

Читаем СНиП 2.04.01-85*: «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Уважаемые Коллеги!

Одной из причин, по которой написан цикл представляемых здесь статей, является непонимание большей частью проектировщиков ВК физических процессов, протекающих в системах безнапорной канализации. Это особенно заметно при просмотре вопросов форума специалистов ВК на сайте издательства «АВОК» (www.abok.ru). Ответы на большинство вопросов о проектировании систем внутренней канализации зданий и сооружений, получены из материалов А.Я. Добромыслова, из его лекций по повышению квалификации проектировщиков, а также из личного общения. Надо сказать, что Александр Яковлевич работал с канализацией с 1964 по 2007 год. Он был и теоретиком, и практиком. Его теоретические выводы о работе систем канализации, которыми пользуются не одно поколение проектировщиков, опирались на огромный практический опыт (А.Я.Добромыслов, к.т.н., участвовал в разработке СНиП II-Г.4-70, СНиП II-30-76, СНиП 2.04.01-85 и СНиП 2.04.01-85*, СП 40-102-2000, СП 40-107-2003 и т.д.). Но в рамках вышеуказанных документов невозможно объяснить причины написания того или иного пункта именно в том виде, как они написаны. Мы надеемся, что здесь Вы сможете найти некоторые ответы на вопросы – ПОЧЕМУ?

Все начинается с понимания физики работы системы канализации. Основными критериями при проектировании систем канализации для нас с Вами являются:

- 1. Прием и транспортирование загрязненных стоков, с обязательным выполнением условия незасоряемости отводящих трубопроводов;**
- 2. Не допущение попадания канализационных газов в помещения, где могут находиться люди.**

Примечание: второй критерий является наиглавнейшим при проектировании систем канализации, так как канализационные газы очень токсичны и взрывоопасны!!!

Как работает канализация?

Для предотвращения попадания канализационных газов в помещения любой сантехнический прибор оборудован гидрозатвором. Гидравлический затвор представляет собой «U» – образную трубку, одна ветвь которой тем или иным образом присоединяется к канализационному стояку (рис. 1). Эта ветвь гидрозатвора постоянно находится под тем давлением, которое имеет место в канализационном стояке. Вторая ветвь гидрозатвора постоянно находится под атмосферным давлением. Если давление в стояке станет меньше атмосферного (т.е. возникнет разрежение) на величину равную, например: 45 мм вод. ст., то уровень воды в правой ветви понизится примерно на 45 мм, а вода из левой ветви безвозвратно уйдет в стояк. После того, как давление в стояке станет равно атмосферному, уровень воды в левой ветви понизится, а в правой – повысится (рис 1). Таким образом, количество воды в гидрозатворе уменьшится! Но, что особенно важно, сколько бы раз подряд в стояке не возникало разрежение равное 45 мм вод. ст. – нарушить устойчивость гидрозатвора («сорвать гидрозатвор») таким разрежением невозможно (вода будет «качаться» из одной ветви гидрозатвора в другую).

Экспериментально установлено, что срыв гидрозатвора происходит в том случае, когда давление воздуха в стояке становится меньше атмосферного на величину, равную или несколько превышающую высоту гидравлического затвора (рис. 1). Разрежение же в стояке возникает из-за несоответствия между величиной эжектирующей способности жидкости (т.е. способности воды, двигающейся вниз по стояку, увлекать за собой воздух) и величиной фактического расхода воздуха, поступающего в стояк через его вытяжную часть.

На рис. 2 показана картина истечения жидкости из поэтажного отвода в стояк. На уровне входа в стояк жидкость перекрывает его сечение, создавая на пути воздуха, двигающегося из атмосферы, местное сопротивление большой величины (получило название – «сжатое» сечение). На расстоянии 20÷30 см от входа в стояк движение воды и воздуха стабилизируется: вода омывает внутреннюю поверхность стояка, внутри потока воды в виде стержня двигается воздух (в гидравлике газо-

жидкостных систем получило название – «стержневое» движение). Например: по результатам измерений, жидкость в количестве 1 л/с, движущаяся сверху вниз в стояке \varnothing 100 мм, стремится увлечь за собой воздух в количестве 25 л/с (измеряется ниже сжатого сечения), а фактически в стояк поступает воздух в количестве только 14 л/с (измеряется выше сжатого сечения). Причиной такого несоответствия между названными величинами расхода воздуха является местное сопротивление, создаваемое жидкостью при входе из поэтажного отвода в стояк. В результате ниже сжатого сечения в стояке возникает дефицит воздуха, или разрежение!

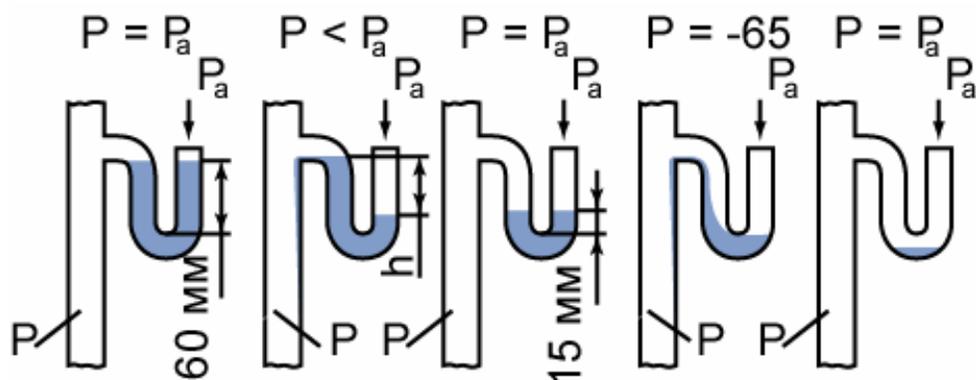


Рис. 2. Заполнение гидравлического затвора при различном давлении в стояке.

