

Особенности проектирования сифонно-вакуумных водостоков зданий

Рецензия эксперта на статью получена 28.01.2026 [The expert review of the article was received on January 28, 2026]

Атмосферные осадки с кровель зданий следует отводить посредством наружных или внутренних водостоков. Согласно [1], для зданий со скатной кровлей высотой до двух этажей включительно (но не выше 8 м) допускается неорганизованный водосток при наличии козырьков над входами и при выносе карниза не менее 0,6 м. Для зданий со скатной кровлей высотой до пяти этажей включительно допустимы наружные, внутренние или комбинированные водостоки. Для зданий высотой шесть этажей и более следует предусматривать только внутренние водостоки. Устройство наружных водостоков допустимо для зданий со скатной кровлей высотой до шести этажей в том случае, если водосточная система оборудована электрообогревом.

Отдельную группу внутренних водостоков составляют сифонно-вакуумные (рис. 1).

Производители инженерного оборудования называют такие системы по-разному: вакуумными, сифонно-вакуумными,

гравитационно-вакуумными или сифонным дренажом плоских крыш. Они были изобретены финским инженером Олави Эбелингом в 1968 году и получили название UmpiVirtaus. Одним из первых ре-

Для зданий со скатной кровлей высотой до пяти этажей включительно допустимы наружные, внутренние или комбинированные водостоки. Для зданий высотой шесть этажей и более следует предусматривать только внутренние водостоки

ализованных проектов стали сифонно-вакуумные водостоки, разработанные для лондонского аэропорта Станстед (Великобритания), оригинальная конструкция крыши которого требовала нетривиальных решений в вопросе отведения атмосферных осадков (рис. 2).

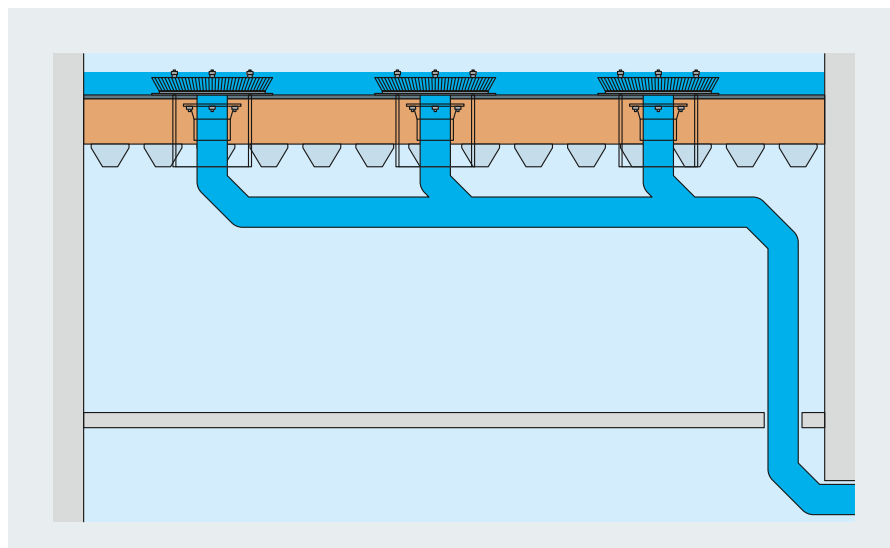


Рис. 1. Сифонно-вакуумные водостоки

УДК 628.2. Научная специальность: 2.1.4.

Особенности проектирования сифонно-вакуумных водостоков зданий

Юлия Александровна Рыльцева, к.т.н., доцент, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Отдельной разновидностью внутренних водостоков зданий являются сифонно-вакуумные. В настоящее время ощущается нехватка нормативной базы в вопросе проектирования данных инженерных систем, теоретические основы гидравлического расчёта освещены недостаточно в академической литературе. Вместе с тем, только при правильном выборе диаметров труб, фитингов и конфигурации трубопроводной сети в целом возможно возникновение сифонного эффекта, лежащего в основе функционирования сифонно-вакуумных водостоков.

Ключевые слова: здания и сооружения, кровля, атмосферные осадки, водоотведение, сифонно-вакуумные водостоки, гравитационно-вакуумные системы, сифонный дренаж плоских крыш, сифонный эффект, кровельная воронка, трубопроводы.

UDC 628.2. Scientific specialty number: 2.1.4.

