

Высота гидрозатвора – 30 мм!

Рекомендации по проектированию систем канализации.

В последнее время, в странах Европы и у нас, при проектировании и строительстве объектов разного функционального назначения, складывается устойчивая тенденция к уменьшению толщины напольных покрытий внутренних помещений. Это накладывает существенные трудности при проектировании систем канализации, в частности при устройстве трапов в сантехнических помещениях. Понятно, что разместить в полу с толщиной покрытия 80 или 60 мм трап с высотой гидрозатвора 60 мм невозможно! Поэтому многие производители канализационного оборудования, следуя запросам строителей, начали производить трапы и лотки с высотой гидрозатвора равной 30 мм, совершенно не задумываясь о том, что системы внутренней канализации практически во всех странах рассчитываются из условия высоты гидрозатворов равной 50÷60 мм! Например, в Германии и Австрии трапы и лотки с высотой гидрозатвора равной 30 мм не соответствуют нормам этих стран! По этой причине, многие производители идут на различные ухищрения: предлагают трапы (лотки) с двумя, расположенными друг за другом, гидрозатворами высотой по 30 мм каждый и заявляют, что «30 + 30» дают в сумме 60 мм! Следует отметить, что исследования, проведенные А.Я. Добромысловым по определению работоспособности систем канализации, доказали полную несостоятельность данного утверждения!

Остаётся задать извечный русский вопрос: **ЧТО ДЕЛАТЬ?**

Во-первых, мы не можем изменить данную тенденцию. Нет смысла доказывать, что срыв гидрозатвора только на одном маленьком трапе может привести к отравлению людей во всём здании. Доказано, что вспышки Гепатита-А в наших городах напрямую связаны с неисправной системой канализации; что один пересохший трап в санузле квартиры в Гонконге послужил причиной заболевания Птичьим гриппом всех жильцов этого дома (загрязнённый воздух из трапа по системе вентиляции попадал во все помещения)!

Во-вторых, объяснять что-то строителям – только портить себе нервную систему, они (строители) знают всё лучше всех!

А когда этот объект начинает эксплуатироваться – возникает второй извечный вопрос: **КТО ВИНОВАТ?**

Например: к нам обратилась служба эксплуатации гостиницы «Бега» (г. Москва, Беговая аллея, д. 11) по причине бессистемного срыва гидравлических затворов у ванн в разных номерах гостиницы, на разных этажах и присоединённых к разным канализационным стоякам. При обследовании данного объекта нашими специалистами было установлено, что ванны подключались к канализации через сифоны с высотой гидрозатвора менее 50 мм. После замены нестандартных сифонов на сифоны для ванн HL500-6/4” производства фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH (Австрия) данная проблема была устранена!

В этом случае всё обошлось «малой кровью», заменили сифоны у ванн. Но как поменять трапы или лотки, которые вмонтированы в полы душевых или сантехнических помещений? Следовательно, уже на стадии проектирования мы должны знать, какое оборудование (трапы, лотки, сифоны) будет применяться и так спроектировать нашу систему канализации, чтобы она работала даже с приборами с высотой гидрозатвора равной 30 мм!

Отвечаем на вопрос: **ЧТО ДЕЛАТЬ?**

Вся надземная часть системы канализации здания зависит **ТОЛЬКО** от высоты гидрозатворов санитарно-технических устройств подключенных к этой системе. Срыв гидрозатвора происходит – когда величина разрежения в канализационном стояке становится равной либо чуть превышает геометрическую высоту гидрозатвора. То есть, если к канализационному стояку подключены приборы с высотой гидрозатвора равной 30 мм, то срыв данного гидрозатвора произойдет при возникновении разрежения в канализационном стояке равным 30 мм водяного столба. Вывод: возникающее в стояке разрежение должно быть меньше этой величины.

