

В связи с отсутствием в российском законодательстве нормативных требований о размере твердых частиц в составе бытовых стоков, минимальный диаметр абонентских соединений должен быть не менее 80мм.

- Диаметры вакуумных сетей определяются в зависимости от расхода (количество абонентов), соотношение количества воды и воздуха и длин расчетных участков; диаметры трубопроводов находятся в интервале  $90 < d < 250$  мм.
- Абонентские присоединения прокладываются с уклоном не менее 0,002 в сторону магистрали и присоединяются к ней под углом не более  $55^\circ$  по направлению потока.

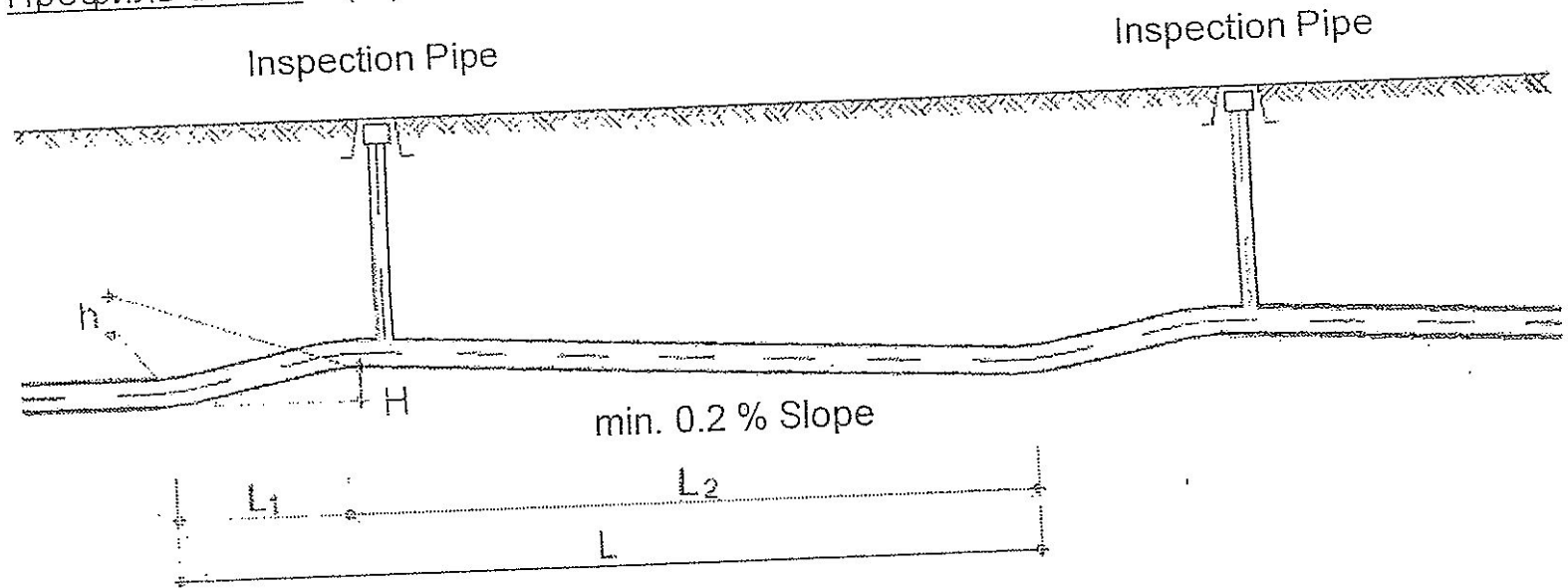
- На трубопроводе вакуумных магистралей расстояние между подъемами допускается не менее 6,0 м; при этом высоту подъемов рекомендуется выбирать исходя из конструктивных особенностей отводов; предпочтение следует отдавать бóльшему количеству мелких подъемов; высота каждого подъема не должна превышать 0,5 м.
- На магистралях следует предусматривать отключающую арматуру диаметром не менее диаметра трубопровода на расстояниях, не превышающих 450 м.
- *Предусмотреть возможность проведения регулярного инспектирования магистрали (рекомендуется установление инспекционных устройств через каждые 100-150 м магистрали.)*

- Для вакуумных трубопроводов следует применять трубы из полиэтилена марки 100 SDR-11 по ГОСТ 18599-2001.
- Прокладку трубопровода следует предусматривать вне зоны промерзания грунта (для Санкт-Петербурга, 1,4÷1,6 м).

