

А. А. Отставнов, канд. техн. наук, ст.н.с., почетный строитель Москвы

К ПРОБЛЕМЕ РАСЧЕТА ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ ЗДАНИЙ С АВАРИЙНЫМИ ВОДОСБРОСАМИ

Выпадение в последние годы дождей сверхнормативной интенсивности требует устройства аварийных водосбросов в дополнение к внутренним водостокам зданий. Однако какие-либо рекомендации по их расчету в основном для сантехников нормативе [1] отсутствуют. Здесь излагается подход автора статьи к этой проблеме.

Сегодня плоскими кровлями обустраиваются не только производственные или коммерческие здания, такой вид крыши можно увидеть на любом сооружении, даже на жилых домах [2]. Объясняется это просто. Во-первых, цена обустройства плоской кровли невысока. Поэтому многие отдают предпочтение именно ей. Во-вторых, она имеет оригинальный вид и многофункциональна, позволяет использовать пространство крыши для разных целей. Плоская крыша – это гидроизоляционный материал, который уложен в несколько слоев на специальную основу из битума.

В п. 8.7.1 раздела 8.7 [1] «Внутренние водостоки» правило, касающееся дождевых и талых вод, требует, чтобы их отвод с кровель зданий и сооружений обеспечивали внутренние водостоки. Там же (табл. 7) установлены значения расчетных (п. 8.7.9–8.7.11) расходов $Q_p = 10, 20, 50$ и 80 л/с, которые должны сбрасываться по стоякам диаметрами не менее $D_p = 85, 100, 150$ и 200 мм соответственно.

В [3] отмечается, что «система внутренних водостоков, рассчитанная на эти расходы, получается порой громоздкой и неэкономичной. Уменьшить величину расчетных расходов при сохранении