Проектировать систему канализации мы можем по-разному, это процесс творческий. Первый вариант, мы можем подключить к одному стояку все приборы, с высотой гидрозатвора и 60, и 30 мм. В этом случае, необходимо определить пропускную способность этого стояка, при которой разрежение будет меньше 30 мм водяного столба. Второй вариант, разделить стояки. К одному присоединим приборы с высотой гидрозатвора 60 мм, а к другому только приборы с высотой 30 мм. В этом случае первый стояк рассчитываются как всегда (на высоту гидрозатворов 50÷60 мм); а второй будем рассчитывать на разрежение меньше 30 мм водяного столба.

У каждого из этих вариантов есть свои достоинства и недостатки. В первом случае, для уменьшения величины разрежения в стояке, чтобы она не превышала 30 мм водяного столба, можем увеличить диаметр стояка. Например: вместо диаметра 110 мм – принять диаметр 160 мм. Но тогда и отводящий трубопровод (выпуск) будет иметь диаметр не менее 160 мм, что может создать дополнительные трудности для обеспечения режимов самоочищения из-за малых расходов стоков. Во втором случае, будет два стояка диаметром по 110 мм (в зависимости от расчётных расходов), т.е. возрастут затраты на материал (трубы и соединительные детали). Зато выпуск можно сделать диаметром 110 мм и расходов хватит для обеспечения режимов самоочищения в соответствии с п.18.2 СНиП 2.04.01-85*.

При проектировании систем канализации мы всегда пользуемся табличными значениями максимальной пропускной способности канализационного стояка (Таблицы 8 или 9 СНиП 2.04.01-85*) в зависимости от диаметра поэтажного отвода, угла присоединения поэтажного отвода к стояку, от рабочей высоты канализационного стояка. **А также – от величины разрежения в канализационном стояке!!!** Максимальная величина разрежения в канализационном стояке регламентирована СП 40-102-2000, а именно:

«п. 4.5.2 Допустимая величина разрежения в вентилируемых канализационных стояках не должна превышать $0,9h_z$, где h_z – высота наименьшего из гидравлических затворов санитарно-технических приборов, присоединенных к канализационному стояку.»

Другими словами, при расходах, равных максимальным значениям пропускной способности, которые приведены в Таблицах 8 и 9 СНиП 2.04.01-85*, в канализационных стояках возникает максимально допустимое разрежение равное: $0,9h_z = 0,9 \times 60 = 54$ мм.

В связи с вышеизложенным, при проектировании систем канализации с подключением приборов с высотой гидрозатвора равной 30 мм, пользоваться данными Таблиц 8 и 9 СНиП 2.04.01-85* – **НЕЛЬЗЯ!**

Следовательно, надо определить максимальную пропускную способность канализационного стояка в зависимости от максимально допустимого разрежения равного: $0,9h_z = 0,9 \times 30 = 27$ мм и диаметра поэтажного отвода, угла присоединения поэтажного отвода к стояку, от рабочей высоты канализационного стояка.

Для этого воспользуемся регламентами по расчету пропускной способности канализационных стояков, которые приведены в СП 40-102-2000, а именно:

«п. 4.5.3 Величину разрежения в вентилируемом канализационном стояке следует определять по формуле:

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

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 $L_{cm} = 90D_{cm}$ ».

Подставляем полученное значение максимально допустимой величины разрежения, равное 27 мм, в формулу (1) и, после её преобразования, можем рассчитать максимальную пропускную способность вентилируемого канализационного стояка:

$$q_s = 0,0297 \cdot \Delta p^{0,596} (1 + \cos \alpha_0) D_{cm}^2 \left(\frac{90D_{cm}}{L} \right)^{0,298} \left(\frac{D_{cm}}{d_{отв}} \right)^{0,423}$$

Для удобства полученные результаты сведём в Таблицу 1:

Таблица 1.

