери $P_{УД}$, Па/м	Полные потери $\Delta P_{уч}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	41550	1682	25,1	40	0,36	78	1957,8	50	0,21	20	502
2	20850	844	2,2	32	0,26	44	96,8	40	0,18	18	39,6
3	18600	753	0,9	32	0,2	33	29,7	32	0,2	33	29,7
4	16500	668	4,3	32	0,18	25	107,5	32	0,18	25	107,5
5	14850	601	4,3	32	0,17	23	98,9	32	0,17	23	98,9
6	12600	510	5,8	32	0,14	18	104,4	25	0,24	65	377
7	1950	79	2,9	15	0,12	50	145	15	0,12	50	145
8	700	28	4,4	15	0,03	6	26,4	15	0,03	6	26,4
9	1300	53	2,8	15	0,07	21	58,8	15	0,07	21	58,8
10	1950	79	1,3	15	0,12	50	65	15	0,12	50	65
11	10200	413	3,5	25	0,2	40	140	25	0,2	40	140
12	12150	492	6,1	32	0,14	16	97,6	25	0,14	16	97,6
13	14400	583	3,4	32	0,16	21	71,4	32	0,16	21	71,4
14	16500	668	4,9	32	0,18	25	122,5	32	0,18	25	122,5
15	18750	759	0,7	32	0,21	32	22,4	32	0,21	32	22,4
16	20850	844	3	32	0,26	44	132	40	0,18	18	54
17	41550	1682	13,7	40	0,36	78	1068,6	50	0,21	20	274
Суммарная потеря давления в теплопроводах ОЦК $\Sigma\Delta P_{уч} = \Delta P_{т.со}$, Па											2231
Потеря давления в ТСК $\Delta P_{ТСК.со}$, Па											3900
Общая потеря давления в ОЦК, $\Delta P_{ОЦК}$ Па											6131

10. Проверяем, чтобы выполнялось условие:

$$\Delta P_{\text{т.со}} \leq \Delta P_{\text{ТСК.со}}$$

Если условие не выполняется, следует изменить диаметры труб на некоторых участках

11. Определяем настроечное положение термостатического клапана (ТСК):



1. На оси абсцисс выбирается расчетный расход через прибор и проводится вертикальная линия.
2. На оси ординат откладывается принятая потеря давления на ТСК и проводится горизонтальная линия.
3. От полученной точки пересечения двух линий по вертикальной линии **спускаемся предпочтительно** вниз до пересечения с ближайшей наклонной.
4. **По наклонной линии определяем величину настройки ТСК, а по горизонтальной – реальную потерю давления в ТСК, при выбранной настройке.**

12. Естественное циркуляционное давление от остывания теплоносителя в отопительных приборах, Па, для двухтрубных систем определяется по формуле:

$$\Delta P_{е} = 6,3 h_{о.п} \left(t_{г} - t_{о} \right)$$

$h_{о.п}$ – высота от центра расчетного отопительного прибора до оси подающей линии теплового узла, м.

13. Циркуляционное давление $P_{ц}$, Па, необходимое для циркуляции расчетного расхода теплоносителя в системе отопления, составит:

$$P_{ц} = \Delta P_{со} - Б \Delta P_{е}$$

Б – коэффициент, равный 0,4 для двухтрубных систем отопления, для однотрубных – 1;

$\Delta P_{со}$ – потеря давления, Па, для систем с термостатическими клапанами и без регуляторов на стояках:

$$\Delta P_{со} = \Delta P_{т.со} + \Delta P_{ТСК.со},$$

$\Delta P_{т.со}$ – потеря давления в теплопроводах системы отопления, Па;

$\Delta P_{ТСК.со}$ – потеря в термостатическом клапане на основном циркуляционном кольце (ОЦК).

Расчет второстепенных циркуляционных колец

1. Выбираются два второстепенных циркуляционных кольца:

для двухтрубных систем **с попутным движением теплоносителя** проходящие через отопительные приборы верхнего этажа (для систем с применением термостатических клапанов) ближайшего и дальнего стояка расчетной ветви по ходу теплоносителя из ИТП.

