

А.Я. Добромыслов

Расчет и проектирование систем канализации зданий

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 504
ББК 20.1
А11

А11 **А.Я. Добромыслов**
Расчет и конструирование систем канализации зданий / А.Я. Добромыслов –
М.: Книга по Требованию, 2021. – 119 с.

ISBN 978-5-458-25499-1

ISBN 978-5-458-25499-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ ЗДАНИЙ 'И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Системы канализации зданий предназначены для отвода в наружную канализационную сеть сточной жидкости, поступающей от ее приемников, санитарно-технических приборов и производственного оборудования.

По назначению системы канализации разделяются на бытовую, производственную и дождевую.

Бытовые сточные воды образуются в результате хозяйственной деятельности людей и загрязнены жирами, мылом, пищевыми отходами и т. п., а также выделениями человеческого организма. Производственные сточные воды образуются в процессе того или иного производства. Дождевые сточные воды представляют собой атмосферные осадки и талые воды.

Бытовые и производственные сточные воды отличаются друг от друга по составу. Системы бытовой и производственной канализации зданий по конструкции мало отличаются и могут рассчитываться по одним и тем же закономерностям¹.

Системы канализации зданий состоят из следующих элементов:

1. Санитарных приборов, предназначенных для гигиенических процедур, туалетных и хозяйственных нужд, а также приемников сточных вод, устанавливаемых у производственного и другого оборудования; санитарные приборы и приемники сточных вод оборудуются гидравлическими затворами.

2. Канализационной сети — системы трубопроводов, принимающих сточные воды и отводящих их в наружную канализационную сеть.

3. Местных насосных и очистных установок (если они требуются по особым условиям; в массовом строительстве применяются сравнительно редко).

¹ Системы внутренних водостоков, предназначенные для отвода атмосферных и талых вод с кровли зданий, имеют ряд специфических особенностей и в данной работе не рассматриваются.

Устройству и применению санитарно-технических приборов посвящен ряд работ (Н. Н. Репин и Л. А. Шопенский «Санитарно-техническое оборудование и газоснабжение зданий», В. С. Кедров «Санитарно-техническое оборудование зданий» и др.). Здесь мы подробно рассмотрим назначение и режим работы гидравлических затворов как одного из наиболее ответственных элементов систем канализации зданий.

Система трубопроводов, транспортирующих стоки от санитарно-технических приборов в наружную канализационную сеть, представлена на рис. 1 и включает: горизонтальные поэтажные трубопроводы 1, отводящие стоки от санитарных приборов в канализационный стояк; узлы 2 присоединения поэтажных трубопроводов к стояку; вертикальный трубопровод — канализационный стояк 3, который в нижнем гребне 5 переходит в канализационный выпуск из здания 6. Участок канализационного стояка, выводимый выше кровли здания, — вытяжная часть 4.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ

Каждый санитарно-технический прибор оборудован гидравлическим затвором. В отдельных случаях допускается устройство одного гидравлического затвора у нескольких санитарно-технических приборов. Гидравлический затвор представляет собой U-образную трубку, заполненную водой (рис. 2). Одна ветвь гидравлического затвора, расположенная со стороны помещения (например, ванной, туалетной, кухонной комнаты), постоянно находится под атмосферным давлением p_a , а вторая, присоединенная к стояку, — под давлением p в стояке.

Гидравлический затвор предназначен для предотвращения поступления канализационных газов из наружной сети канализации в помещения ванных, туалетных комнат, кухню и т. п. Высота гидравлических затворов h_3 — высота столба воды в одной из его ветвей, препятствующая прониканию канализационных газов со стороны канализационного стояка, — у отечественных санитарно-технических приборов равна 50, 60 или 70 мм (у большинства приборов — 60 мм).