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения поэтажного отвода, град	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с					
		ПП		ПВХ		SML	
		Ø50 мм	Ø110 мм	Ø50 мм	Ø110 мм	DN50	DN100
50	45.0	0.78	5.58	0.78	5.44	0.68	5.54
	60.0	0.68	4.89	0.68	4.78	0.59	4.87
	87.5	0.47	3.40	0.47	3.33	0.40	3.40
110	45.0		3.95		3.87		3.83
	60.0		3.47		3.40		3.36
	87.5		2.41		2.37		2.35

Примечание:

1. В таблице приведены данные для труб: ПП 110x2,7мм; ПВХ 110x3,2мм; SML 110x3,5мм; ПП 50x1,8мм; ПВХ 50x1,8мм; SML 50x3,5мм.
2. Максимальная пропускная способность указана для стояков высотой более $90D_{cm}$. Если высота канализационного стояка меньше $90D_{cm}$, то табличные значения следует увеличить в $\left(\frac{90D_{cm}}{L} \right)^{0,298}$ раз.
3. При применении на канализации шумопоглощающих толстостенных труб данной таблицей пользоваться нельзя, так как расчет ведётся по внутреннему диаметру трубопроводов.

При анализе расчётных данных Таблицы 1 можно сделать вывод, что применять вентилируемые канализационные стояки диаметром 50 мм, при подключении к ним сантехприборов с высотой гидрозатвора равной 30 мм, НЕЛЬЗЯ даже для 2-х этажных зданий (например, расход от полностью заполненной мойки составляет 1 л/с)!

При определении пропускной способности невентилируемых стояков необходимо руководствоваться следующим пунктом СП 40-107-2000:

«п. 4.5.4 Величину разрежения в невентилируемом канализационном стояке следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,31 \cdot V_{cm}^{4,3}$$

где V_{cm} – скорость водовоздушной смеси, м/с, которую определяют по формуле:

$$V_{cm} = \frac{Q_e + q_s}{\omega}$$

где Q_e – расход воздуха, эжектируемого (увлекаемого) в стояк движущимися в нём сверху вниз стоками, м³/с, определяется по формуле:

$$Q_e = \frac{13,8 \cdot q_s^{0,333} D_{cm}^{1,75} \left(\frac{D_{cm}}{d_{ome}} \right)^{0,12}}{(1 + \text{Cos} \alpha_0)^{0,177} \left(\frac{90 D_{cm}}{L_{cm}} \right)^{0,5}}$$

ω – площадь сечения стояка, м².

Примечание – См. примечание к 4.5.3.»

В этом случае, для определения значений максимальной пропускной способности невентируемого канализационного стояка (q_s), исходя из условия, что максимальное разрежение в стояке равно 27 мм водяного столба, воспользуемся методом итераций и, для удобства, полученные результаты сведём в Таблицу 2:

Таблица 2.

Высота рабочей части канализационного стояка, м	Угол присоединения поэтажного отвода, град	Максимальная пропускная способность невентируемого канализационного стояка при наружном диаметре Ø110 мм (DN100), л/с					
		Материал трубы и наружный диаметр поэтажного отвода, мм					
		ПП		ПВХ		SML	
		Ø50 мм	Ø110 мм	Ø50 мм	Ø110 мм	DN50	DN100
1	45.0	7.37	8.31	7.23	8.15	7.07	8.05
	87.5	6.54	7.47	6.42	7.32	6.27	7.23
2	45.0	4.30	5.09	4.22	4.99	4.10	4.93
	87.5	3.64	4.38	3.57	4.29	3.47	4.23
3	45.0	2.87	3.51	2.82	3.44	2.73	3.40
	87.5	2.37	2.94	2.33	2.88	2.25	2.84
4	45.0	2.08	2.60	2.04	2.54	1.98	2.51
	87.5	1.69	2.13	1.66	2.09	1.60	2.06
5	45.0	1.59	2.01	1.56	1.97	1.51	1.94
	87.5	1.27	1.63	1.25	1.60	1.21	1.58
6	45.0	1.26	1.61	1.24	1.58	1.20	1.56
	87.5	1.00	1.30	0.98	1.27	0.95	1.25
7	45.0	1.03	1.33	1.01	1.30	0.98	1.28
	87.5	0.81	1.06	0.80	1.04	0.77	1.02
8	45.0	0.86	1.12	0.84	1.09	0.82	1.08
	87.5	0.68	0.89	0.67	0.87	0.64	0.86
9	45.0	0.73	0.96	0.72	0.94	0.69	0.92
	87.5	0.57	0.75	0.56	0.74	0.54	0.73
10 и более	45.0	0.69	0.90	0.68	0.89	0.67	0.89
	87.5	0.54	0.71	0.54	0.70	0.52	0.70