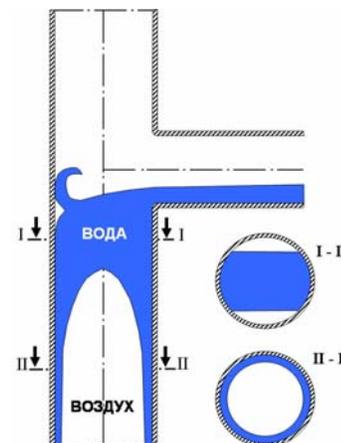


Рис. 3. Схема истечения воды из поэтажного отвода

I-I. «Сжатое» сечение

II-II. Стержневое движение жидкости

При прочих равных условиях с увеличением расхода жидкости растет дефицит воздуха, и при значении расхода, являющимся критическим для гидрозатворов данной высоты, возникают критический дефицит воздуха и критическое разрежение. При этом уровень воды в правой ветви гидравлического затвора падает (перетекает в левую ветвь), а вода из левой ветви безвозвратно уносится в стояк. Через воду, перешедшую из правой ветви в левую, начинает проскакивать воздух в виде пузырьков. Три-четыре воздушных пузыря выплескивают в стояк всю воду из левой ветви, в результате – гидрозатвор сорван, и канализационные газы из наружных сетей канализации получают беспрепятственный доступ в помещения, где находятся люди!

Возникновение критического разрежения приводит к срыву одного из гидравлических затворов, присоединенных к канализационному стояку. Через сорванный гидрозатвор в стояк поступает дополнительное количество воздуха и срыва гидрозатворов у других сантехнических приборов, как правило, не происходит.

Так например:

- для гидрозатвора высотой 50 мм – критическим является разрежение равное 50 мм вод. ст.;
- для гидрозатвора высотой 60 мм – критическое разрежение 65 мм вод. ст.;
- для гидрозатвора высотой 70 мм – критическое разрежение 80 мм вод. ст.,

т.е. чем больше высота гидрозатвора, тем тяжелее его сорвать.

ВЫВОД:

- 1. Разрежения возникают в канализационном стояке всегда при любом сбросе сточной жидкости!**
- 2. Уровень воды в гидрозатворах сантехприборов при эксплуатации системы канализации всегда меньше геометрической высоты гидрозатворов из-за возникающих разрежений!**

Примечание: важность второго пункта заключается в следующем – так как одна ветвь гидрозатвора всегда сообщается с атмосферой, вода свободно испаряется. Скорость испарения из гидрозатворов различной конструкции примерно одинакова и составляет около 1 мм в сутки. Если мы имеем гидрозатвор высотой 60 мм, вода

будет испаряться примерно 50-60 дней, но количество воды в гидрозатворе действующей системы канализации меньше, как правило: 25÷30 мм. Соответственно, если не пользоваться прибором 15-20 дней – вода полностью испаряется, и канализационные газы беспрепятственно попадают в жилые помещения.

Результат исследования течения сточной жидкости по стояку нашел отражение в СП 40-102-2000, а именно п. 4.5.3:

«Величину разрежения в вентилируемом канализационном стояке следует определять по формуле:

$$\Delta p = \frac{366 \left[\frac{q_s}{(1 + \cos \alpha_0) D_{cm}^2} \right]^{1,677}}{\left(\frac{D_{cm}}{d_{отв}} \right)^{0,71} \left(\frac{90 D_{cm}}{L_{cm}} \right)^{0,5}} \quad (1)$$

где Δp – величина разрежения в стояке, мм вод. ст.;
 q_s – расчетный расход стоков, м³/с;
 α_0 – угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.;
 D_{cm} – диаметр стояка (внутренний), м;
 $d_{отв}$ – диаметр поэтажного отвода, м;
 L_{cm} – рабочая высота стояка, м.

Примечание – При $90D_{cm} > L_{cm}$ следует принимать $90D_{cm} = L_{cm}$.

Внимание: В примечании допущена опечатка. Надо читать: «При $L_{cm} \geq 90D_{cm}$ следует принимать $L_{cm} = 90D_{cm}$ ».

Какой физический смысл скрыт под значением: « $90D_{cm}$ »?

Вода при движении сверху вниз по канализационному стояку не ведет себя как свободно падающее тело. Характер движения жидкости по стояку достаточно сложен: вода начинает двигаться вниз по стенкам стояка «закручиваясь» вдоль оси трубы. При увеличении высоты канализационного стояка увеличивается скорость движения жидкости и, как следствие, увеличивается эжектирующая способность воды. При высоте канализационного стояка (L_{cm}) более ($90D_{cm}$) будем иметь: на участке от точки входа жидкости в стояк и до высоты равной $90D_{cm}$ сточная жидкость достигнет максимальной скорости (V_{max}) и максимальной эжектирующей способности, при этом канализационный стояк может пропустить минимальный критический расход сточной жидкости (без срыва гидрозатворов)! С увеличением высоты стояка (L_{cm} более $90D_{cm}$), скорость жидкости не может быть больше максимального значения! Поэтому, при вычислении величины разрежения по формуле (1), при высоте стояка (L_{cm}) более начального участка (равного $90D_{cm}$), вместо величины L_{cm} надо подставить значение равное $90D_{cm}$!

