

# Вентиляционные клапаны для канализационных стояков

Практика проектирования и массового строительства зданий различного назначения показывает, что в целом ряде случаев стояки систем внутридомовой канализации не могут быть выведены выше кровли здания, как того требуют строительные нормы и правила, т.е. устройство их вытяжных частей невозможно.

А.Я. Добромислов, к.т.н., НПО «Стройполимер»

**К**ак известно, вытяжная часть канализационного стояка выводится выше кровли здания, имеет свободное сообщение с атмосферой и служит двум целям:

- в отсутствие движения жидкости по стояку загрязненный воздух выходит из наружных сетей в атмосферу, способствуя вентиляции сетей;
- при опускном движении жидкости через вытяжную часть в стояк из атмосферы поступает воздух, частично удовлетворяя эжектирующую способность жидкости (способность увлекать за собой воздух), что способствует устойчивости гидравлических затворов.

Таким образом, вытяжная часть – важнейший элемент канализационного стояка, способствующий воздухообмену в наружных сетях канализации и обеспечивающий устойчивость гидравлических затворов санитарно-технических приборов.

Каждый 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. Экспериментально установлено [1], что нарушение устойчивости гидрозатвора («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 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 (образуя «сжатое» сечение), создавая на пути воздуха, движущегося из атмосферы, местное сопротивление большой величины. 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 движется воздух. По результатам измерений [1], жидкость в количестве 1 л/с, движущаяся сверху вниз в стояке диаметром 100 мм, стремится увлечь в стояк воздух в количестве 25 л/с (измеряется ниже сжатого сечения стояка), 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 стояка возникает дефицит воздуха (в приведенном примере он равен  $25 - 14 = 11$  л/с), или разрежение. При прочих равных условиях с увеличением расхода жидкости дефицит воздуха растет, и наконец при значении расхода, являющемся критическим для гидравлических затворов данной высоты, возника-

ют критический дефицит воздуха и критическое разрежение, приводящие к срыву одного из гидравлических затворов, присоединенных к канализационному стояку. Через сорванный затвор в стояк поступает дополнительное количество воздуха, и затворы других санитарно-технических приборов, присоединенных к этому стояку, не нарушаются.

Максимальное разрежение возникает всегда непосредственно под сжатым сечением стояка. Эта закономерность упрощает выполнение экспериментальных работ, связанных с определением пропускной способности канализационных стояков различных конструкций.

Совершенно очевидно, что состояние и площадь живого сечения и диаметр вытяжной части канализационного стояка самым непосредственным образом влияют на его пропускную способность. При этом увеличение диаметра вытяжки по сравнению с диаметром сточной части стояка нецелесообразно, т.к. расход воздуха лимитируется диаметром стояка, а любое уменьшение площади живого сечения вытяжки влечет за собой снижение расхода воздуха, фактически поступающего в стояк, т.е. при прочих равных условиях – увеличение дефицита воздуха и снижение пропускной способности стояка. В то же время доказано [1], что канализационный стояк надежно работает даже и без вытяжной части (так называемый «невентилируемый» стояк), если он рассчитан таким образом, что возникающие в нем в процессе эксплуатации разрежения по величине гаранти-

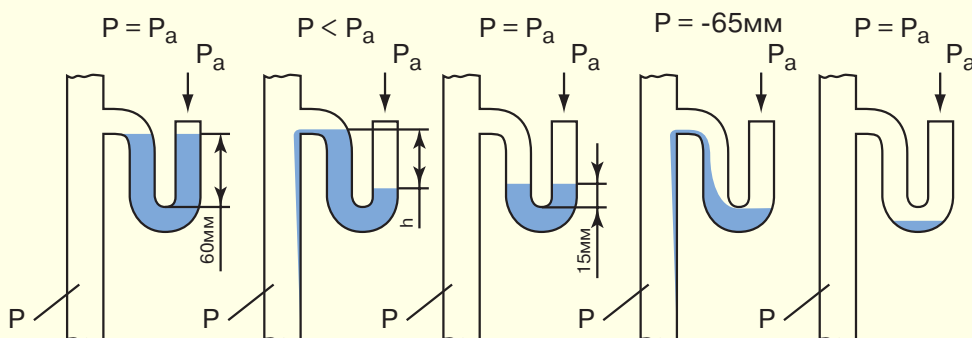


Рис. 1. Заполнение гидравлического затвора при различном давлении в стояке  
а – давление в стояке равно атмосферному; б – разрежение в стояке меньше критического;  
в – срыв затвора при критическом разрежении в стояке