Примечание:

1. В таблице приведены данные для труб: ПП 110x2,7мм; ПВХ 110x3,2мм; SML 110x3,5мм; ПП 50x1,8мм; ПВХ 50x1,8мм; SML 50x3,5мм.

2 При применении на канализации шумопоглощающих толстостенных труб данной таблицей пользоваться нельзя, так как расчет ведётся по внутреннему диаметру трубопроводов.

Таблица 2 рассчитана только для стояков диаметром 110 мм (DN100). Следует обратить внимание, что для невентилируемого канализационного стояка из ПП или ПВХ высотой 5 м (2 этажа) максимально допустимое разрежение равное 27 мм возникает при подключении только одного диктующего санитарно-технического прибора – унитаза (расчетный расход: 1,6 л/с)!

Для увеличения пропускной способности невентилируемых канализационных стояков в мировой практике уже более 25 лет применяются воздушные клапаны. Впервые в России гидравлические испытания по определению пропускной способности невентилируемых канализационных стояков оборудованных воздушными клапанами типа HL900N (HL900NECO) производства фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH (Австрия) были проведены в 2002 году А.Я. Добромысловым. Результаты испытаний этих клапанов, а также регламенты по их применению, были включены в СП 40-107-2003.

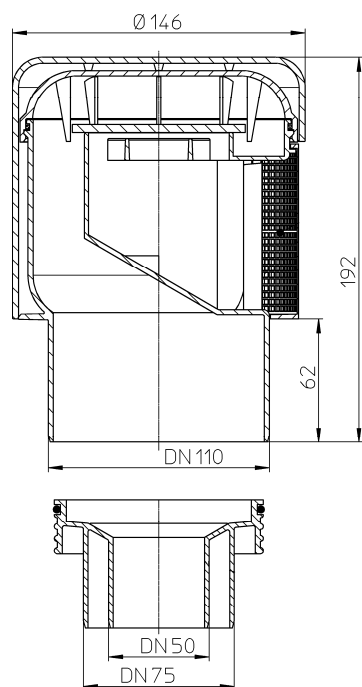


Рис. 2. Чертеж HL900N

Необходимо отметить, что на сегодняшний день в России предлагаются и применяются воздушные клапаны разных фирм-производителей. Все клапаны отличаются по внешнему виду и размерам, но, самое главное, они отличаются по пропускной способности воздуха, что непосредственно влияет на пропускную способность канализационного стояка. Об этом необходимо помнить при выборе того или иного воздушного клапана! Данные по пропускной способности невентилируемого стояка оборудованного воздушным клапаном, приведенные в СП 40-107-2003, рассчитаны для сантехприборов с высотой гидрозатворов равной 60 мм. Для приборов, с высотой гидрозатвора – 30 мм, необходимо воспользоваться аналитическими заключениями, сделанными А.Я. Добромысловым при обработке результатов гидравлических испытаний. Опуская сложные математические выкладки, отметим основные выводы. При открытом клапане (сброс сточной жидкости по стояку) получаем результат как у вентилируемого канализационного стояка, у которого диаметр вытяжной части меньше диаметра его сточной части. Т.е. сущность физических процессов не изменяется и описывается формулой для определения разрежений в вентилируемых канализационных стояках, но с добавлением уменьшающего коэффициента. Несложный анализ показывает, что этот постоянный коэффициент не что иное, как функция отношения диаметров сточной и вентиляционной частей и описывается формулой:

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

где $d_{в.кл} = \sqrt{\frac{\omega_{в.кл}}{0,785}}$ – эквивалентный диаметр вентиляционной части воздушного клапана, выраженный через её площадь ($\omega_{в.кл}$).



