

Водоотводящие сети

Определение расчётных
расходов сточных вод

Лекция 3

Для определения расчетных расходов необходимо знать количество жителей, проживающих в населенных местах, норму водоотведения и режим поступления сточных вод в сеть.

Общий расход сточных вод от населенного пункта:

$$Q = Q_n + Q_{пп} + Q_{об}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

Q_n - расход сточных вод от населения;

$Q_{пп}$ - расход сточных вод от промышленных предприятий;

$Q_{об}$ - расход от общественных зданий, который не учитывается в норме водоотведения для населения.

Нормы водоотведения для населенных мест принимают равными нормам водопотребления — от 50 до 350 л/сут на одного жителя в зависимости от степени благоустройства зданий. В нормы водоотведения входят все виды потребления воды в городе (в т. ч. расход воды на бани, прачечные, больницы и пр.), за исключением расходов воды промышленными предприятиями и на поливку улиц, площадей и зеленых насаждений.

Существуют коэффициенты часовой $K_{\text{час}}$, суточной $K_{\text{сут}}$ и общей $K_{\text{ген}}$ неравномерности.

$K_{\text{сут}}$ – вводится для определения суточных расходов от населённых пунктов.

$$K_{\text{сут.max}} 1,1 \div 1,3,$$

$$K_{\text{сут.min}} 0,7 \div 0,9$$

$K_{\text{час}}$ – при определении расходов от коммунальных и общественных зданий, от промышленных предприятий:

$$K_{\text{час}} = 2,5 \text{ для горячих цехов,}$$

$$K_{\text{час}} = 3,0 \text{ для холодных цехов.}$$

Для душевых расходов $K_{\text{час}} = 1,0$.

Коэффициент общей неравномерности зависит от среднего секундного расхода сточных вод и определяется по СНиП 2.04.03-85.

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Максимальный при 5% обеспеченности	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Минимальный при 5% обеспеченности	0,38	0,46	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

1. Общие коэффициенты притока сточных вод, приведенные в таблице, допускается принимать при количестве производственных сточных вод, не превышающем 45% общего расхода.
2. При средних расходах сточных вод менее 5 л/с максимальный коэффициент неравномерности принимается 3.
3. 5%-ная обеспеченность предполагает возможное увеличение (уменьшение) расхода в среднем 1 раз в течение суток.
4. 5%-ная обеспеченность принимается для определения расходов при наибольшей степени наполнения труб в соответствии с таблицей 2 СНиП 2.04.03-85.

Расходы сточных вод от населения бывают суточные, часовые и секундные расходы трех величин: *средний, максимальный и минимальный*

(м³/сут., м³/ч, л/с) определяют по формулам:

$$Q_{\text{ср.сут}} = Nn/1000;$$

$$Q_{\text{ср. ч}} = Nn / (1000 \cdot 24);$$

$$q_{\text{max.с}} = Nq \cdot K_{\text{ген. max}} / (24 \cdot 60 \cdot 60);$$

$$q_{\text{min с}} = Nq \cdot K_{\text{ген. min}} / (24 \cdot 60 \cdot 60) ,$$

где N — расчетное число жителей, чел;

n — норма водоотведения на одного жителя, пользующегося канализацией, л/(чел. сут).

N - число жителей в населенном пункте:

$$N = \beta p F,$$

p - плотность населения, чел./га;

F - площадь зоны жилой застройки, га;

β - коэффициент площади, обслуживаемой канализацией; зависит от площади зеленых насаждений, парковых участков, площади, занятой общественными зданиями; $\beta = 0,8-1,00$;

Расход сточных вод от промышленных предприятий

$$Q_{пн} = Q_n + Q_{б} + Q_{д},$$

Q_n - расход производственных сточных вод на технологические нужды;

$Q_{б}$ - расход сточных вод на бытовые нужды;

$Q_{д}$ - расход душевых сточных вод.

Расходы производственных сточных вод

Суточный расход:

$$Q_n = m q, \text{ м}^3/\text{сут},$$

m - число единиц продукции за сутки работы предприятия;

q - норма стоков на единицу продукции, $\text{м}^3/\text{ед.}$
ИЗМ.