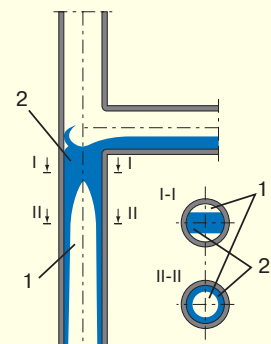


Рис. 2. Схема истечения воды из поэтажного отвода в стояк  
1 – воздух; 2 – вода

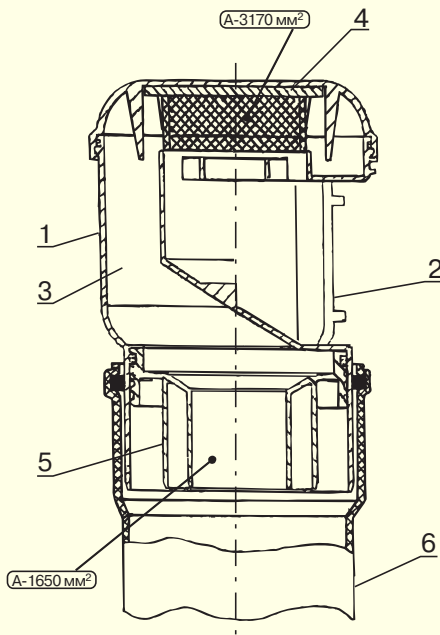


Рис. 3. Вентиляционный клапан фирмы Hutterer-Lechner

рованно меньше минимальной высоты гидрозатоворов, к нему присоединенных. Регламенты по проектированию систем канализации с невентилируемыми стояками впервые были 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\*.

В последние годы некоторые зарубежные фирмы разработали конструкции вентиляционных клапанов, которые обеспечивают подачу воздуха в канализационный стояк для удовлетворения эжектирующей способности движущейся в нем жидкости и надежно запирают загрязненный воздух из наружной сети в часы минимального водоотведения. Стояк, оборудованный таким клапаном, не выводится выше кровли здания, т.е. может быть применен во всех случаях, когда выход на кровлю затруднен или невозможен (эксплуатируемые кровли, близко расположенные окна и балконы, стилобаты, убежища и многое другое).

Следует отметить, что, во-первых, российские строительные нормы до настоящего времени не содержат регламентов по проектированию систем внутридомовой канализации со стояками, оборудованными вентиляционными клапанами, а во-вторых, ни одна фирма, их поставляющая, не дает четких рекомендаций по пропускной способности таких канализационных стояков.

Учитывая тот факт, что вентиляционные клапаны достаточно широко и успешно применяются в практике отечественного строительства, представляется целесообразным разработку и включение регламентов по их проектированию и монтажу в федеральные нормативные документы.

С этой целью автором была экспериментально определена пропускная способность канализационного стояка из полипропиленовых труб наружным диаметром 110 мм с толщиной стенки 2,7 мм производства НПО «Стройполимер», оборудованного вентиляционным клапаном австрийской фирмы HL (Hutterer-Lechner GmbH). Конструкция клапана представлена на рис. 3.

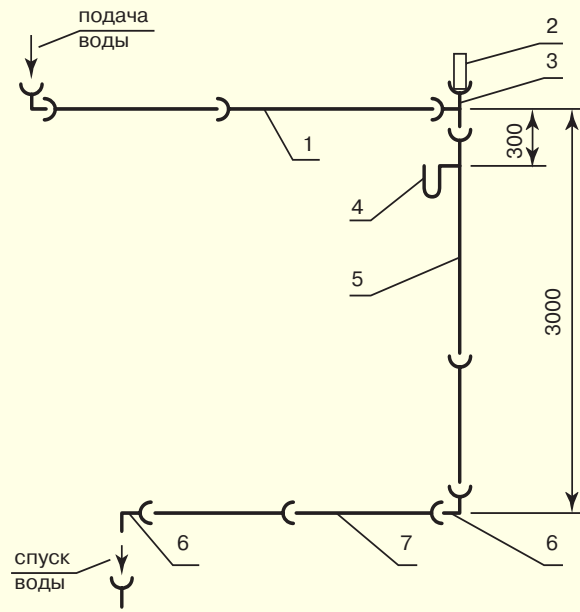


Рис. 4. Схема экспериментального стояка из ПП труб  
1 – горизонтальный трубопровод  $d_n$  50 мм; 2 – вентиляционный клапан; 3 – тройник 110x50-87°30'; 4 – U-образный манометр; 5 – стояк  $d_n$  110 мм; 6 – отвод 110-87°30'; 7 – горизонтальный трубопровод  $d_n$  110 мм