Рис. 1. HL 900NECO

При этом относительная ошибка не превышает 1,6%.

Тогда формула для определения максимальной пропускной способности невентилируемого канализационного стояка, оборудованного воздушным клапаном типа HL900N (HL900NECO) производства фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH (Австрия), примет вид:

$$q_s = \frac{0,034 \cdot \Delta p^{0,596} \left(\frac{90D_{cm}}{L} \right)^{0,298} \left(\frac{D_{cm}}{d_{омв}} \right)^{0,423} (1 + \text{Cos} \alpha_0) D_{cm}^2}{\left(\frac{D_{cm}}{d_{в.кл}} \right)^{0,596}}$$

Теперь, задавая значения Δp и геометрические параметры системы канализации, нетрудно рассчитать пропускную способность стояка, площадь сечения вытяжной части которого меньше площади живого сечения его сточной части.

Примечание: *Очень распространённая ошибка, которую допускают монтажные организации при строительстве коттеджей: уменьшение диаметра вытяжной части канализационного стояка по отношению к сточной части, т.е. сточную часть стояка выполняют Ø110 мм, а вытяжку – Ø50 мм, тем самым, значительно уменьшая пропускную способность вентилируемого канализационного стояка.*

Зная величину соотношения $K = 0,8 \cdot \left(\frac{D_{cm}}{d_{в.кл}} \right)$, можно сделать вывод о том, насколько пропускная

способность стояка с вытяжной частью меньшего диаметра отличается от пропускной способности стояка, у которого диаметры сточной и вытяжной частей равны.

Полученные данные по пропускной способности невентилируемых канализационных стояков диаметрами 50 и 110 мм (DN50 и DN100 для труб SML), оборудованных вентиляционными клапанами HL900N и HL900NECO соответственно, при подключении к ним сантехнических приборов с гидрозатворами высотой 30 мм, представим в виде Таблицы 3:

Таблица 3.

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения поэтажного отвода, град	Максимальная пропускная способность канализационного стояка, л/с					
		ПП		ПВХ		SML	
		Ø50 мм HL900N	Ø110 мм HL900NECO	Ø50 мм HL900N	Ø110 мм HL900NECO	DN50 HL900N	DN100 HL900NECO
50	45.0	0.54	4.73	0.54	4.64	0.48	4.74
	60.0	0.47	4.15	0.47	4.08	0.42	4.17
	87.5	0.33	2.88	0.33	2.84	0.28	2.91
110	45.0		3.35		3.30		3.28
	60.0		2.94		2.90		2.88
	87.5		2.04		2.02		2.01

Примечание: См. примечание к Таблице 1 для вентилируемых стояков.

При анализе расчётных данных Таблицы 3 можно сделать точно такой же вывод, как и при анализе данных Таблицы 1: применять невентилируемые канализационные стояки диаметром 50 мм оборудованные воздушным клапаном HL900N, при подключении к ним сантехприборов с высотой гидрозатвора равной 30 мм, НЕЛЬЗЯ даже для 2-х этажных зданий (например, расход от полностью заполненной мойки составляет 1 л/с)!

Таким образом, мы получили максимально допустимые значения пропускной способности для вентилируемых и невентилируемых, в том числе оборудованных воздушными клапанами,

канализационных стояков, рассчитанных из условия, что высота гидрозатвора не превышает 30 мм (Таблицы 1-3).

В заключение можно дать несколько рекомендаций, а именно:

Если в нашем здании применяются приборы с высотой гидрозатвора 30 мм и получаются большие расчётные расходы, в этом случае можно:

- либо увеличить количество стояков (т.е. сделать их менее загруженными);
- либо скомпоновать их по приборам с одинаковой высотой гидрозатворов, как говорилось ранее, и рассчитывать стояки в зависимости от различных значений высоты гидрозатворов;
- либо увеличивать диаметры стояков, но при этом необходимо помнить, что тем самым мы увеличиваем диаметр выпуска и при малых расходах не сможем обеспечить в отводящем трубопроводе режимов самоочищения (не хватит расходов).