Design features of siphon-vacuum gutters of buildings

Yuliya Al. Ryltseva, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Water Supply and Sewerage, National Moscow State Civil Engineering Research University (NRU MGSRU)

A separate type of internal gutters of buildings are siphon-vacuum ones. Currently, there is no regulatory framework for the design of these technical systems, and the theoretical foundations of hydraulic calculations are insufficiently covered in the scientific literature. However, only with the correct choice of pipe diameters, fittings and the configuration of the sewer network as a whole can a siphon effect occur, which underlies the functioning of siphon-vacuum gutters.

Key words: buildings and structures, roof, atmospheric precipitation, drainage, siphon-vacuum gutters, gravity-vacuum systems, siphon drainage of flat roofs, siphon effect, roof funnel, pipelines.



Рис. 2. Крыша аэропорта Станстед в Лондоне была оборудована первыми в мире сифонно-вакуумными водостоками [2]

Принцип работы сифонно-вакуумных водостоков основан на эжектирующей способности потока воды, заключающейся в увлечении за собой воздуха. Величина разрежения (давления ниже атмосферного), создаваемого в системах сифонно-вакуумных водостоков, может достигать 8 м вод. ст. Созданию напорного движения воды способствует водосточная воронка — она не должна пропускать воздух в трубопроводную сеть, ввиду чего оснащается специальным отсекателем воздуха (рис. 3).

При малом расходе дождевых вод сифонно-вакуумные системы работают как обычные (гравитационные) системы, а при достижении на крыше слоя воды 55 мм и более, что характерно для интенсивных ливней, переходят в напорный режим. Под действием разрежения вода

с кровли с высокой скоростью уходит в отводящие трубопроводы. Пропускная способность сифонно-вакуумных водосточных воронок в четыре-семь раз превышает пропускную способность воронок самотёчных водостоков (табл. 1).

Минимальные значения пропускной способности для водосточных воронок [4]

табл. 1

DN/OD (ID)	Самотёчный водосток		Сифонно-вакуумный водосток	
	Минимальная пропускная способность, л/с	Высота подпора, мм	Минимальная пропускная способность, л/с	Высота подпора, мм
40 (40)	—	—	2,5–3,0	55
50 (50)	0,9	35	4,0	55
63	1,0	35	6,0	55
75 (70)	1,7	35	12,0	55
80 (75)	2,6	35	14,0	55
90	3,0	35	18,0	55
110 (100)	4,5	35	22,0	55

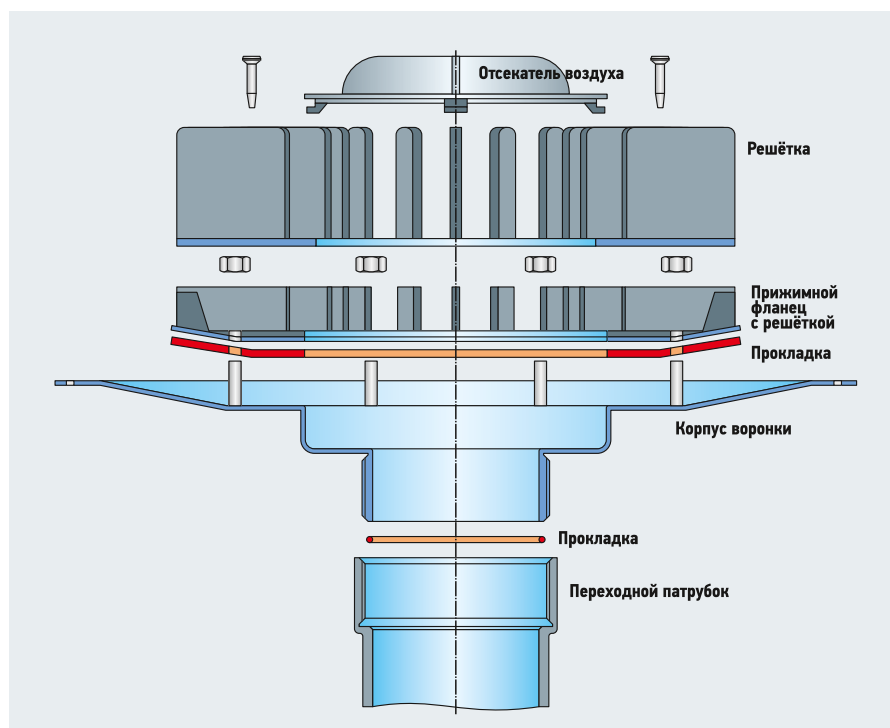


Рис. 3. Водосточная воронка для сифонно-вакуумных водостоков [3]

Работа сифонно-вакуумных водостоков объясняется уравнением Бернулли для потока реальной жидкости:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{1-2}, \quad (1)$$

где 1 и 2 — точки в потоке реальной жидкости; z — геометрическая высота (энергия положения); $p/(\rho g)$ — пьезометрическая высота; $v^2/(2g)$ — высота скоростного напора; α — коэффициент Кориолиса, $\alpha = 1,0-1,1$; h_{1-2} — суммарные потери напора воды на участке от точки 1 до точки 2 (потери напора по длине трубопровода из-за трения и потери напора в местных сопротивлениях).