Дополнительно надо отметить, что поэтажный отвод мы можем присоединять не только под углом $87,5^\circ$ (самый нежелательный в канализации), а также под углами 60° , 45° и 0° . Меняя угол входа жидкости в стояк, мы уменьшаем или увеличиваем площадь сжатого сечения (рис. 2), а следовательно – увеличиваем или уменьшаем пропускную способность канализационного стояка. Так, например, при прочих равных условиях, изменив угол присоединения поэтажного отвода:

- с $87,5^\circ$ на 60° , пропускная способность канализационного стояка увеличивается 1,3 раза,
- с $87,5^\circ$ на 45° , пропускная способность увеличивается 1,7 раза.

Вертикальный вход жидкости в стояк (угол 0°) обеспечивает изделие под названием Sovent Sistema Швейцарской фирмы Geberit. К сожалению, испытания по определению пропускной способности канализационного стояка с подключением поэтажного отвода при помощи этого изделия в России не проводились.

Для упрощения расчетов при проектировании систем канализации величины критических расходов (в зависимости от диаметра стояка, угла присоединения и диаметра поэтажного отвода), рассчитанные по формуле (1), приведены в СНиП 2.04.01-85*, а именно:

- для вентилируемых канализационных стояков – п. 18.5 (Таблица 8);
- для невентилируемых – п. 18.7 (Таблица 9).

Примечание: В Таблице 9 можно видеть, что пропускная способность уменьшается с увеличением рабочей высоты канализационного стояка. При рабочей высоте стояка равной $90D_{cm}$ пропускная способность становится минимальной. При увеличении рабочей высоты стояка более $90D_{cm}$ пропускная способность не уменьшается и остается равной минимальному значению!

Внимание:

- максимальная пропускная способность канализационных стояков, указанная в Таблицах 8 и 9 СНиП 2.04.01-85* рассчитана для гидрозатворов высотой 60 мм, при высоте гидрозатворов 50 мм пропускную способность стояков (табличные значения) необходимо уменьшить в 1,1 раза;
- максимальная пропускная способность для вентилируемых канализационных стояков (Таблица 8 СНиП 2.04.01-85*) рассчитана для стояков высотой $L_{cm} \geq 90D_{cm}$. При $L_{cm} < 90D_{cm}$ табличные значения пропускной способности следует увеличить в $\sqrt{\frac{90D_{cm}}{L_{cm}}}$ раз.

При высоте гидрозатворов менее 50 мм, или если высота гидрозатворов в проектируемой системе канализации не известна (дома со свободной планировкой), то максимальный допустимый расход сточной жидкости необходимо вычислять по формуле (1), выделив из нее q_s . Величину Δp необходимо принимать в соответствии с п. 4.5.2 СП 40-102-2000, а именно:

«Допустимая величина разрежения в вентилируемых и невентилируемых канализационных стояках не должна превышать $0,9h_z$, где h_z – высота наименьшего из гидравлических затворов санитарно-технических приборов, присоединенных к канализационному стояку.»

Например: допустим, что минимальная высота гидрозатвора в проектируемой системе канализации будет равна 40 мм. В этом случае, для определения максимально допустимого расхода стоков по формуле (1), принимаем для расчета $\Delta p = 0,9h_z = 0,9 \times 40 = 36$ мм.

Вопрос: Почему значения максимальной пропускной способности для вентилируемых и невентилируемых стояков указанные в СНиП 2.04.01-85* и СП 40-107-2003 при одинаковых условиях отличаются друг от друга?

В СНиП 2.04.01-85* указаны значения максимальной пропускной способности для канализационных труб из чугуна, в СП 40-107-2003 – для труб из полипропилена (ПП). Значения пропускной способности канализационных стояков для труб из полиэтилена (ПЭ) и поливинилхлорида (ПВХ) можно принимать в соответствии с Рекомендациями [2].

Но давайте вернемся к рис. 2:

1. Выше было отмечено, что стабилизированное движение воды и воздуха в канализационном стояке получило название «стержневое» течение, т.е. вода омывает внутреннюю поверхность стояка, внутри потока воды в виде стержня движется воздух. Если представить воздух в виде жесткого «стержня» и тянуть его вниз, то под сжатым сечением у нас будет возникать «пустота», т.е. максимальное разрежение. Итак, **максимальное разрежение всегда возникает под сжатым сечением!** Например: если критический расход сбрасывается на 9 этаже, то срыв гидрозатвора произойдет у одного из сантехприборов, присоединённых к этому стояку на 8 этаже; если критический расход сбрасывается на 3 этаже, срыв гидрозатвора произойдет на 2 этаже, и т.п.
2. Совершенно очевидно, что площадь «сжатого» сечения и диаметр вытяжной части канализационного стояка самым непосредственным образом влияют на его пропускную способность. При этом увеличение диаметра вытяжной части канализационного стояка не имеет смысла, так как количество воздуха поступающего под сжатое сечение ограничивается только

самим сжатым сечением. Уменьшение же диаметра вытяжной части канализационного стояка по отношению к сточной части, влечет за собой (при прочих равных условиях) уменьшение количества воздуха, фактически поступающего в стояк из-за местного сопротивления зауженной вытяжной части. Крайним случаем заужения вытяжной части канализационного стояка является т.н. «невентилируемый» стояк, т.е. верхняя часть канализационного стояка заканчивается прочисткой и не имеет сообщения с атмосферой. Так пропускная способность неvented канализационного стояка в 5÷6 раз меньше, чем вентилируемого (достаточно сравнить значения критических расходов в Таблицах 8 и 9 СНиП 2.04.01-85*).