### *5.3. Профили трубопроводов*

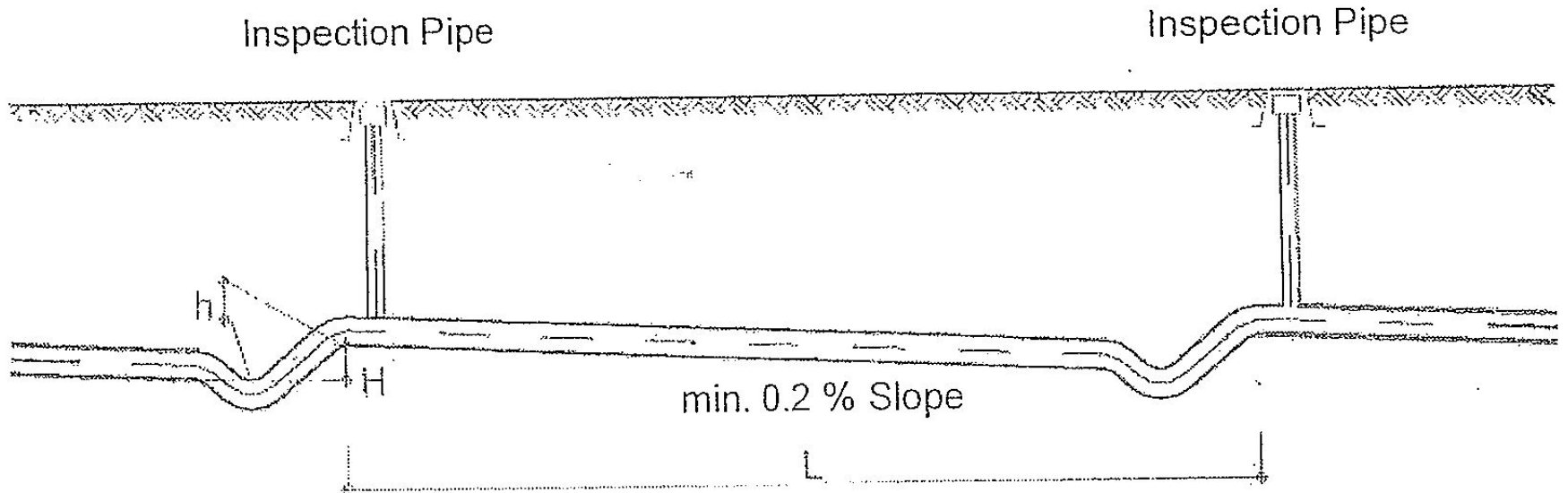
- Магистральные вакуумные трубопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,002 в сторону вакуумной станции; при этом различают 3 вида профилей:

Профиль Волна (W)



- $h = H - d_{BH} = 5 \text{ см}$  — высота подъема или гидростатическая разность высот;
- $H = d_{BH} + 5 \text{ см}$  — разность высот между верхом трубопроводов в нижней и верхней точках;
- $L_2 \leq 500H$  — длина нисходящей части трубы;
- $L_1 \geq 2\sqrt{H \times R}$  — длина восходящей части трубы,
- где  $R$  — радиус изгиба полиэтиленовой трубы  $R = 50d_H$
- $d_H$  — наружный диаметр трубы
- $L = L_1 + L_2$  — расстояние между подъемами

## Профиль Карман (R)



$$H > d_i + 5 \text{ cm}; h = H; L < 500 \cdot H$$

$$H > d_i + 5 \text{ cm}; h = H; L < 500 \cdot H$$

б) Пилообразный профиль (с использованием отводов 135° (45°))

Этот вид профиля применяется для трубопроводов диаметром более 100 мм с соблюдением следующих соотношений:

$$H \geq d_{\text{вн}} + 5 \text{ см и } L \leq 500H$$

Предпочтительно применять конструкции с  $H=20,30$  и  $45$  см

в) Пилообразный профиль, дополненный формирующим карманом-накопителем перед 45° наклоном. Такой профиль используется для трубопроводов диаметром до 100 мм.

#### *5.4. Гидропневматическая конструкция сети*

Конструкция сети должна обеспечивать вакуумное давление у наиболее удаленного от станции приемного колодца, необходимое для срабатывания приемного клапана. Минимальное значение разряжения у приемного колодца следует принимать – 25 кПа.

Для обеспечения работоспособности сети сумма максимальных статических разниц высот давления на участках сети не должна превышать 4 м.

Конструкция сети должна обеспечивать вакуумное давление у наиболее удаленного от станции приемного колодца, необходимое для срабатывания приемного клапана. Минимальное значение разряжения у приемного колодца следует принимать – 25 кПа.

Для обеспечения работоспособности сети сумма максимальных статических разниц высот давления на участках сети не должна превышать 4 м.

Рекомендованный диаметр трубопровода	Расчетный расход, л/сек	Количество, максимально присоединяемых домов
d = 90	0,6	15
d = 110	1,4	35
d = 125	2,0	50
d = 140	3,0	75
d = 160	5,2	130
d = 180	10,0	250
d = 200	16,0	400
d = 225	20,0	500
d = 250	24,0	600

Данные показатели определены для условий:

число проживающих в доме – 5 чел.;

норма водоотведения – 210 л/чел сутки; табл. А2.СП 30-13330-2012 для Санкт-Петербурга;

коэффициент неравномерности – 3,0 см. табл. 1 СП32-13330.2012.