Из уравнения Бернулли следует, что в системе сифонно-вакуумного водостока при полном заполнении трубопровода (при наступлении дождя расчётной интенсивности) уменьшение диаметра трубопровода приводит к увеличению скорости течения воды и снижению давления;

а увеличение диаметра, напротив, к снижению скорости и увеличению давления. Этот принцип широко используется в гидравлике и аэродинамике. Наибольшее применение сифонно-вакуумные водостоки находят для плоских крыш большой площади.

В России в настоящее время устройство сифонно-вакуумных водостоков нормируется СП 30.13330.2020 [5] (пункты в отношении данных инженерных систем были введены Изменением №3), а также техническими условиями, разработанными компанией Geberit для сифонных систем кровельного дренажа Pluvia [6]. СП [5] допускает устройство сифонно-вакуумных водостоков в случае невозможности соблюдения необходимых уклонов на горизонтальных участках труб, что может быть связано с особенностями объёмно-планировочных решений здания. Водосточные воронки, оборудованные отсекателем воздуха, должны быть выполнены из коррозионно-стойких материалов, их номинальный диаметр принимается от 75 до 160 мм.

Для устройства вакуумных водостоков рекомендуются полимерные трубы, способные выдерживать давление до 50 м вод. ст. Трубы рекомендуется соединять стыковой сваркой, сварными муфтами или раструбами. Толщина стенки трубопроводов должна определяться прочностным расчётом. Установка прочисток на горизонтальных участках труб, отводов и тройников с углом 90° (87,5°) не допускается.

Об ограничениях в устройстве сифонно-вакуумных водостоков с точки зрения предельной высоты здания в СП 30.13330.2020 [5] сведения отсутствуют. Нет рекомендаций и в отношении их гидравлического расчёта.

В Европе в отношении сифонно-вакуумных водостоков действуют стандарт VDI 3806 [7] (Германия), руководство BS 8490:2025 [8] (Великобритания), а также существует информационный документ SR654 [9] (Великобритания). На основании этих документов европейские производители оборудования разрабатывают технические требования к проектированию и монтажу вакуумных водостоков.

4. Для соединения участков труб необходимо использовать косые трубные детали (отводы, тройники) с углом поворота не менее 45°.

5. Для соединения труб разного диаметра следует применять эксцентрические переходы при расположении прямой кромки сверху.

6. К одному водостоку может быть присоединено любое количество воронок в пределах одного уровня кровли. Запрещается присоединение к одному водостоку водосточных воронок, располагающихся на разных уровнях кровли.

7. Максимальное расстояние между воронками — 20 м.

8. Оптимальное соотношение длин вертикальных и горизонтальных труб принимается 1:10.

9. Один водосток может обслуживать крышу площадью до 5000 м².

10. Оптимальное расстояние между воронкой и горизонтальным участком водостока (под крышей) составляет 0,6 м.

В трубопроводах сифонно-вакуумных водостоков может возникать кавитация (например, при установке на вертикаль-

Определённую проблему для проектировщиков на сегодняшний день представляет гидравлический расчёт сифонно-вакуумных водостоков. Автору настоящей статьи к моменту окончания её подготовки не удалось найти отечественных учебных изданий, в которых имелась бы информация о методике гидравлического расчёта сифонно-вакуумных водостоков. Вместе с тем в российской и зарубежной практике производителями оборудования сифонных дренажей плоских кровель предлагаются услуги по их гидравлическому расчёту с применением специального программного обеспечения, что, вероятно, объясняется большим разнообразием оборудования и материалов, высокой зависимостью гидравлических характеристик от конфигурации системы.

Основной целью гидравлического расчёта сифонно-вакуумных водостоков является назначение таких диаметров воронок и труб, при которых не будет происходить задержки дождевой воды на кровле, а наполнение труб обеспечит сифонный эффект. В [10] отмечается, что сифонный эффект возможен при наполнении горизонтальных труб не менее 0,6, то есть при соотношении воды и воздуха в системе 60:40.