Есть ещё один способ, но мы рекомендуем использовать его как «последний аргумент». Фирма HL Hutterer & Lechner GmbH (Австрия) с 2007 года выпускает трапы серии HL90Pr(3000) и HL90PrD(3000) с горизонтальным выпуском, с так называемым «СУХИМ» сифоном, с высотой гидрозатвора 30 мм и минимальной монтажной высотой – всего 69 мм! Главным достоинством этого трапа является «сухой» сифон.



Рис. 3. Трап HL90Pr-3000

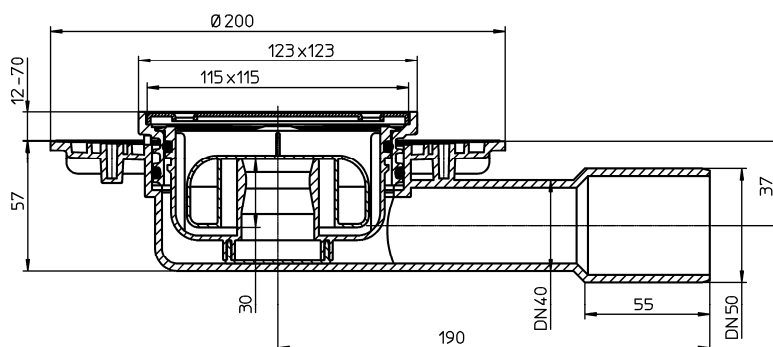


Рис. 4. Чертеж HL90Pr

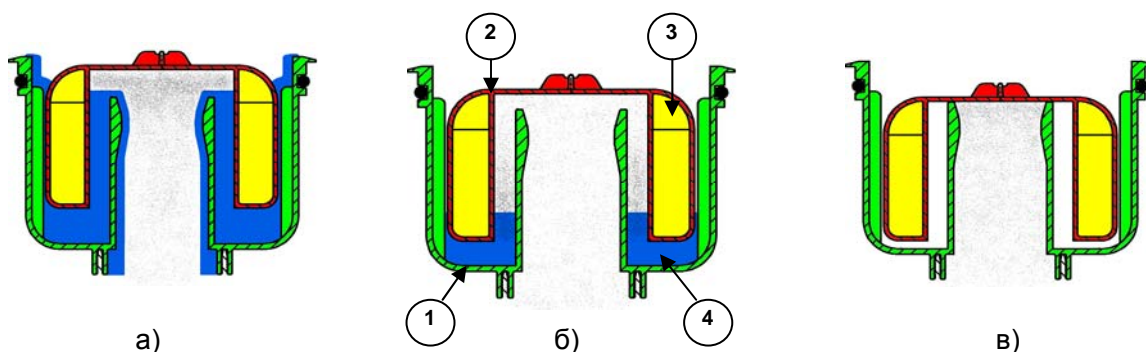


Рис. 5. Принцип действия «сухого» сифона.

а) Сифон во время слива воды; б) пересыхание сифона; в) сифон в «сухом» состоянии (поплавок перекрывает приёмную трубу и предотвращает выход канализационных газов); 1 – Корпус сифона с приемной трубкой; 2 – Поплавок; 3 – Воздушная полость поплавка; 4 – Вода (гидрозатвор).