В тех случаях, когда давление в канализационном стояке становится ниже атмосферного на величину h ($h < h_3$), происходит понижение уровня воды в гидрав-

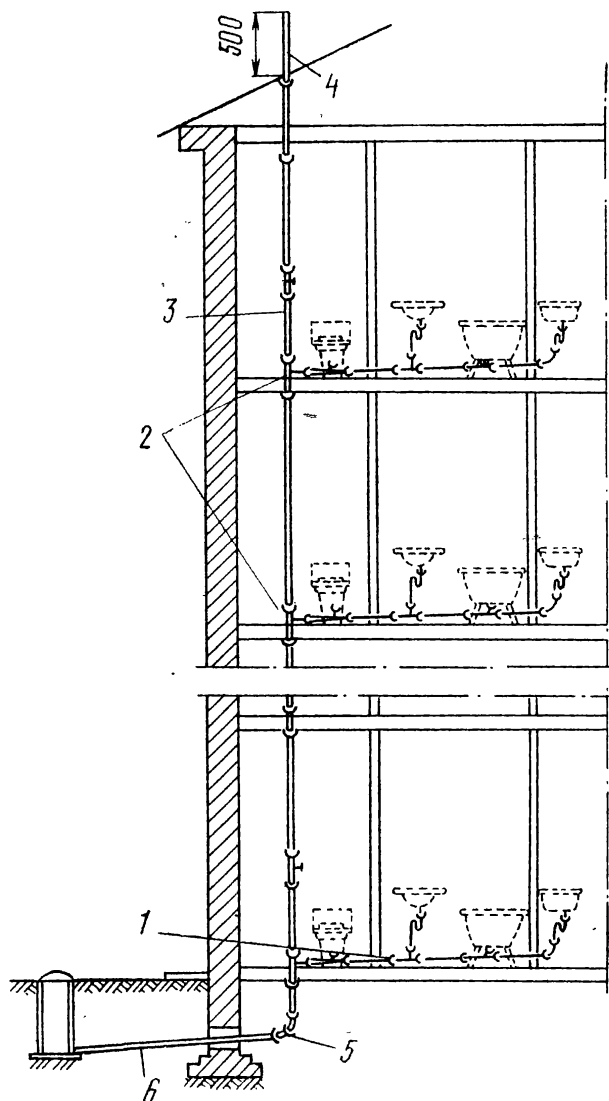


Рис. 1. Система канализации типового жилого здания

лическом затворе (в той его ветви, которая находится под атмосферным давлением) на такую же величину h . При этом из второй ветви гидравлического затвора в канализационный стояк выплескивается определенный объ-

ем воды. Если же давление в канализационном стояке становится ниже атмосферного на величину, несколько превышающую высоту гидравлического затвора, уровень воды в правой его ветви понижается на такую же величину. При этом из ветви, сообщающейся с атмосферой, происходит проскок воздушного пузыря, который выплескивает в стояк воду, заполняющую левую ветвь гидравлического затвора. Второй, третий и последующие воздушные пузыри, которые следуют за первым с интервалом в несколько секунд, способствуют полному опорожнению гидравлического затвора. Явление безвозвратного уноса в стояк воды, заполняющей гидравлический затвор, называется срывом гидравлического затвора.

В результате срыва гидравлического затвора канализационным газам открывается беспрепятственный доступ в помещения, где пребывают люди. Известно, что канализационные газы в больших концентрациях токсичны и взрывоопасны. Поэтому системы канализации следует рассчитывать и конструировать таким образом, чтобы была гарантирована устойчивость гидравлических затворов у санитарных приборов данной системы.

Нами экспериментально установлено, что срыв гидравлического затвора высотой 60 мм происходит, когда разрежение в канализационном стояке составляет 65 кгс/м^2 (65 мм вод. ст.; 637 Па), срыв гидравлического затвора высотой 80 мм — при разрежении в стояке, равном 90 кгс/м^2 (90 мм вод. ст.). При меньших значениях разрежений гидравлический затвор не может быть сорван. Таким образом, чем больше высота гидравлического затвора, тем большее разрежение допускается в канализационном стояке. Высота гидравлического затвора — основной параметр, от которого зависит конструкция надземной части системы канализации зданий.