ВЫВОД:

п. 18.6 СНиП 2.04.01-85*:

«Диаметр участков сборного вентиляционного трубопровода, объединяющего сверху канализационные стояки, надлежит принимать мм, не менее:

<i>при числе санитарно-технических приборов более</i>	<i>120.....100</i>
<i>то же</i>	<i>300.....125</i>
<i>«</i>	<i>1200.....150</i>
<i>«</i>	<i>св. 1200.....200» – устарел!</i>

Вместо него необходимо руководствоваться положениями СП 40-107-2003, а именно:

п. 4.9: *«Диаметр вытяжной части канализационного стояка следует принимать равным диаметру сточной части стояка.»*

п. 4.10: *«Диаметр единой вытяжной части, объединяющей поверху группу канализационных стояков, должен быть равен наибольшему диаметру объединяемых стояков независимо от количества приборов на расчетном участке.»*

но более полно прописано в Стандарте [3]:

п. 17.16: *«Диаметр вытяжной части одиночного стояка должен быть равен диаметру сточной части.»*

п. 17.17: *«При объединении группы стояков единой вытяжной частью ее диаметр и диаметры участков сборного вентиляционного трубопровода принимаются равными наибольшему диаметру стояка из объединяемой группы. Участки сборного вентиляционного трубопровода прокладываются с уклоном в стороны стояков, обеспечивающем сток конденсата. В неотапливаемых чердаках эти трубопроводы теплоизолируются.»*

В то же время экспериментально доказано, что канализационный стояк без вытяжной части надежно работает, если он рассчитан таким образом, что возникающие в стояке в процессе эксплуатации разрежения по величине гарантированно меньше минимальной высоты присоединенных к нему гидрозатворов. Благодаря этому регламенты по проектированию систем канализации с неvented стояками были впервые включены в СНиП II-30-76 «Внутренний водопровод и канализация зданий», а затем повторены в СНиП 2.04.01-85 и СНиП 2.04.01-85*, а именно п.18.7:

«Допускается предусматривать неvented канализационные стояки в следующих зданиях и сооружениях:

в сельских одноэтажных жилых зданиях;

во всех остальных случаях, если имеется не менее одного вентилируемого стояка и расход сточной жидкости в стояках не превышает значений, указанных в табл. 9, в зависимости от диаметра и рабочей высоты стояка...».

Вопрос: Почему наложены ограничения «в сельских одноэтажных зданиях» и «...если имеется не менее одного вентилируемого стояка...», и можно ли проектировать здания, в которых все стояки неvented?

В 1976 году, как в 1985 и 1989 годах, никто и предположить не мог о том, что в конце прошлого века в нашей стране начнется строительство малоэтажных домов (усадеб) с развитыми инженерными коммуникациями, ранее присущими только городам с многоэтажной застройкой. Речь в данном случае идет о «городских» наружных сетях канализации, которые заменили выгребные ямы или септики, расположенные на приусадебных участках. Как говорилось ранее, канализационные газы очень

токсичны и взрывоопасны, поэтому просто необходимо вентилировать наружные сети. Вентиляция наружных сетей канализации осуществляется через вытяжные части канализационных стояков. Но никто не мог ответить на вопрос: А с какой же эффективностью вентилируются наружные сети? Поэтому, в течение 10 лет, проводились исследования по определению количества воздуха выходящего из вытяжных частей канализационных стояков. Надо отметить, что замеры проводились в разных городах бывшего СССР и на зданиях от 1-го до 9-ти этажей включительно. В результате этой работы была разработана методика по расчету вентиляции наружных сетей, т.е. можно рассчитать количество вентилируемых вытяжных частей канализационных стояков (N) необходимых для вентиляции наружных сетей канализации обслуживающих данный объект, а именно:

$$N = \frac{nW}{320} \quad (2)$$

где: W – ёмкость расчетного участка наружных сетей канализации, m^3 ;
 n – кратность воздухообмена канализационной сети, $1/сутки$;
 320 – минимальное количество загрязненного воздуха выходящее через одну вытяжную часть канализационного стояка $\varnothing 100$ мм, $m^3/сутки$.

Ёмкость наружных сетей канализации можно рассчитать по формуле:

$$W = \sum_{i=1}^m \frac{\pi D_{ki}^2}{4} H_{ki} + \sum_{j=1}^k \frac{\pi d_{mpj}^2}{4} L_{mpj} \quad (3)$$

где D_k – внутренний диаметр канализационного колодца, m ;
 H_k – высота колодца, m ;
 m – количество колодцев на расчетном участке;
 d_{mp} – внутренний диаметр канализационных труб, m ;
 L_{mp} – длина канализационной трубы, m ;
 k – количество труб на расчетном участке;

Примечание: Кратность воздухообмена (n) до последнего времени в нормативных документах не регламентировалась. Но А. Я. Добромыслов говорил, что воздух в санузлах должен меняться 4 раза в час. Следовательно: 96 раз в сутки. Поэтому в расчетах он рекомендовал принимать $n = 100$. (Величина кратности воздухообмена в наружных сетях нашла отражение в п.17.21 Стандарта [3]).

Давайте вернемся к п. 18.7 СНиП 2.04.01-85* и рассмотрим один пример. Имеется коттеджный поселок из 20-ти домов как показано на рис. 3.