Как отмечалось ранее, вода, заполняющая гидрозатвор, является препятствием для проникновения канализационных газов в жилые помещения. Отсутствие воды в гидрозатворе может быть вызвано двумя причинами: либо произошёл срыв гидрозатвора (когда в канализационном стояке возникло разрежение, превышающее по величине высоту гидрозавора); либо произошло пересыхание гидрозатвора (при редком использовании, при установке трапа в тёплых полах и т.п.). В обоих случаях, «сухие» сифоны зарекомендовали себя с лучшей стороны. Даже с пересохшим или

сорванным гидрозатвором – «сухой» сифон со 100% гарантией предотвращает попадание канализационных газов в помещения, где могут находиться люди! В связи с высокой надежностью, фирма HL уже более 20 лет выпускает трапы с «сухим» сифоном. На сегодняшний день «сухой» сифон имеют трапы следующих серий: HL310NPr, HL510NPr, HL3100Pr, HL5100Pr, HL73Pr, HL90Pr(D) и душевой элемент HL530, с пропускной способностью от 0,43 до 0,8 л/с! Надо отметить, что во всех трапах, за исключением серии HL90Pr, «сухие» сифоны имеют высоту гидрозатвора равную 50 мм. Поэтому, все трапы с «сухим» сифоном могут применяться в обычных системах канализации без каких-либо ограничений!

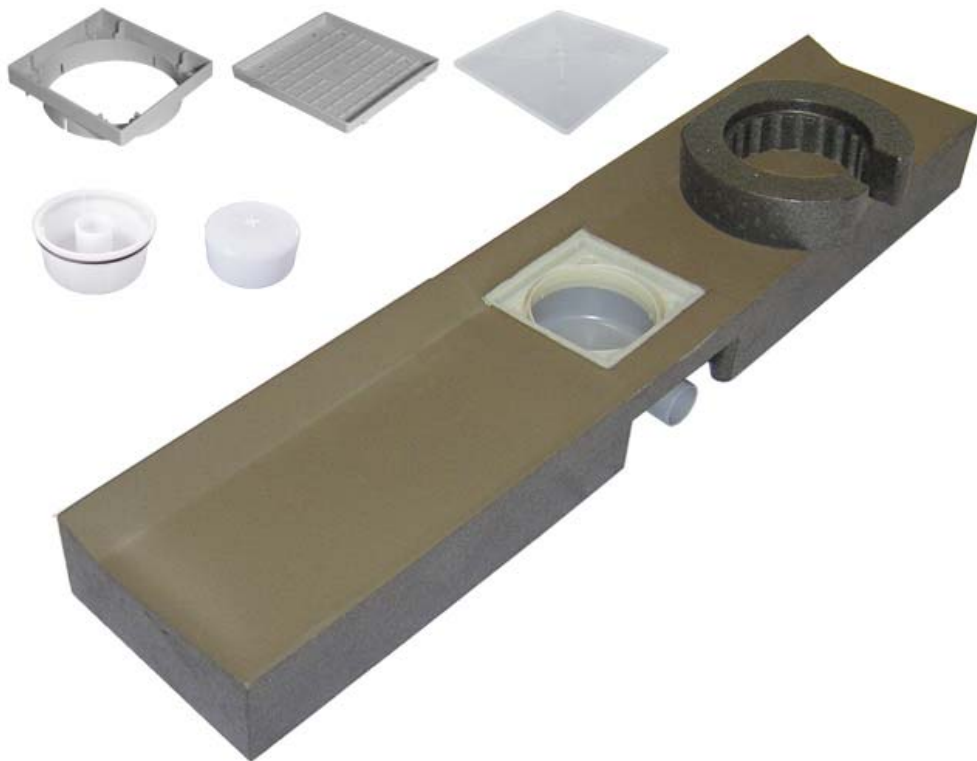


Рис. 4. Душевой монтажный элемент HL530.

Литература:

1. СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий», издание официальное.
2. Добромислов А.Я. «Расчёт и конструирование систем канализации зданий», Москва, «Стройиздат», 1978.
3. СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования», издание официальное.
4. СП 40-107-2003 «Проектирование, монтаж и эксплуатация систем канализации из полипропиленовых труб», издание официальное.
5. Добромислов А.Я. «Вентиляционные клапаны для канализационных стояков», Статья, «Трубопроводы и экология», № 4, 2002.
6. Технический каталог HL22/RUS, HL Hutterer & Lechner GmbH, 2325, Austria, Himberg, Brauhausgasse 3-5, 2011.