В американском стандарте ASPE/ANSI 45-2025 [11] сообщается о необходимости определения для системы вакуумных водостоков остаточного напора:

$$h_r = Z_i - Z_e - \sum h, \text{ м вод. ст.}, \quad (2)$$

где Z_i — отметка поверхности кровли, м; Z_e — отметка выпуска водостока, м; $\sum h$ — суммарные потери напора по течению потока воды, м вод. ст.

Наиболее оптимальным остаточным напором является величина от 0 до 1 м вод. ст. Большие значения остаточного напора на каком-либо участке сети будут приводить к волнообразному течению воды и срыву сифона. Исправить это можно корректировкой диаметров труб. Не менее важно контролировать разницу между остаточными напорами, возникающую на разных траекториях течения воды (по пути от каждой воронки системы до выпуска). В ASPE/ANSI 45-2025 [11] такая разница называется дисбалансом системы. Для корректной работы вакуумных водостоков дисбаланс не должен превышать 10% от разности $Z_i - Z_e$, но не более 0,46 м вод. ст.

Отдельного внимания при гидравлическом расчёте сифонно-вакуумных водостоков требует скорость течения воды в системе: она должна способствовать самоочищению трубопроводов при отсутствии уклона и обеспечивать быструю



❖ Сифонная система отвода дождевой воды RainPlus компании Valsir SpA

Основопологающие принципы состоят в следующем:

1. Системы подходят для плоских кровель площадью от 150 м².

2. Горизонтальные участки водостоков (под крышей) рекомендуется крепить с помощью подвижных опор, компенсирующих температурные удлинения труб. Вертикальные участки водостоков должны крепиться к строительным конструкциям здания с помощью хомутов, допускающих температурные расширения труб.

3. Горизонтальные участки водостоков (под крышей), к которым подключаются ответвления от воронок, должны прокладываться без уклона.

ных участках водостоков суживающих переходов), приводящая к вибрации труб, что следует учитывать при их трассировке через помещения с нормируемым уровнем шума, а также при выборе средств крепления труб к строительным конструкциям.

К преимуществам сифонно-вакуумных водостоков следует отнести:

- меньшие протяжённость трубопроводов и численность воронок на кровле;
- горизонтальные отводящие трубопроводы прокладываются без уклона, что позволяет разместить их в пространстве низких чердаков;
- меньшая вероятность возникновения засоров и отложений в трубах за счёт высоких скоростей течения воды.

заправку сифона, то есть удалять воздушные пробки. Согласно [7], время заправки сифона не должно превышать 60 с, что возможно при скоростях течения воды не менее 1 м/с в горизонтальных участках (длиной более 1 м) и не менее 2,2 м/с в вертикальных участках трубопроводной сети.

Время заправки сифона при этом может быть рассчитано по формуле:

$$t = \frac{1,2W}{Q}, \text{ с}, \quad (3)$$

где W — полный объём внутреннего пространства водостоков, л; Q — суммарная пропускная способность воронок на начальном этапе заполнения, л/с.

В период полного заполнения сифонной системы водой в трубах может возникать значительное отрицательное да-

вление из-за засоров. Аварийные водостоки проектируются на расчётный расход дождевых вод, но их расположение должно обеспечивать первоочередное задействование для отведения стока основной (вакуумной) системы. Лишь в случае скапливания на кровле слоя осадков более 55 мм (это может произойти в результате засорения вакуумных воронок или трубопроводов) аварийная система должна приступить к отведению стока.

Аварийные водостоки могут выполняться в виде прямоугольных или круглых окон в парапете, в виде системы наружного водостока, оборудованного водосточными воронками (рис. 4). Аварийные водостоки позволяют исключить обрушение плоской кровли из облегчённых конструкций, способное привести к гибели людей, порче имущества.