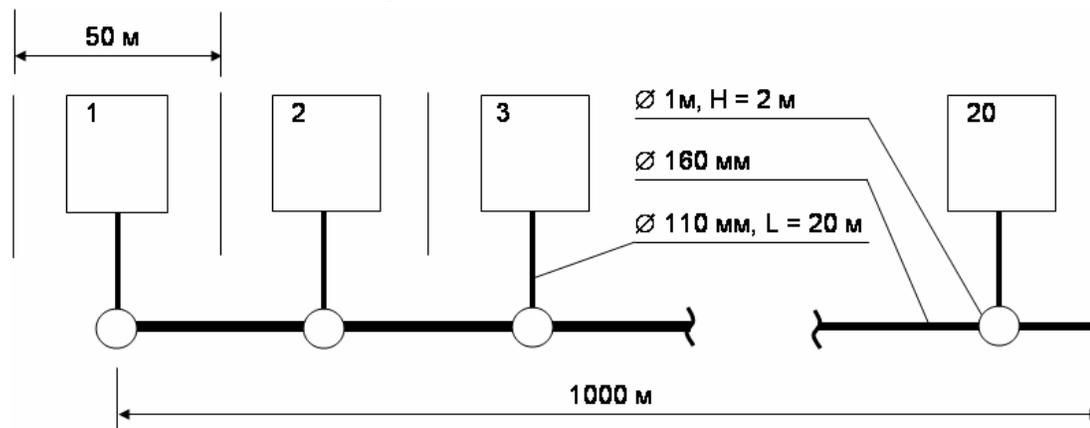


Рис. 3.

Если мы посчитаем количество вытяжных частей, необходимых для вентиляции поселковой сети как показано на рис. 3, то имеем: $W = 53 m^3$; принимаем $n = 100$ и получаем $N = 17$.

ВЫВОД:

Даже при проектировании сельских одноэтажных зданий необходимо практически во всех домах устраивать вентилируемые канализационные стояки (домов: 20, вентилируемых

стояков по расчету: 17). Следовательно – п. 18.7 СНиП 2.04.01-85*, а именно ограничение: «в сельских одноэтажных зданиях» – устарел!

Таким образом, нам необходимо использовать другой критерий при проектировании внутренней канализации с невентилируемыми стояками и, безусловно, он должен быть подтвержден расчетом, т.е. обоснован! Для расчета (обоснования), необходимо руководствоваться п.17.21 Стандарта [3]:

«При устройстве невентилируемых стояков или стояков, оборудованных вентиляционными клапанами, следует учитывать необходимость вентиляции наружной сети, обслуживающей строящийся объект. Количество вытяжных частей канализационных стояков, обеспечивающее заданную кратность воздухообмена на расчетном участке наружной сети канализации, определяется по формуле ...» (2).

Для простоты можно пользоваться следующими рекомендациями, а именно:

1. Если проектируемое новое здание, уплотняет существующую городскую застройку и подключается к существующим наружным сетям канализации, то можно проектировать все стояки невентилируемыми или оборудованными вентиляционными клапанами.
Другими словами, в городских условиях при высокой плотности застройки отказ от устройства вытяжных частей не может существенно повлиять на вентиляцию наружной сети.
2. Если проектируется новое здание и новый участок наружной сети до подключения к существующим наружным сетям, то в этом случае необходимо выполнить расчет для обоснования: сколько необходимо предусмотреть вентилируемых канализационных стояков для вентиляции проектируемого участка наружной сети, а сколько стояков можно сделать невентилируемыми или оборудованными вентиляционными клапанами.
3. Если проектируется новое отдельно стоящее здание с невентилируемыми канализационными стояками (или оборудованными вентиляционными клапанами) и новый участок наружной канализационной сети, в этом случае обязательно необходимо предусмотреть мероприятия для обеспечения вентиляции наружных канализационных сетей!

Примечание:

1. Из п. 2. приведенных выше рекомендаций следует, что и условие: «...если имеется не менее одного вентилируемого стояка» п. 18.7 СНиП 2.04.01-85* – устарело, так как одного вентилируемого стояка может оказаться недостаточно для вентиляции наружных сетей!
2. Применение невентилируемых канализационных стояков оборудованных вентиляционными клапанами подробно рассмотрено в статьях [1] и [4].

Следует отметить, что основной целью применения вентиляционных клапанов служит увеличение пропускной способности невентилируемых канализационных стояков. При опускном движении сточной жидкости через вентиляционный клапан в стояк из помещения поступает воздух (частично удовлетворяя эжектирующую способность), а в отсутствие движения жидкости по стояку вентиляционный клапан надежно запирает канализационные газы в трубопроводах (т. к. стояк оканчивается в помещении вентиляционным клапаном). Регламенты по применению вентиляционных клапанов приведены в п. 4.13 СП 40-107-2003, а именно:

«При невозможности устройства вытяжной части и невентилируемого канализационного стояка допускается применение вентиляционного клапана (Приложение Б)...».

Вопрос: Когда невозможно устройство вытяжной части канализационного стояка выше уровня кровли?

Вывод на кровлю вытяжных частей может быть затруднен или невозможен на эксплуатируемых кровлях, при близком расположении окон и балконов, на стилобатах, в убежищах, на зданиях с повышенными требованиями по взрывозащищенности, и т.п. Но как быть, если кажется, что на этот вопрос отвечает п. 17.18. СНиП 2.04.01-85*, а именно:

*«Сети бытовой и производственной канализации, отводящие сточные воды в наружную канализационную сеть, должны вентилироваться через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту, м:
от плоской неэксплуатируемой кровли 0,3*

“ скатной кровли 0,5

“ эксплуатируемой кровли 3

“ обреза сборной вентиляционной шахты...0,1

Выводимые выше кровли вытяжные части канализационных стояков следует размещать от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4 м (по горизонтали).