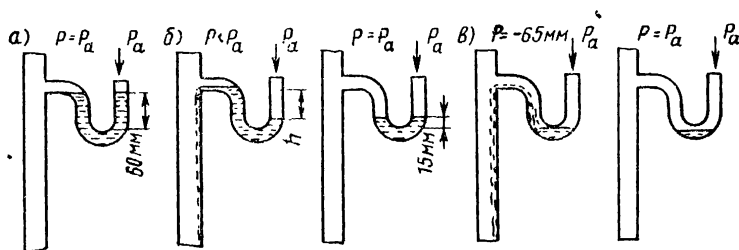


Рис. 2. Заполнение гидравлического затвора при различном давлении в стояке
 а — давление в стояке равно атмосферному; б — разрежение в стояке меньше критического; в — срыв затвора при критическом разрежении в стояке

Надежность системы канализации обеспечивается устойчивостью против срыва гидравлических затворов санитарно-технических приборов, присоединенных к расчетному стояку.

Гидравлические затворы, как правило, изготавливают отдельно от санитарно-технических приборов и соединяют с ними при установке. Исключение составляют трапы и все типы унитазов, которые имеют встроенные гидравлические затворы, а также некоторые санитарные приборы, выпускаемые как с гидравлическим затвором, так и без него (например, писсуар).

Гидравлические затворы выполняют из различных материалов (чугун, цветные металлы, резина, пластмасса); они имеют гладкую внутреннюю поверхность, исключаящую налипание на нее осадков из сточной жидкости.

Чугунные гидравлические затворы (ГОСТ 6924—54) по конструкции разделяют на гидравлические затворы с ревизиями и с пробками, а по направлению отводного патрубка — на прямые, косые и двухоборотные. Эти гидравлические затворы устанавливают с раковинами и мойками. Для умывальников в настоящее время применяют, в большей части, бутылочные гидравлические затворы, изготавливаемые по ГОСТ 8246—56.

Под ваннами устанавливают напольный гидравлический затвор.

Подробно конструкции гидравлических затворов рассматриваются в работе [17].

3. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Назначение поэтажных трубопроводов — прием сточной жидкости от санитарно-технических приборов и транспортирование ее в канализационный стояк. Канализационный выпуск из здания транспортирует стоки от стояков в колодец дворовой канализации.

Для обеспечения надежности систем канализации здания должны быть исключены засоры канализационных трубопроводов. Однако статистика показывает, что засоры имеют массовый характер. Очевидно, что при этом резко снижается комфортность зданий, а ликвидация засоров требует определенных затрат.

Обследования находящихся в эксплуатации систем канализации в 96 жилищно-эксплуатационных конторах Москвы позволяют сделать вывод о том, что засоры в

подавляющем большинстве случаев происходят в горизонтальных канализационных трубопроводах (поэтажных, канализационных выпусках, дворовой сети) из-за попадания в них посторонних, не являющихся компонентами сточной жидкости предметов (ветошь, строительный мусор, пищевые отходы и т. п.).

Горизонтальные канализационные трубопроводы при проектировании рекомендуется рассчитывать из условия обеспечения в них самотечного режима движения жидкости. Для уменьшения вероятности образования засоров в этих трубопроводах необходимо обеспечение самоочищающей скорости течения жидкости, т. е. такой скорости, при которой из сточной жидкости в осадок не выпадают ее компоненты. Для трубопроводов систем внутридомовой канализации величина самоочищающей скорости составляет 0,7 м/с.

До 1 июля 1977 г. нормативными документами помимо скорости нормировались наполнение трубопровода, т. е. отношение высоты протекающего слоя жидкости к диаметру трубопровода, а также величины так называемых нормальных и минимальных уклонов трубопровода (табл. 1).