Клапан состоит из корпуса 1, в боковой поверхности которого устроено окно 2 для поступления воздуха внутрь корпуса и далее по воздушному каналу 3 в канализационный стояк 6. В верхней части клапана расположена заслонка 4, которая открывается при разрежении в стояке, равном 15 мм вод.ст. Клапан может применяться в паре с пластмассовым стояком диаметром либо 110 мм, либо 70 мм, либо 50 мм. В первом случае из клапана удаляется вставка 5, во втором и третьем случаях вставка не удаляется. В первом случае поступление воздуха в стояк лимитируется площадью, которая равна 3170 мм<sup>2</sup>, во втором и третьем случаях – площадью патрубка, которая равна 1650 мм<sup>2</sup>.

Экспериментальные исследования выполнены на гидравлическом стенде НИИСанитарной техники, конструкция которого соответствует рекомендациям DIN 19560 (рис. 4).

Вода подается насосом Wilo в воронкообразный бак, откуда самотеком по полипропиленовой трубе диаметром 50 мм с толщиной стенки 1,9 мм через тройник 110x50 с углом 87,5° поступает в стояк, высота которого от точки входа воды до нижнего гйба равна 3 м.

Расход воды фиксируется по расходомеру ВРТК 2000.

Разрежение в стояке измеряется с помощью U-образного манометра, врезанного в стояк ниже точки входа в него жидкости на расстоянии 30 см. Обработка экспериментальных данных выполнена нами в координатах

$$Y = \Delta p \left( \frac{d_{ст}}{d_{отв}} \right)^{0,71} \left( \frac{90 d_{ст}}{L} \right)^{0,5}, \quad X = \frac{q}{(1 + \cos \alpha) d_{ст}^2}$$

по зависимости СП 40-102-2000 [2]:

$$\Delta p = \frac{366 \left[ \frac{q}{(1 + \cos \alpha) d_{ст}^2} \right]^{1,677}}{\left( \frac{90 d_{ст}}{L} \right)^{0,5} \left( \frac{d_{ст}}{d_{отв}} \right)^{0,71}}, \quad (1)$$

где  $\Delta p$  – разрежение в стояке, мм в.ст.;  
 $q$  – расход воды, движущейся сверху вниз по стояку, м<sup>3</sup>/с;  
 $\alpha$  – угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.;  
 $d_{ст}$  – внутренний диаметр стояка, м;  
 $L$  – рабочая высота стояка, м, (при  $L > 90 d_{ст}$  следует принимать  $L = 90 d_{ст}$ );  
 $d_{отв}$  – внутренний диаметр поэтажного отвода, м.

Зависимость (1) обоснована большим количеством экспериментальных исследований (рис. 5 прямая 3) и более чем 30-ти летней практикой эксплуатации систем канализации, рассчитанных по формуле (1), в бывшем СССР и ряде зарубежных стран. Эта зависимость вполне удовлетворительно описывает практически все опубликованные данные, полученные зарубежными специалистами при экспериментальных исследованиях пропускной способности стояков в системах канализации различных конструкций.

Измерения выполнены при оборудовании канализационного стояка клапаном с полностью открытой заслонкой как без вставки 5, так и с ней.

В первом случае разрежения в стояке составили, соответственно: при расходе воды 1,22; 0,94 и 0,75 л/с – 3,5; 2,5 и 1,5 мм вод. ст., а во втором при расходе воды 1,22; 1,04 и 0,8 л/с, – 5; 4 и 2,5 мм вод.

На графиках рис. 5 экспериментально полученные зависимости величины разрежений от расхода воды и параметров трубопроводной системы канализации представлены для первого случая – прямой I, а для второго прямой II; прямая III – ранее полученные результаты аналогичных исследований на восьми различных трубопроводных системах канализации [1].