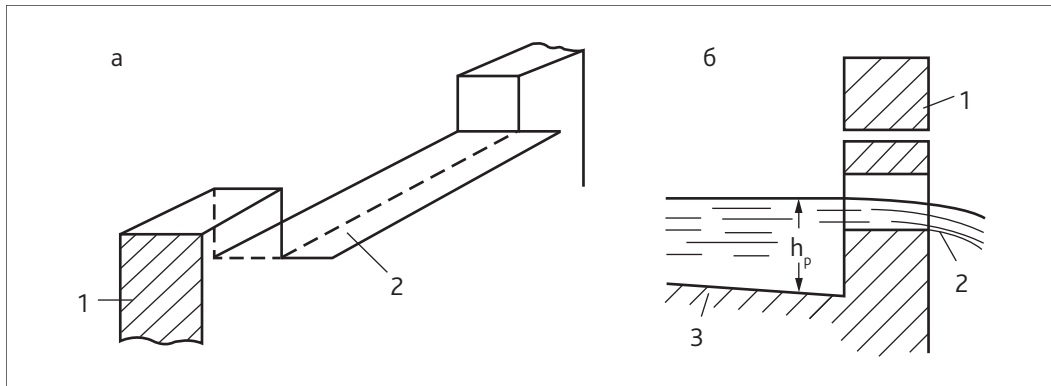


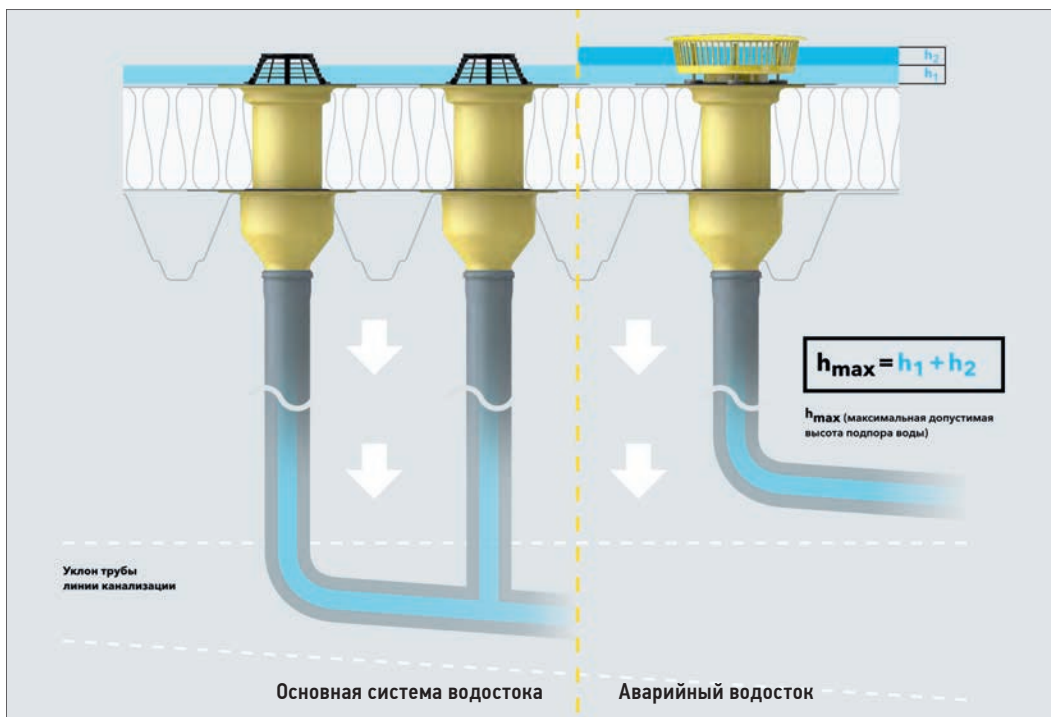
Рис. 1. Схема аварийного водосброса при парапетах: а – низким, б – высоким; 1 – парапет, 2 – стальной лист, 3 – ендова; h_p – толщина слоя выпавших на кровлю дождевых осадков

назначенной обеспеченности крыши от перегрузок можно устройством «специальных водосбросов в дополнение к основным внутренним водосточкам. В этом случае водосброс устраивают в виде проема в парапете (рис. 13)» (здесь – рис. 1. – Авт.).

Если с этим в общем можно согласиться, то с рекомендациями, вытекающими из рис. 1, согласиться нельзя.

Парапетом называется кровельная конструкция, располагающаяся по периметру крыши и представляющая собой непрерывное вертикальное ограждение. Парапет – это не только дизайнерское решение, а обязательный элемент здания с плоской крышей. Парапет предназначен: для предотвращения падения с крыши людей,

снежного покрова и различных предметов; для исключения механических повреждений краев кровельных покрытий от ветровых нагрузок; для придания крыше дома архитектурной эстетичности; для скрытия различного инженерно-технического оборудования (например, вентиляционных и кондиционирующих устройств); для предотвращения распространения огня. Парапет указывает границы крыши и защищает ее от ветровых потоков – без парапета кровля может быть сорвана или вовсе разрушена. Также парапет отвечает за отвод влаги, которая образуется на кровле после дождя или других атмосферных осадков. Если его не соорудить, то вода будет течь по стенам. Со временем избыток жидкости может



привести к размыванию содержащегося в стеновом материале цемента, и стены начнут разрушаться. Парапет направляет дождевые стоки в специальный водоприемник, который устанавливается на крыше и тем самым сохраняет и продлевает срок службы всего здания, в зависимости от своей конструкции они бывают:

- бетонные или железобетонные – их можно встретить в высотных домах панельного типа;
- кирпичные, являются продолжением непосредственно стен здания;
- металлические, представлены в виде металлических профилей, которые крепятся на специально подготовленные защитные детали. В основном в качестве такого парапета используют нержавеющую сталь, поскольку оцинкованная в процессе эксплуатации может разрушиться вследствие коррозии;
- комбинированные, включают в себя несколько разных материалов. Самый яркий пример такого парапета – металлические перила, которые прикреплены на основание из кирпича или бетона.

Устраивается парапет с соблюдением установленных правил [4]. Так, на плоской кровле построек высотой менее десяти метров разрешается не устраивать парапет. А на тех, у которых высота более десяти метров, наличие парапета обязательно. И совершенно не важно, эксплуатируется кровля или нет. При использовании крыши с разными целями устраивать парапет необходимо во всех случаях, причем количество этажей или высота здания не имеет значения. Высота парапета h_n должна находиться в диапазоне от 45 до 120 сантиметров. Иногда верхняя часть парапета делается крепкой и прочной, чтобы предотвратить возможность преждевременного его разрушения от воздействующего на него дождя, ветра и снега.



Рис. 2. Вес снеговых нагрузок для территорий России (выкопировка из [7])

Применяют для этого оцинкованную сталь, медь, дополнительный слой бетона или гидроизоляцию рулонного типа.