Длина основного трубопровода	Фактор LWV в зависимости от плотности населения на метр длины сети (Е/м)			
	0,05 Е/м	0,1 Е/м	0,2 Е/м	0,5 Е/м
	Соотношение воздух/вода			
500 м	3,5-7	3-6	2,5-5	2-5
1000 м	4-8	3,5-7	3-6	2,5-5
1500 м	5-9	4-8	3,5-7	3-6
3000 м	6-10	5-9	4-8	3,5-7
4000 м	7-12	6-10	5-9	4-8
	8-15	7-12	6-10	(5-9)*
* - исключительные случаи				



1. Определяем суммарную производительность вакуумной станции

$$Q_s = \sum E \times q_i \text{ (л/сек)}$$

где:

$\sum E$  – число жителей, обслуживаемых вакуумной системой канализации;

$q_i$  – норма водоотведения бытовых стоков в л/сек

(при  $Q_i = 210$  л/чел. сутки

$$q_i = \frac{210 \times 3}{24 \times 3600} = 0,007 \text{ л/сек.})$$

2. Определяем необходимое количество воздуха

$$Q_L = Q_s \times LWV \times 3,6 \text{ (м}^3\text{/час)}$$

где:

$LWV$  – соотношение вода-воздух, определяемое по табл. 1 (см. раздел 5.4)

Пример: при длине трубопроводов 1500 м и количестве жителей – 300 чел.

фактор  $\frac{E}{m} = \frac{300}{1500} = 0,2$  по табл. 1 значение  $3,5 < LWV < 7,0$

для расчета принимаем среднее значение  $LWV = 5,0$

3. Определяем суммарную расчетную производительность генераторов вакуума (вакуумных насосов)

$$Q_{LS} = \frac{SF \times Q_L \times P_u}{P_{mittel}} \text{ (м}^3\text{/час)}$$

где:

SF – коэффициент запаса; применяется  $1,2 < SF < 1,5$

$P_u$  – атмосферное давление  $P_u = 100$  кПа

$P_{mittel}$  – среднее давление в вакуумное резервуаре ( $\sim 40$  кПа)

$$P_{mittel} = \frac{P_{max} + P_{min}}{2}$$

4. Определяем расчетную производительность одного вакуумного насоса

$$Q_{LP} \geq \frac{Q_{LS}}{n_i - 1} \text{ (м}^3\text{/час)}$$

где:

$n_L$  – количество устанавливаемых вакуумных насосов, как правило, устанавливается не менее 2-х агрегатов

5. Определяем требуемую производительность перекачивающих сток насосов

$$Q_{SP} \geq \frac{Q_s \times 3,6}{n_s - 1} \text{ (м}^3\text{/час)}$$

где:

$n_s$  — количество устанавливаемых агрегатов, как правило, не менее двух

И по каталогу подбираем перекачивающий насос необходимой производительности.

6. Определяем минимальный объем стока в вакуумном резервуаре

$$V_w = \frac{0,25Q_{sp}}{f} \text{ (м}^3\text{)}$$

где:

$f$  — допустимое число включений агрегата; принимается равным 12 раз в час

7. Определяем минимальный объем воздуха в вакуумном резервуаре

$$V_L = \frac{0,25 \times Q_{LP} \times (P_{\max} + P_{\min})}{2 \times (P_{\max} - P_{\min}) \times n_L \times f} \text{ или } \frac{0,25 Q_{LP} \times P_{\text{mittel}}}{(P_{\max} - P_{\min}) \times n_L \times f} \text{ (M}^3\text{)}$$

8. Определяем объем вакуумного бака

$$V = V_w + V_L - V_s \text{ (M}^3\text{)}$$

где:

$V_s$  — объем воздуха в подводящих магистралях.

При гидростатическом перепаде перед вакуумным резервуаром более 1,0 м величина  $V_s$  не учитывается (вариант при наземной установке вакуумного резервуара)

– Объем вакуумного резервуара должен быть не менее 3-х кратного объема стока, т.е.  $V \geq 3V_w$

$\Delta P_{\text{ман}}$  – напор, развиваемый насосом (кПа)

$$\Delta P_{\text{ман}} = \Delta P_{\text{гидр.}} + \Delta P_{\text{геодез.}} + \Delta P_{\text{вак.}}$$

$\Delta P_{\text{гидр.}}$  – потери напора на гидравлическое сопротивление сети (кПа)

$\Delta P_{\text{геодез.}}$  – потери напора в следствии разницы геодезических отметок начала и конца напорного трубопровода в метрах ( $\Delta h_{\text{геодез.}}$ )

$$\Delta P_{\text{геодез.}} = \Delta h_{\text{геодез.}} \times \rho \times g \text{ (кПа)}$$

где:

$\rho$  – плотность воды  $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$

$g$  – ускорение сводного падения  $g=9,81 \text{ м/сек}^2$

$\Delta P_{\text{вак.}}$  – потери напора по преодолению вакуума в баке

$$\Delta P_{\text{вак.}} = P_{\text{u}} - P_{\text{min}} \text{ (кПа) обычно } \Delta P_{\text{вак.}} = 100-30 = 70 \text{ кПа}$$