Таблица 1. Уклоны и допускаемые наибольшие наполнения трубопроводов бытовой канализации

Диаметр труб, мм	Наполнение, не более	Уклоны	
		нормальные	минимальные
50	0,5 диаметра трубы	0,035	0,025
100		0,02	0,012
125		0,015	0,01
150	0,6 диаметра трубы	0,01	0,007
200		0,008	0,005

Примечания: 1. Для трубопроводов диаметром 50 мм, отводящих стоки от ванн, допускаемое наполнение следует принимать равным 0,8;

2. Отводные трубопроводы от группы умывальников и питьевых фонтанчиков до общего гидравлического затвора допускается прокладывать с уклоном 0,01.

Кроме того, в нормах предусматривалась необходимость гидравлического расчета канализационных выпусков из зданий по формулам Шези — Павловского.

Скорость течения жидкости, м/с, по Шези:

$$v = C \sqrt{Ri}, \quad (1)$$

где C — коэффициент Шези; R — гидравлический радиус, м; i — уклон трубопровода.

По Павловскому:

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (2)$$

$$\text{где} \quad y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,1), \quad (3)$$

n — коэффициент шероховатости материала труб;

$$R = \omega / \chi, \quad (4)$$

здесь ω — площадь живого сечения жидкости, м²; χ — смоченный периметр трубопровода, м.

Расчеты по формулам (1) — (3) показывают, что изменение коэффициента шероховатости только на 0,001 требует изменения уклона трубопровода на 20%. Анализ данных табл. 1 позволяет установить, что значения минимальных уклонов соответствуют трубам с коэффициентом шероховатости $n = 0,014$. На этом основании можно сделать вывод, что и нормальные уклоны, приведенные в табл. 1, вычислены при указанном значении n . Располагая этими данными, можно вычислить значение скоростей течения жидкости, соответствующих нормальным уклонам. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Скорость течения жидкости при допускаемых уклонах и наполнении трубопроводов бытовой канализации

Диаметр труб, мм	Наполнение, не более	Уклон		Скорость течения, м/с, при уклоне	
		нормаль- ный	минималь- ный	минималь- ном	нормаль- ном
100	0,5 диаметра трубы	0,02	0,012	0,67	0,87
150 } 200 }	0,6 диаметра трубы	0,01 0,008	0,007 0,005	0,73 0,74	0,87 0,94

Таким образом, минимальные уклоны трубопроводов с $n = 0,014$ примерно соответствуют самоочищающей скорости жидкости. Эта скорость будет обеспечена только в одном случае течения, а именно: при верхнем пре-

деле наполнения трубопровода, который при прочих равных условиях является функцией расхода сточной жидкости и однозначно увеличивается или уменьшается при увеличении или уменьшении расхода. В частности, данные табл. 2 справедливы лишь при одном (для каждого диаметра и уклона) значении расхода жидкости, приведенном в табл. 3.

Таблица 3. Расходы сточной жидкости, обеспечивающие нормативные параметры ее течения

Диаметр труб, мм	Расход сточной жидкости, л/с, при уклоне	
	минимальном	нормальном
100	2,65	3,42
150	8,06	9,63
200	14,6	18,5

Таким образом, требования норм распространяются на один случай, соответствующий указанным расходам жидкости. Кроме того, необходимо отметить, что канализационные выпуски из зданий устраиваются, как правило, из чугунных канализационных труб, расчетный коэффициент шероховатости которых $n=0,013$.

Отсюда становится очевидной необходимость гидравлического расчета канализационных выпусков из зданий в каждом конкретном случае.

Однако в существующих типовых проектах жилых и общественных зданий во всех случаях уклон труб без расчета принимается равным 0,02 для диаметра 100 мм и 0,01 — для диаметра 150 мм.

4. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СТОЯКИ И ИХ ВЫТЯЖНЫЕ ЧАСТИ

Сточная жидкость от санитарно-технических приборов по горизонтальным поэтажным трубопроводам поступает в канализационный стояк — вертикальный трубопровод. В процессе транспортирования сточной жидкости в канализационном стояке возникают разрежения, влияющие на устойчивость гидравлических затворов санитарно-технических приборов.

Помимо транспортирования сточной жидкости через канализационные стояки осуществляется воздухообмен в наружной сети. Этот процесс протекает при отсутствии в стояке расхода сточной жидкости, а также при небольших ее расходах (0,05—0,3 л/с в зависимости от диаметра стояка и параметров воздуха). Движущей силой является гравитационное давление воздуха p , кгс/м²

$$p = H(\gamma_n - \gamma_v), \quad (5)$$

где H — высота стояка, м; γ_n — объемная масса наружного воздуха, кг/м³; γ_v — объемная масса загрязненного воздуха, кг/м³.

Скорость воздушного потока v_v , м/с:

$$v_v = \sqrt{\frac{2gp}{\gamma_n - \gamma_v}}. \quad (6)$$

Анализ уравнений (5) и (6) показывает, что кратность воздухообмена в наружной канализационной сети должна увеличиваться с увеличением высоты стояка, а также при понижении температуры наружного воздуха (при прочих равных условиях).

Высота вытяжной части над кровлей здания регламентирована действующими нормами и равна 0,5 м; на эксплуатируемых кровлях — не менее 3 м. Стояк, имеющий вытяжную часть, называется вентилируемым.

При движении по стояку сточная жидкость увлекает за собой из атмосферы воздух [3, 4, 6 и др.], который поступает в стояк через вытяжную часть. Способность жидкости при своем движении увлекать воздух называется эжектирующей способностью. Если через вытяжную часть в стояк поступает воздух в количестве, соответствующем величине эжектирующей способности жидкости, то в стояке не возникает дефицита воздуха и давление в нем равно атмосферному. Если же через вытяжную часть в стояк поступает меньшее количество воздуха, то это приводит к образованию дефицита воздуха и возникновению разрежения в стояке.

В том случае, когда вытяжная часть по какой-либо причине выходит из строя (например, вследствие обмерзания или попадания посторонних предметов), стояк становится невентилируемым. При этом пропускная способность стояка резко уменьшается.

В настоящее время применяют в основном два конструктивных решения вытяжных частей: первое — каж-

дый канализационный стояк имеет собственную вытяжную часть, которая может быть прямолинейной или криволинейной; второе — вытяжная часть объединяет поверху группу канализационных стояков.

До 1970 г. в отечественной практике строительства являлось обязательным увеличение диаметра выводимой выше кровли вытяжной части на 50 мм по сравнению с диаметром стояка. На трубы вытяжных частей, расположенных в неотапливаемых чердаках, должна была наноситься теплоизоляция, а устья вытяжек — оборудоваться так называемыми флюгарками (дефлектор — простой колпак). При этом предполагалось, что указанные мероприятия гарантируют трубы вытяжных частей от полного обмерзания.

Однако исследования причин обмерзания вытяжных частей стояков, а впоследствии и способов борьбы с их обмерзанием, выполненные в 1966—1973 гг. в климатических условиях Москвы и Челябинска, позволили скорректировать требования норм к конструированию вытяжных частей стояков (см. гл. V).

Глава II

ГИДРАВЛИКА КАНАЛИЗАЦИОННОГО СТОЯКА

1. КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ, ВЫПОЛНЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯМИ

Срыв гидравлических затворов является следствием возникновения разрежений в канализационном стояке, поэтому прежде всего необходимо установить причины их возникновения, а также параметры, от которых зависит величина разрежений.

До настоящего времени не существует единой точки зрения относительно режимов течения сточной жидкости и причин возникновения разрежений в канализационном стояке.

До 1970 г. рядом исследователей указывалось [22, 24], что течение сточной жидкости по стояку сопровождается периодическим образованием на отдельных его участках водяных «поршней», движущихся с большой