Флюгарки на вентиляционных стояках предусматривать не рекомендуется»

Действительно, только кажется!

Было замечено, что в зимнее время от жильцов верхних этажей жилых зданий поступало большое количество жалоб на плохую работу системы канализации, а именно на появление в санузлах и жилых помещениях неприятных запахов. После обследования зданий, где были жалобы на неудовлетворительную работу канализации, выяснилось следующее обстоятельство: вытяжные части одиночных канализационных стояков, выходящие выше уровня кровли, были полностью перекрыты снегом и льдом! Причем это было повсеместно, а не только в районах с суровыми климатическими условиями. Так, например: в Москве в зимний период перемерзает 87% всех вытяжных частей канализационных стояков. Стояки становятся невентилируемыми, пропускная способность невентилируемого стояка (как отмечалось ранее) в 5÷6 раз меньше, чем вентилируемого. Поэтому, практически любой сброс сточной жидкости по стояку, приводил к срыву одного из гидрозатворов присоединенных к этому стояку в верхнем этаже, и канализационные газы беспрепятственно попадали в жилые помещения!

В конце 70-х годов прошлого века были проведены работы по изучению причин снегообразования на внутренней поверхности труб вытяжных частей стояков и разработаны рекомендации борьбы с этим нежелательным явлением. Методика была проста, на внутренней поверхности вытяжной части устанавливался датчик температуры и его показания записывались в течение продолжительного времени (3÷6 недель). Одновременно велось наблюдение за процессом обмерзания. Затем «процесс обмерзания» накладывался на временную шкалу температур и определялись «благоприятные» условия, для снегообразования. Надо отметить, что полное обмерзание вытяжной части происходит очень быстро (в течение 6÷8 часов), в часы максимального водоотведения (когда воздух мечется из вытяжной части стояка и обратно).

Замеры относительной влажности воздуха, выходящего из вытяжных частей стояков, показывают, что она составляет, как правило, 100%. Таким образом, если температура внутренней поверхности трубы становится ниже температуры точки росы, избыточная влага из загрязненного воздуха, соприкасающегося с этой поверхностью, превращается в капельно-жидкое состояние и выпадает в виде конденсата. Понятно, что при отрицательных температурах эта влага замерзает, и, в конечном итоге, превращается в лед. Причем, эти процессы имеют аналогичный характер в различных климатических зонах, и независимо от материала труб и толщины их стенки. (Экспериментально доказано: температура внутренней и внешней поверхностей отличается не более чем на 1°С). При транспортировании жидкости по стояку в вытяжную часть устремляется воздух из атмосферы, что способствует быстрому охлаждению внутренней поверхности трубы. Совершенно очевидно, что теплоизоляция труб при этих условиях неэффективна.

Одновременно было установлено, что интенсивность снегообразования прямо пропорциональна диаметру вытяжной части стояка и её высоты над уровнем кровли. Т.е. чем больше теплопередающая поверхность, тем быстрее она охлаждается и обмерзает! Так же было установлено экспериментально, что флюгарка из кровельной жести (по терминологии, принятой в вентиляции, носит название дефлектор – простой колпак), является значительным местным сопротивлением на пути выходящего из стояка воздуха и дополнительной поверхностью для снегообразования, и способствует обмерзанию вытяжной части!

Следует указать, что открытая труба также является дефлектором. При этом, сравнение характеристик дефлекторов «простой колпак» и «открытая труба», доказывает преимущество второго при направлении ветра, перпендикулярным оси трубы, и при расходах воздуха, характерных для вытяжных частей одиночных канализационных стояков. Экспериментально установлено, что

вытяжная часть без флюгарки обмерзает в значительно меньшей степени (при прочих равных условиях).

Из всего выше сказанного, наиболее простым мероприятием по ликвидации обмерзания вытяжных частей является уменьшение их теплопередающей поверхности, что достигается уменьшением высоты вытяжных частей над кровлей здания.

Однако возникли опасения: как будут работать вытяжные части канализационных стояков с малой высотой от уровня кровли в зимних условиях с нашими обильными снегопадами? Следует отметить, что снег на плоских кровлях, как правило, не лежит. Снеговые заносы образуются только там, где возникает аэродинамическая тень. Было найдено здание в Челябинске высотой 9 этажей, где пара канализационных стояков выходила на кровлю в непосредственной близости (не более 0,5 м) от стены лифтовой шахты. Вытяжные части были обрезаны выше кровли на 100 мм. (Минимальная высота, при которой вытяжная часть не работает как воронка для приема дождевых вод, и на нее можно качественно завести гидроизоляцию на основе битума). Наблюдения велись в течение января-февраля, причем температура наружного воздуха за период наблюдений не повышалась выше -26°C , а однажды была зарегистрирована температура -43°C . Действительно, за лифтовой шахтой образовался огромный сугроб, но в этом сугробе были протаяны отверстия (как в медвежьей берлоге), через которые выходил загрязненный воздух. После удаления снега обнаружили, что вытяжные части были абсолютно чистыми, а кровля вокруг стояков была свободна от снега!