Сменный расход зависит от производительности в смену:

$$Q_{\text{н.см}} = m_{\text{см}} q, \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{н.ч}} = Q_{\text{н.см}} / T, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

$$Q_{\text{н.ч max}} = Q_{\text{н.ч}} \cdot K_{\text{час.max}}$$

$K_{\text{час.max}}$ - часовой коэффициент неравномерности потока сточных вод в водоотводящую сеть, зависит от технологии производства и назначается технологами.

Расходы бытовых сточных вод:

$$Q_{\text{б}} = Q_{\text{х}} + Q_{\text{г}},$$

$Q_{\text{х}}$ - расход бытовых стоков от работающих в холодных цехах;

$Q_{\text{г}}$ - расход бытовых стоков от работающих в горячих цехах.

$$Q_{\text{х}} = 25 \cdot N_{\text{х}} / 1000, \text{ м}^3/\text{см};$$

$$Q_{\text{г}} = 45 \cdot N_{\text{г}} / 1000, \text{ м}^3/\text{см}.$$

Максимальный часовой расход:

$$\text{Об.тах} = (25 \cdot K_{\text{х}} \cdot N_{\text{х}} + 45 \cdot K_{\text{г}} \cdot N_{\text{г}}) / (T_{\text{см}} \cdot 1000), \text{ м}^3/\text{ч},$$

25 и 45 - норма воды на одного работающего в холодных и горячих цехах, л/(чел. смен.);

$K_{\text{х}} = 3,0$; $K_{\text{г}} = 2,5$ - коэффициенты часовой неравномерности.

Расходы душевых сточных вод.

1. Число душевых сеток: $m_{д.с} = N_{см.мах} / n_{д.с}$.

$N_{см.мах}$ - число пользующихся душем в смене с максимальным числом работающих;

$n_{д.с}$ - число пользующихся 1 душевой сеткой, принимается по нормам в зависимости от загрязненности производства.

2. Часовой расход (в течение 45 мин)

$$q_{д.ч.} = q_{д.с} \cdot m_{д.с} / 1000 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$q_{д.с} = 500$ л на 1 душевую сетку.

3. Секундный расход:

$$q_{д.с.} = q_{д.ч} / (45-60), \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчетный расход на участке водоотводящей сети

Расход на участке сети:

$$q_i = q_{\max} + \sum q_{\text{соср. л/с}}$$

где q_{\max} - максимальный секундный расход от населения, л/с: $q_{\max} = K_{\text{ген. max}} \cdot q_{\text{mid}}$

$$q_{\text{mid}} = q_{\text{пут.}} + q_{\text{бок.}} + q_{\text{тр.}}$$

$q_{\text{пут}}$ - путевой расход - расход поступающий на участок, расположенный по длине микрорайона;

$q_{\text{бок}}$ - боковой расход - расход поступающий на конкретный участок от бокового притока;

$q_{\text{тр}}$ - транзитный расход – расход поступающий на участок от выше расположенных микрорайонов.

Известно два метода определения путевого расхода: по удельному расходу и по площадям, тяготеющим к участку сети.

1. По удельному расходу на 1 м длины сети:

$$q_{уд.} = Q_n / (86,4 \sum L_i)$$

$$q_{пут} = q_{уд.} \cdot L_i$$

L_i - общая длина водоотводящих сетей, м;

Q_n - суточный расход от населения, м³/сут.

2. По тяготеющим площадям (по модулю стока):

$$q_0 = Q_n / (86,4 \sum F_i) = q_{ж} P / 86\,400, \text{ л/(с га)},$$

$$\underline{q_{пут} = q_0 \cdot F_i}$$

$q_{ж}$ - среднесуточная норма расхода воды, л/(чел.сут).

q_0 - удельный расходом или модуль стока, (л/с га),
называют средний расчетный расход с 1 га.

$$\underline{q_0 = q_{ж} \cdot p / (24 \cdot 3600)},$$

где p — плотность населения (число жителей на 1 га).

Весь путевой расход (для упрощения расчета) сосредотачивают в *начале* участка.

$$\sum q_{\text{соср}} = q_{\text{соср.пут}} + q_{\text{соср.бок}} + q_{\text{соср.тр}}$$

При гидравлическом расчете водоотводящих сетей надо каждый участок проверить на пропуск «проверочного расхода»:

$$q_{\text{пров}} = q_i + \sum q_{\text{ад}}$$

где $q_{\text{ад}}$ - дополнительный неорганизованный приток в сеть атмосферных осадков и грунтовых вод.

$$\begin{aligned} \sum q_{\text{ад}} &= q_{\text{ад.пут.}} + q_{\text{ад.бок.}} + q_{\text{ад.тр.}} \\ q_{\text{ад.пут.}} &= 0,15 L \cdot \sqrt{md} \end{aligned}$$

где L - длина участка, км;

md - максимальное суточное количество атмосферных осадков, мм, принимается по СНиП 23.01.03-99*.