2. ВЦК разбивается на расчетные участки

3. Ориентировочное удельное значение потерь давления на участках:

$$P^{\text{ор}}_{\text{уд.ВЦК1}} = \frac{\Delta P'_{\text{ОЦК}}}{\sum l_{\text{ВЦК1}}}$$

$\Delta P'_{\text{ОЦК}}$ – потеря давления на гидравлически параллельных участках ОЦК, Па;

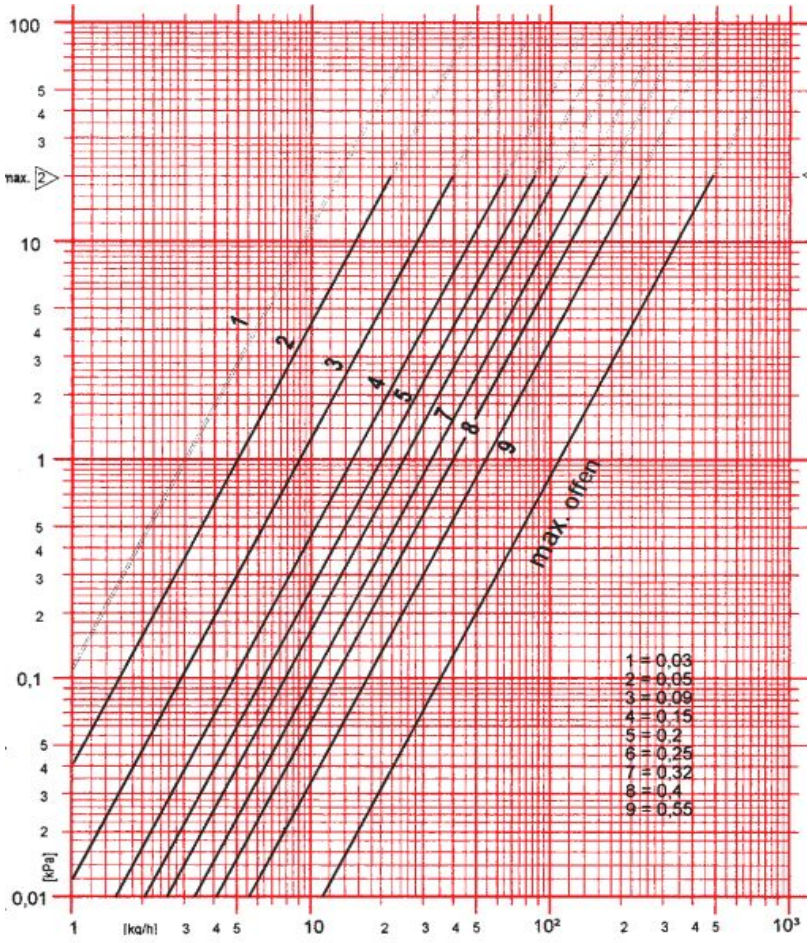
$\sum l_{\text{ВЦК1}}$ – сумма длин участков ВЦК, м.

4. Аналогично выбору диаметра труб ОЦК выбираем диаметр трубных участков ВЦК

5. После выбора диаметра трубных участков, определяем расчетную потерю давления в ТСК ВЦК, Па:

$$\Delta P^{\text{расч}}_{\text{ТСК.ВЦК}} = \Delta P'_{\text{ОЦК}} + \Delta P_{\text{ТСК.ОЦК}} - \sum \Delta P_{\text{уч.ВЦК}}.$$

6. Выбор положения настройки клапана ВЦК осуществляется по номограмме, и уточняется реальная потеря давления в ТСК $\Delta P_{\text{ТСК.ВЦК}}$, после чего заносится в таблицу.



7. Невязка между гидравлическими параллельными участками ВЦК и ОЦК, определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{ВЦК1}} = 100 \frac{\Delta P'_{\text{ОЦК}} + \Delta P_{\text{ТСК.ОЦК}} - \Delta P_{\text{ВЦК1}}}{\Delta P'_{\text{ОЦК}} + \Delta P_{\text{ТСК.ОЦК}}}$$

Если невязка превышает ±5 %, соответственно следует изменить диаметры труб.