В случае неравенства диаметров сточной части стояка и его вытяжной части сущность физических процессов не изменяется: все зависимости параллельны, т.е. имеют одинаковый угол наклона к оси абсцисс. Однако, как и следовало ожидать, уменьшение площади жи-

вого сечения вытяжной части привело к росту величины разрежения в стояке при прочих равных условиях: в первом случае — при  $q=1,22$  л/с в 1,28 раза (3,5 : 2,73); при  $q=0,94$  л/с — в 1,42 раза (2,5 : 1,76); при  $q=0,75$  л/с — в 1,25 раза (1,5 : 1,2); во втором случае — при  $q=1,22$  л/с в 1,83 раза (5 мм : 2,73 мм), при  $q=1,02$  л/с — в 1,91 раза (4 : 2,09), при  $q=0,8$  л/с — в 1,86 раза (2,5 : 1,34). Цифры, приведенные в знаменателях, — величины разрежений в стояках, у которых диаметры сточной и вытяжной частей равны друг другу. Таким образом, как отношение зависимости II к зависимости III на графике рис. 5 практически является константой ( $K \approx 1,86$ ), так и отношение зависимости I к зависимости III также является константой ( $K \approx 1,3$ ). Несложный анализ показывает, что этот постоянный коэффициент есть не что иное, как функция отношения диаметров сточной и вентиляционной частей экспериментального стояка, а именно:

$$K = 0,8 \left( \frac{d_{ст}}{d_{в.кл.}} \right), \quad (2)$$

$$\text{где } d_{в.кл.} = \sqrt{\frac{\omega_{в.}}{0,785}},$$

$d_{в.кл.}$  — эквивалентный диаметр вентиляционной части клапана, выраженный через ее площадь  $\omega_{в.}$ .

Действительно, в первом случае

$$d_1 = \sqrt{\frac{3170}{0,785}} = 63,5 \text{ мм}, K_{II} = 0,8 \left( \frac{104,6}{63,5} \right) = 1,32,$$

а во втором:

$$d_1 = \sqrt{\frac{1650}{0,785}} = 45,8 \text{ мм}, K_I = \left( \frac{104,6}{45,8} \right) = 1,83.$$

При этом относительная ошибка не превышает 1,6%.

С учетом зависимости (2) формула (1) получает вид:

$$\Delta p = \frac{366 \left[ \frac{q}{(1 + \cos \alpha) d_{ст}^2} \right]^{1,677} \cdot 0,8 \left( \frac{d_{ст}}{d_{в.кл.}} \right)}{\left( \frac{90 d_{ст}}{L} \right)^{0,5} \left( \frac{d_{ст}}{d_{отв}} \right)^{0,71}}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует:

$$q = \frac{0,034 \cdot \Delta p^{0,596} \left( \frac{90 d_{ст}}{L} \right)^{0,298} \left( \frac{d_{ст}}{d_{отв}} \right)^{0,423} (1 + \cos \alpha) d_{ст}^2}{\left( \frac{d_{ст}}{d_{в.кл.}} \right)^{0,596}}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Теперь, задавая значения  $\Delta p$  и геометрических параметров системы канализации, нетрудно рассчитать пропускную способность стояка, площадь сечения вытяжной части которого меньше площади живого сечения его сточной части. Зная величину соотношения  $[d_{ст}/d_{в.кл.}]$ , можно сделать вывод о том, насколько пропускная способность стояка с вытяжной частью меньшего диаметра отличается от пропускной способности стояка, диаметр вытяжной части которого равен диаметру сточной части стояка. В частности, пропускная способность стояка, оборудованного вентиляционным клапаном фирмы HL со вставкой 5