Все, что было рассказано выше, касается только вытяжных частей одиночных стояков. Для исследования процесса обмерзания вытяжной части, объединяющей поверху несколько канализационных стояков, был проведен эксперимент на здании в Москве, которое называлось «Дом коммунистического завтра» (сейчас называется «Дом аспирантов МГУ»). Здание имеет 11 канализационных стояков диаметром 100 мм и одну вытяжную часть диаметром 125 мм. В вытяжную часть был помещен датчик температуры, наблюдения велись в течение двух недель. После расшифровки данных получили парадоксальный результат – температура в вытяжной части составляла $18-20^{\circ}\text{C}$ за все время наблюдения, как будто никто не пользовался системой канализации (т.е. как будто не было сбросов воды по стоякам)! Тогда вытяжную часть просто заткнули! На удивление, система канализации здания работала без вытяжной части, т.е. все стояки получились неветилируемыми! Анализ данного эксперимента с помощью закономерностей теории вероятности позволил сделать вывод о том, что вероятность одновременной работы трех канализационных стояков очень мала и практически равна нулю при объединении пяти и более стояков одной вытяжной частью. Следовательно, расход воздуха, необходимый для удовлетворения эжектирующей способности жидкости, поступает не из атмосферы, а из стояков, которые в данный момент свободны от жидкости. А вытяжная часть, объединяющая группу стояков, служит только для вентиляции наружных сетей. Таким образом, система канализации со стояками, объединенными поверху, может нормально функционировать без вытяжной части! Дальнейшие исследования только подтвердили все вышесказанное.

ВЫВОД:

1. п. 17.18. СНиП 2.04.01-85* – устарел!

2. Вместо него необходимо руководствоваться положениями:

СП 40-107-2003:

п. 4.8: *«Вентилируемый стояк следует выводить выше кровли здания на 0,15 – 0,3 м. В зданиях, имеющих эксплуатируемую кровлю, допускается не устраивать вытяжную часть при обязательном объединении (в пределах чердака, технического этажа, под кровлей здания) не менее четырех канализационных стояков, либо устраивать общую вытяжную часть высотой не менее 3 м, диаметр которой следует принимать в соответствии с 4.10.»*

или Стандарта [3]:

п. 17.15: *«Вытяжная часть канализационного стояка выводится через кровлю или вентиляционную шахту на высоту:*

– от плоской неэксплуатируемой и скатной кровли – 0,2 м;

– от обреза сборной вентиляционной шахты – 0,1 м. Вытяжная часть отстоит от открываемых окон и балконов не менее чем на 4 м.»

п. 17.18: «Установка в устье вытяжной части стояка сопротивлений в виде дефлекторов (флюгарка, простой колпак и т.п.) не допускается.»

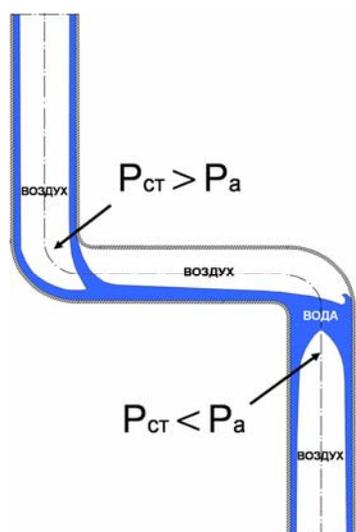
п. 17.19: «При соответствующем обосновании допускается не устраивать вытяжную часть для объединяемой поверху группы из 4-х и более стояков.»

п. 17.20: «Высота вытяжной части на эксплуатируемых кровлях должна быть не менее 3 м, но при этом вытяжка должна объединять не менее 4-х стояков. При невозможности выполнить это условие канализационные стояки не выводятся выше кровли – каждый стояк оканчивается вентиляционным клапаном (пропускающим воздух только в одну сторону – в стояк), устанавливаемым в устье стояка над полом этажа, где установлены самые высокорасположенные приборы и оборудование, в соответствии с СП 40-107.»

Любой канализационный стояк переходит в горизонтальный выпуск, и всем известно, что изгиб стояка необходимо выполнять двумя отводами по 45°. Почему это так, удобнее всего рассмотреть на примере отступа. Это тем более важно, что СНиП 2.04.01-85* (касательно отступа или перекидки) очень категоричен, а именно п. 17.3:

«Устройство отступов на канализационных стояках не допускается, если ниже отступов присоединены санитарные приборы.»

При организации отступа на канализационном стояке (рис. 4) меняются режимы течения сточной жидкости. Ранее говорилось, что в вертикальном стояке (при установившемся режиме) вода движется



вниз по стенкам трубы, а внутри воды в виде «стержня» движется воздух. В первой (по ходу движения) точке перегиба стояка происходит отрыв воды от верхней части внутренней поверхности трубы и перекрывает ее сечение, создавая тем самым значительное местное сопротивление потоку воздуха. Скорость воздуха резко падает, это приводит к резкому увеличению давления в канализационном стояке, непосредственно прилегающем к месту изгиба. При определенных условиях давление в канализационном стояке становится много больше атмосферного. И, если в эту область попадает отвод сантехнического прибора, то избыточное давление выплескивает воду из гидрозатвора в чашу сантехприбора, а вместе с водой и избыток канализационных газов. После того, как давление внутри стояка становится равно атмосферному, вода из чаши сантехприбора заполняет гидрозатвор. В результате: гидрозатвор не сорван, но канализационные газы попали в жилые помещения! От этого явления страдают жильцы квартир расположенных на нижних этажах зданий.

Рис. 4. Отступ

Следовательно, чем более плавно делается переход от вертикального трубопровода к горизонтальному, тем меньше местное сопротивление движению воздуха, и как следствие, меньше по величине избыточное давление, возникающее в канализационном стояке!