В [2] также отмечается: «...размеры проема в парапете следует определять на основе гидравлического расчета. Частоту действия водосброса (1 раз в 5 лет, 1 раз в год и т.п.) следует назначать из экономических соображений, исходя из величины ущерба, который может принести действие водосброса». Здесь можно предполагать, что расчетный расход Q_p можно разделить на основной Q_{po} и специальный Q_{pc} ($Q_p = Q_{po} + Q_{pc}$) и для этих расходов определять диаметры стояков (по Q_{po}) и размеры проема в парапете (по Q_{pc}).

Как показывает анализ [5, 6], в рамках рассматриваемой темы всегда имеется возможность полностью использовать высоту парапета h_n . Однако в любом случае при самых интенсивных дождях на территории России должно соблюдаться неравенство, в котором высота парапета должна быть больше высоты затопления h_{max} (толщины слоя дождевой воды, которая может находиться на крыше)

$$h_n > h_{max} \quad (1a)$$

$$h_{max} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (16)$$

где h_1, h_2, h_3 и h_4 – высоты частей высоты парапета, приходящиеся на объемы дождевых вод, смазывающих кровлю и элементы на ней Q_1, Q_{po} , аккумулирующихся Q_a и сбрасываемых Q_{pc} .

Здесь следует заметить, что в процессе водоотвода выпадающего дождя по внутреннему водостоку Q_{po} и «специальному водосбросу» Q_{pc} принятые для расчетной интенсивности объемы дождевых вод Q_1 и Q_a будут оставаться const. Вследствие этого величины напоров, которые определяют, как правило, пропускные способности водопропускных устройств (проемов в парапете и водосборных воронок) целесообразно принимать для дождевых стоков:

- основных Q_{po} при условии расположения низа отверстий в водосточной воронке на уровне поверхности кровли (на рис. 1 это h_p)

$$h_{po} = h_{max} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (2)$$

- сбрасываемых Q_{pc}

$$h_{pc} = h_4. \quad (3)$$

Это – с одной стороны. С другой стороны, объем дождевых вод, накапливаемых на плоской крыше, не должен по своему весу превышать снеговую

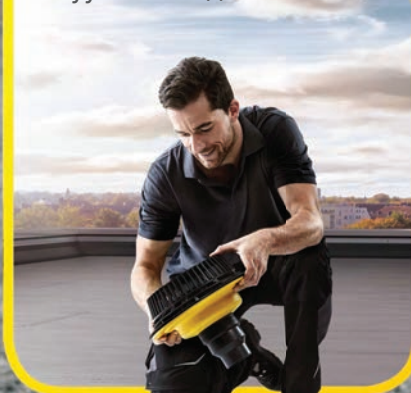
sita

Высочайшее качество
и надежность, проверенные временем

Аварийный водосток



Вакуумный водосток



Водосток
через
парапет



Водосток
с балконов
и террас



Дренажные
решётки



Кровельная вентиляция
и проходники



Ремонтные
воронки



Самотёчный
водосток



sita

leicht entwässern.

Мы осуществляем
технические консультации
и информационную
поддержку во всех
регионах России.

www.sitabau.ru
Тел.: +7 499 136 96 70
E-mail: technik@sitabau.ru

Таблица 1

Расход дождевых стоков для основного и аварийного водоотводов

Основной	Аварийный
$Q_{po} = r_{(5,5)} \times C \times A \quad (A = F/10000)$	$Q_{pc} = (r_{(5,100)} - r_{(5,5)} \times C) \times A$
$Q_{po} = 302 \text{ л/(с} \times \text{га)} \times 1,0 \times 1500 \text{ м}^2/10\,000$	$Q_{pc} = (526 - 302 \times 1,0) \times 1500/10\,000$
$Q_{po} = 45,3 \text{ л/с}$	$Q_{pc} = 33,6 \text{ л/с}$

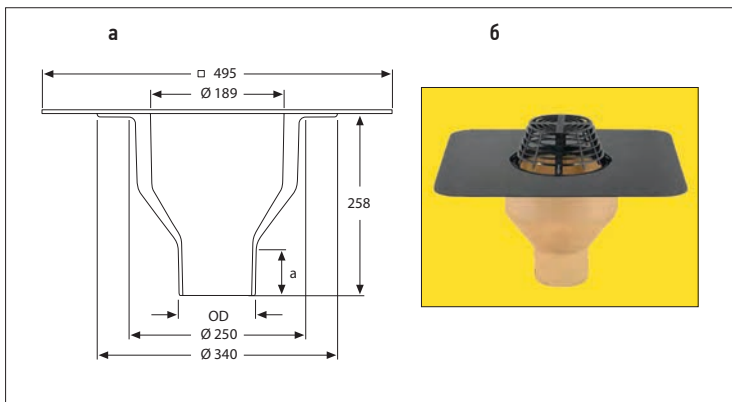


Рис. 3. Водосточная воронка SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском: а – чертеж, б – общий вид

нагрузку (рис. 2), принятую при прочностных расчетах покрытия здания, сооружения.