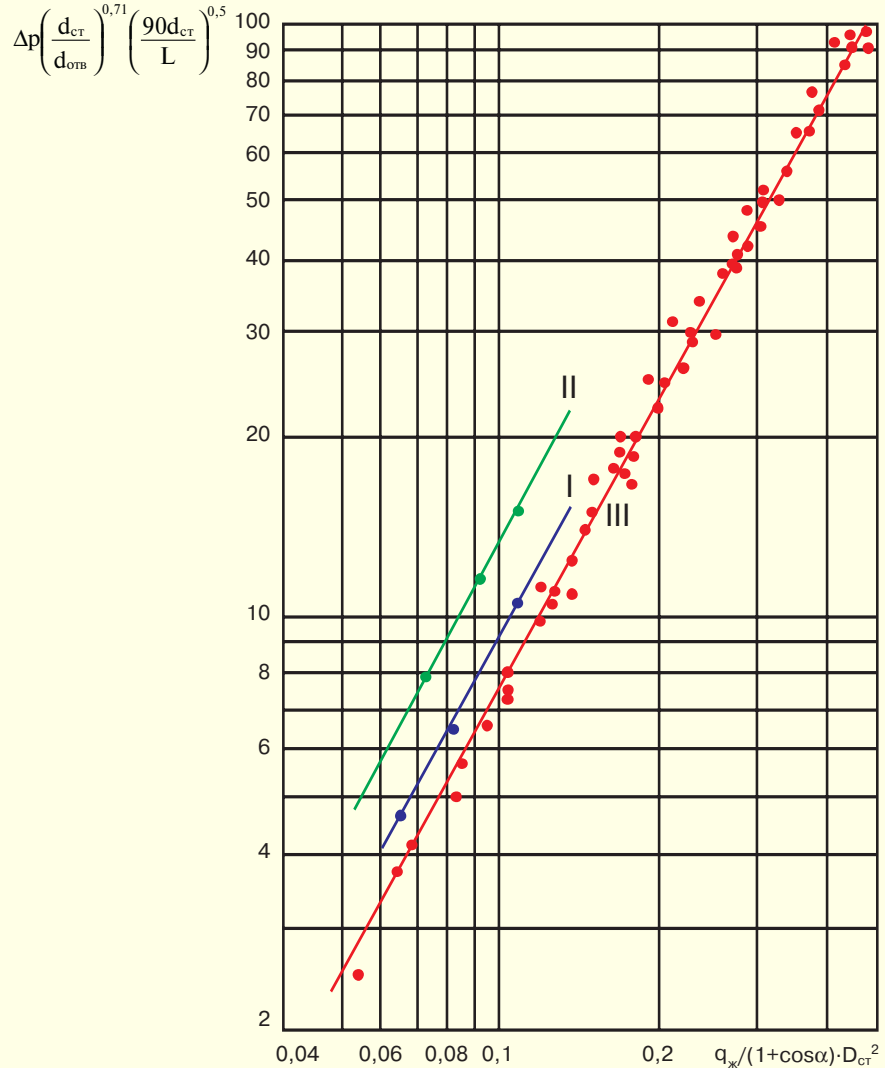


Рис. 5. Зависимость величины разрежений в стояке от расхода жидкости и основных параметров системы канализации (на графике показаны экспериментальные точки, полученные на восьми различных системах канализации).

(рис. 3), снижается в  $[d_{ст}/d_{в.кл.}]^{0,596} = 1,63$  раза, а без вставки 5 — в 1,3 раза по сравнению с пропускной способностью стояка, у которого равны диаметры сточной и вытяжной частей.

Табл. 1 содержит допустимые величины пропускной способности стояков из полипропилена в системах канализации различных конструкций. Таблица рассчитана применительно к гидравлическим затворам высотой 60 мм (допустимая величина разрежения в стояке  $\Delta p_{доп} = 0,9 \text{ нз} = 54 \text{ мм}$ ) и стоякам высотой  $L \geq 90 d_{ст}$  (при  $L > 90 d_{ст}$  следует принимать  $L = 90 d_{ст}$ ). При  $L < 90 d_{ст}$  табличные значения расходов следует умножить на величину  $[90 d_{ст}/L]^{0,298}$ .

При высоте гидрозатворов 50 мм табличные значения расходов следует уменьшить на 10%.

Расчеты показывают, что при удельном расходе стоков 16 л/час расхода сточной жидкости в количестве 2,53 л/с следует ожидать от 16 санитарно-технических приборов (4 типовые квартиры), а в количестве 7,7 л/с — от 160 приборов (40 типовых квартир). Иными словами, вентиляционный клапан фирмы Hutterer-Lechner GmbH может применяться на стояках в жилых домах от 4 до 40 этажей включительно. При этом следует обращать внимание на вентиляцию наружных сетей канализации в районе строительства.

Таблица 1. Пропускная способность канализационных стояков из полипропилена диаметром 110 мм с вентиляционным клапаном фирмы Hutterer-Lechner GmbH

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол входа жидкости в стояк, град	Пропускная способность стояка, л/с	
		со вставкой	без вставки
50	45	5,85	7,7
	60	5,10	6,8
	87,5	3,57	4,54
110	45	4,14	5,44
	60	3,64	4,8
	87,5	2,53	3,2

Учитывая, что фирма Hutterer-Lechner GmbH предоставила нам всю необходимую информацию по надежности рассматриваемого вентиляционного клапана, он рекомендуется для применения в практике строительства зданий различного назначения.

#### Литература

- Добромыслов А.Я. Расчет и проектирование систем канализации зданий. М., «Стройиздат», 1978 г.
- Свод правил СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования». Т:И