Поэтому, нижний изгиб стояка необходимо выполнять, как рекомендовано ниже:

п. 4.16 СП 40-107-2003:

«При переходе стояка в горизонтальный трубопровод запрещается применять отвод 90° (87,5°). Нижний отвод стояка следует монтировать не менее чем из двух отводов по 45° или трех по 30° или четырех отводов по 22,5°...»

Далее, по горизонтальному участку отступа (рис. 4), сточная жидкость течет по лотку трубы, а над ней движется воздух (такое движение жидкости в гидравлике газожидкостных систем получило название «разделенное»). Во второй точке перегиба вновь происходит изменение режима течения – с разделенного на стержневое, и движению воздуха опять создается значительное местное сопротивление (сжатое сечение). Таким образом, расположенная ниже отступа часть

канализационного стояка трижды отсекается от атмосферы (в месте входа жидкости в стояк из поэтажного отвода и в двух точках перегиба стояка). Следовательно, нижняя часть канализационного стояка становится невентилируемой! Если такой стояк (в нижней части) не может работать как невентилируемый, то происходит срыв гидрозатвора у прибора, ближе других присоединенного непосредственно под второй точкой перегиба.

Вопрос: Так можно или нельзя делать отступы на канализационных стояках?

Необходимо отметить, А.Я. Добромыслов всегда выступал против отступов или перекидок на канализационных стояках. Но, в связи со строительством высотных зданий и, как следствие, с более высокими требованиями по противопожарным мероприятиям, вопросов по отступам или перекидкам на канализационных стояках становится все больше и больше. Поэтому в Стандарте [3] записано:

п. 17.3:

«Устройство отступов на канализационных стояках, к которым ниже отступа присоединены санитарные приборы, допускается, если гидравлические затворы этих приборов гарантированы от срыва (если расположенный ниже отступа участок стояка может работать как невентилируемый, а также в случае устройства вентиляционного трубопровода, вентиляционного клапана и т.п.).»

или более подробно изложено во Временных рекомендациях [5]:

6.2.3.4. «Криволинейные канализационные стояки»

6.2.3.4.1. *«Канализационные стояки по всей высоте должны быть прямолинейными, не иметь точек перегиба.»*

6.2.3.4.2. *«При невозможности выполнения этого условия следует иметь в виду, что в каждой точке перегиба криволинейного канализационного стояка происходит изменение режимов течения жидкости и воздуха, что непосредственно над первой (по ходу движения жидкости) точкой приводит к резкому увеличению давления воздуха в стояке, а непосредственно под второй – к резкому увеличению дефицита воздуха. В таких случаях устраивается отводная линия (петлеобразный трубопровод), соединяющая участки стояков с повышенным и пониженным давлением (рис. 6); стояк, расположенный ниже второй точки перегиба, оборудуется вентиляционным клапаном (рис. 7)*

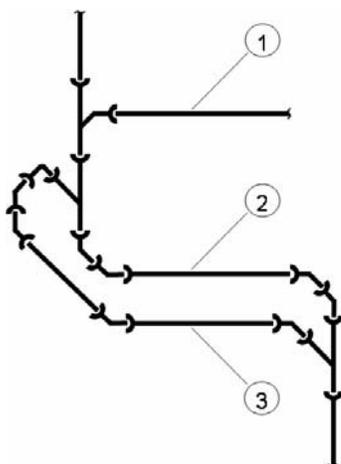


Рис. 6

1. Поэтажный отвод. 2. Отступ.
3. Отводная линия.

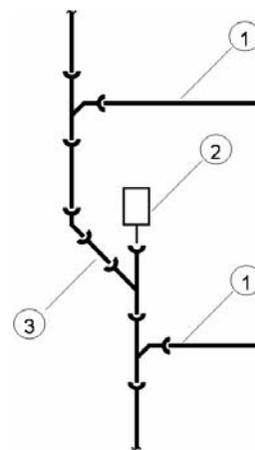


Рис. 7

1. Поэтажный отвод. 2. Вентиляционный клапан. 3. Перекидка.»

Примечание:

Регламенты, указанные в СНиП 2.04.01-85*, СП 40-102-2000, СП 40-107-2003, Рекомендациях [2], Стандарте [3], распространяются на проектирование жилых зданий высотой до 75 м включительно и общественных зданий высотой до 40 м включительно; а Временные рекомендации [5] – выпущены в развитие и дополнение МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и

правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве», т.е. для зданий различного функционального назначения (в том числе и смешанного функционального назначения) высотой от 75 до 400 метров.

Внимание: При устройстве отступа или перекидки рабочей высотой невентилируемой части криволинейного канализационного стояка считается: расстояние от второй точки перегиба (считая по ходу жидкости) – до точки перехода стояка в горизонтальный выпуск!

Литература

1. Добромыслов А.Я. Вентиляционные клапаны для канализационных стояков. «Трубопроводы и экология», №4 2002.
2. Добромыслов А.Я., Санкова Н.В. «Проектирование, монтаж и эксплуатация систем канализации из пластмассовых труб для зданий и микрорайонов». Рекомендации. Москва, 2002.
3. Стандарт организации СТО 02494733 5.2-01-2006 «Внутренний водопровод и канализация зданий». ФГУП ПКИНИИ «СантехНИИпроект», Москва, 2006.
4. Якушин С.М. Вентиляционные клапаны для канализации: как применять? «Сантехника», №6 2006.
5. Чернышов Е.Н. (ОАО «Моспроект»), Добромыслов А.Я. (МГТУ им. Баумана), Бочкарев В.И. (ЦНИИЭП жилища). «Системы водопровода, канализации и водостока многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве». Временные рекомендации по проектированию, Москва, 2006.