При этом максимальный по высоте (h_{po}) столб воды на крыше не должен создавать статическую нагрузку на парапет, превышающую нормативные [4] требования к ограждениям плоских крыш.

В зарубежной практике также в дополнение к основным внутренним водостокам зданий с плоскими кровлями устраиваются «специальные водосбросы», которые называются также «аварийными водоотводами». Однако они отличаются от

водосбросов, приведенных на рис. 1, так как устраиваются с использованием водосточных воронок, подсоединяемых к трубопроводам (внутренним либо наружным), но ни в коем случае не к основным внутренним водостокам.

Устройство аварийного водоотвода немецкими специалистами связывается [8] с необходимостью обеспечения требуемого уровня безопасности и предотвращения возможного ущерба путем удаления с кровли всех выпадающих на нее дождевых вод, так как практически каждый случай обильных осадков может создавать экстремальную нагрузку для крыши. Исходят при этом из того, что переполнение водосточных трубопроводов будет сопровождаться накоплением на крыше дома больших объемов дождевой воды, что может сопровождаться непредвиденными рисками для конструкций крыши и других элементов здания. Именно по этой причине европейским DIN EN12056-3 [9] и немецким DIN1986-100 [10] стандартами нормируется, в отличие от российского свода правил [2], требование одновременно с внутренними водостоками обустраивать здания, сооружения системами аварийного водоотвода с тем, чтобы каждая плоская кровля справлялась с «пятиминутными сверхинтенсивными дождевыми осадками, бывающими раз в 100 лет». Для этого EN и DIN предписывают, чтобы при проектировании в обязательном порядке учитывались два основных параметра: пятилетний расчетный модуль дождевых осадков $r_{(5,5)}$ и столетний модуль осадков $r_{(5,100)}$ – пятиминутный дождь сверхвысокой интенсивности, способный превысить показатель в 1000 л/с-га (литров в секунду на один гектар). Значения $r_{(5,5)}$ и $r_{(5,100)}$ следует принимать на основе статистических данных гидрометеорологических наблюдений в местах нахождения здания, сооружения.

В [7] приводится пример расчета системы водоотвода для плоской кровли (облегченная конструкция, местонахождение: Дортмунд, Германия).

В качестве исходных данных для расчета были взяты следующие значения: площадь: $F = 30 \times 50 \text{ м} = 1500 \text{ м}^2$; расчетный модуль дождевых осадков $r_{(5,5)}$ по [9] = 302 л/(с-га); столетний модуль осадков $r_{(5,100)}$ по [10] = 526 л/(с-га); коэффициент стока по [10] $C = 1,0$; макс. высота затопления (по данным

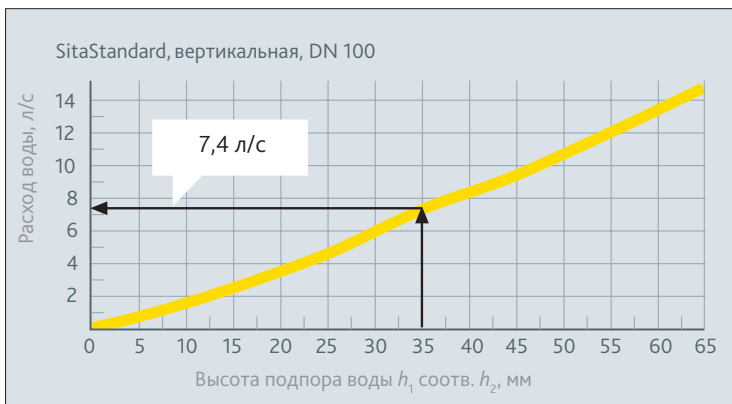


Рис. 4. Пропускная способность водосточных воронок SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском (рис. 3) в зависимости от подпора. Здесь и далее: q – пропускная способность, h_n – высота подпора.