Степень наполнения h/d при $q_{\text{пров}}$ не должна превышать 0,95. В противном случае увеличивают диаметр.

Основные понятия используемые при расчёте сети водоотведения

Безнапорные (самотечные) канализационные сети проектируют так, чтобы они работали при частичном наполнении труб. Это необходимо по эксплуатационным соображениям (для вентиляции и очистки сети), а также как резерв на случай изменения режима поступления сточных вод в сеть (или изменения их количества).

Расчетное наполнение трубопроводов при отведении бытовых сточных вод, согласно СНиП 2.04.03—85, зависит от диаметра труб D .

Наполнение (H/D) это отношение столба воды в трубе к диаметру. Трубы дождевой (ливневой) и общесплавной канализации принимаются при расчетах работающими, полным сечением.

Наименьшие диаметры труб самотечных сетей принимают, мм:

- для уличной сети – 200,

внутриквартальной сети, сети бытовой и производственной канализации - 150;

- для дождевой уличной сети - 250,

внутриквартальной - 200.

В населенных пунктах с расходом сточных вод до 300 м³/сут для уличной сети допускается применение труб диаметром 150 мм.

Для производственной сети при соответствующем обосновании допускается применение труб диаметром менее 150 мм.

Расчетные скорости и наполнения труб

Расчетные скорости должны быть такими, чтобы при движении сточной жидкости по трубам из нее не выпадал осадок. Такие скорости называются **минимальными** или **критическими (незаиливающими)**. Они принимаются в соответствии со СНиП 2.04.03—85. При больших скоростях происходит быстрый износ стенок труб, истирающихся твердыми частицами, которые содержатся в сточных водах. Вследствие этого СНиП вводит понятия о максимально допустимых скоростях. Наибольшая (максимально допустимая) расчетная скорость движения сточных вод принимается равной **8 м/с для металлических** и **4 м/с для неметаллических труб**, а для **дождевой канализации соответственно 10 и 7 м/с. Скорость движения в дюкерах не менее 1 м/с.**

Расчёт водоотводящей сети должен производиться с учётом

$$v \geq v \geq v$$

Согласно нормам СНиП для расчётного наполнения при движении сточных вод незаиливающие скорости рекомендуется принимать по таблице

D, мм	H/D _{max}	v _{min} , м/с
150-250	0,6	0,7
300-400	0,7	0,8
450-500	0,75	0,9
600-800	0,75	1
900	0,75	1,1
1000-1200	0,8	1,2
1500	0,8	1,3
более 1500	0,8	1,5

Уклоны трубопроводов, каналов и лотков

Наименьшие уклоны трубопроводов и каналов принимают в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод. СНиП 2.04.03-85 рекомендуют принимать следующие значения наименьших уклонов трубопроводов бытовых канализационных сетей:

внутриквартирных 0,008 при $D = 150$ мм;

уличных 0,007 при $D = 200$ мм.

При неблагоприятном рельефе местности допустимо прокладывать отдельные коллекторы и участки уличной сети с трубами: $D = 200$ мм и $i = 0,005$, а внутриквартирной сети с $D = 150$ мм и $i = 0,007$.

Для остальных диаметров при расчетах сети при наполнениях, близких к максимально допустимым, значения I_{min} можно принимать равными $I_{min} = l/D$,
 D — диаметр трубы, мм.

Уклон присоединения от дождеприемников принимается 0,02.

В открытой дождевой сети наименьшие уклоны лотков проезжей части, кюветов и водоотводных канав принимается:

Наименование	Наименьший
Лотки, покрытые асфальтобетоном	уклон 0,003
Лотки, покрытые брусчаткой или щебеночным покрытием	0,004
Булыжная мостовая	0,005
Отдельные лотки и кюветы	0,006
Водоотводящие канавы	0,003
Полимерные, полимербетонные	0,001-0,005

ЛОТКИ