проектировщика несущей конструкции) $h_{\max} = 75$ мм; высота подпора для основного водоотвода (определяется проектировщиком) $h_{\text{po}} = 35$ мм и высота подпора для аварийного водоотвода $h_4 = 40$ мм.

Были определены расходы для основного и аварийного водоотводов (табл. 1).

При определении необходимого количества воронок использовались [9] данные их изготовителей.

В этом же примере сначала было определено количество водосточных воронок для основного водоотвода. Для расчета были выбраны водосточные воронки SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском (рис. 3).

Кровельная воронка SitaStandard с вертикальным выпуском, из полиуретана, теплоизолированная: без обогрева – отвечает требованиям GET (обеспечение качества в системах водоотвода) и DIN EN1253 для непосредственного соединения с трубами классической системы водоотвода посредством фиксаторной муфты, с большим соединительным фартуком на выбор (495×495 мм), подходящим под гидроизоляцию кровли, и с фиксаторным кольцом для дополнительной фиксации соединительного фартука и крепления листового ловителя; с обогревом – имеет вваренный нагревательный элемент тепловой мощностью около 10 Вт и кабелем 2,0 м для непосредственного подключения к сети 230 В.

Пропускная способность водосточных воронок SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском $q = 7,4$ л/с при подпоре 35 мм (рис. 4).

Их количество определялось по формуле

$$n = Q/q, n = 45,3/7,4 = 6,1.$$

Примечание: ветвь после точки f получена экстраполяцией левой части графика в перспективу, q_1 – значение пропускной способности воронки при подпоре 75 мм.

Для основного водоотвода с учетом результата расчета принято семь воронок SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском.

Здесь следует заметить, что значение подпора 35 мм можно принимать в том случае, когда система аварийного водоотвода не работает. Если же аварийная система водоотвода задействована, то следует учитывать $h_{\max} = 75$ мм (см. (4)). Пропускная способность водосточной воронки SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском при таком подпоре составит 17,5 л/с (рис. 4). При такой их пропускной способности (17,5 л/с) по водосточным воронкам в количестве семь штук

можно сбросить с кровли дождевые стоки с расходом 122,5 л/с (17,5×7). Это позволяет сделать вывод о том, что в этом случае системы аварийного водосброса не требуется, так как $45,3 + 36,1 = 81,4 < 122,5$. А при подпоре 75 мм вычисленный расчетный расход для основного водоотвода 45,3 л/с может быть сброшен всего через три ($45,3/17,5 = 2,59$) водосточные воронки SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском, которые отвечают требованиям стандарта DIN EN1253 [11]. Для сброса суммарного (в примере – основного 45,3 л/с и аварийного 33,6 л/с) расхода (81,4 л/с) при подпоре 75 мм будет достаточно (81,4/17,5 = 4,65) пяти водосточных воронок SitaStandard DN100 с вертикальным выпуском.

Литература

1. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*. М., 2012.
2. Высота парапета согласно СНиП на плоской кровле. URL: <http://krovlyamoya.ru/vidy/vysota-parapeta-soglasno-snipu-na-ploskoj-krovle.html>.
3. Лобачев П. В. Внутренние водостоки зданий. М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1967.
4. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26–76. М., 2011.
5. Отставнов А. А. О факторах качественного функционирования внутренних водостоков зданий // С.О.К. – 2017. – № 11. С. 16–21.
6. Отставнов А. А. К расчету внутренних водостоков // С.О.К. – 2017. – № 12. С. 46–49.
7. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85* (взамен СНиП II-6–74). М., 2016.
8. Аварийный водоотвод для защиты вашей кровли от затопления. URL: http://ckko.ru/d/42423/d/avariinyi_vodootvod2016.pdf.
9. DIN EN12056–3 Системы дренажные гравитационные внутри зданий. Ч. 3. Системы отвода воды с крыш, размещение и расчет (нем. – Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung Deutsche Fassung EN12056–3:2000).
10. DIN 1986–100 Дренажные системы для частных земельных участков. Часть 100. (англ. – Drainage systems on private ground – Part 100).
11. DIN EN1253–2–2004 Водостоки зданий. Ч. 2. Методы испытаний (англ. – Gullies for buildings – Part 2: Test methods; German version EN1253–2:2003).

Окончание читайте в следующем номере.