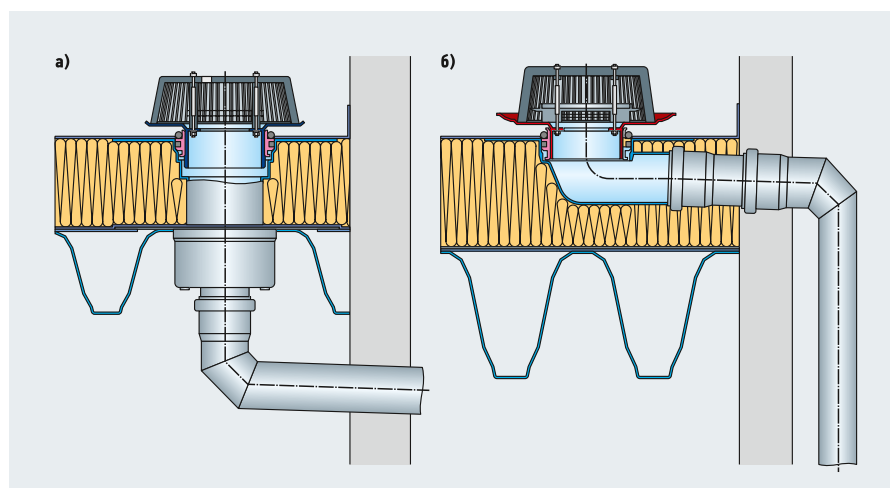


Рис. 4. Аварийные водостоки здания, оборудованные водосточной воронкой с вертикальным (а) и горизонтальным (б) выпуском [10]

вление (ниже атмосферного). Наибольшая величина вакуума, как правило, наблюдается в точках трубопроводной сети, близких к выпускам. Чем больше высота здания, тем больше потенциальная величина вакуума, способная возникнуть в системе. При выборе материала и толщины стенок труб следует учитывать, что отрицательное давление вызывает в трубопроводе асимметричные сжимающие напряжения, способные привести к прогибанию и даже разрушению труб.

Плоские кровли из облегчённых конструкций (без железобетонных плит), оборудованные системой сифонно-вакуумных водостоков, рекомендуется дополнительно оснащать аварийными водостоками (вторичным дренажом). Они позволяют исключить возникновение статических нагрузок на кровлю, превышающих допустимых значений, что может произойти в результате снижения пропускной способности вакуумных водосто-

ков. Обобщая представленную выше информацию, можно представить процесс проектирования сифонно-вакуумных водостоков зданий в следующей последовательности:

1. Определение расхода дождевых вод с водосборной площади кровли.
2. Компонировка водосточных воронок и трубопроводов для отведения дождевых и талых вод.
3. Определение расхода дождевых вод на каждую водосточную воронку.
4. Расчёт расходов дождевых вод на участках системы, назначение диаметров труб.
5. Определение продолжительности заправки сифона.
6. Определение суммарных потерь напора по пути течения дождевых вод от каждой воронки до выпуска.
7. Определение остаточного напора по пути течения дождевых вод от каждой воронки до выпуска.

8. Определение дисбаланса между величинами остаточных напоров отдельных компонентов системы.

9. Корректировка диаметров трубопроводных участков в случае несоответствия контролируемых параметров системы нормативным значениям.

10. Выполнение поверочного расчёта.

11. Проектирование аварийных водостоков здания.

Сифонно-вакуумные водостоки, несомненно, имеют определённые преимущества по сравнению с гравитационными системами, но не следует забывать и о недостатках. Они состоят в сложности монтажа, необходимости чёткого соблюдения проекта (иначе сифонный эффект может не наступить), преобладающей доле импортного оборудования, что может повлечь за собой сложности при внедрении проекта. Безусловно, недостатком сифонно-вакуумных систем является и их меньшая надёжность, требующая устройства аварийных водостоков. Сдерживающим фактором для широкого применения таких систем в зданиях с крышами большой площади является недостаточность нормативной базы.

1. СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения / Дата введ.: 20.06.2022.
2. Stansted Airport: Projects [Электр. текст]. Foster + Partners. Режим доступа: fosterandpartners.com. Дата обраб.: 28.01.2026.
3. Напорная водосточная система Wavin Quick Stream: техническое описание [Электр. текст]. ООО «Вавин Рус». Режим доступа: c-o-k.ru/library/catalogs/wavin. Дата обраб.: 25.01.2026.
4. ГОСТ Р 58956–2020. Воронки кровельные для внутренних водостоков. Общие технические условия / Дата введ.: 01.04.2021.
5. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализир. ред. СНиП 2.04.01–85* (с Изм. №1–5) / Дата введ.: 01.07.2021.
6. ТУ 4923-103-00284581–2013. Сифонная система водоотвода с кровли и внутреннего водостока Geberit Pluvia / Дата введ.: 25.04.2013.
7. VDI 3806:2000-04. Dachentwässerung mit Druckströmung [Водоотведение с кровли с напорным (сифонным) потоком]. Ausg.: April 2000. 47 s. [Отзов.; рекоменд. исполз. DIN 1986-100:2008-05]
8. BS 8490:2025. Siphonic roof drainage systems. Guide [Сифонные кровельные дренажные системы. Руководство]. Publ.: February 28, 2025.
9. Report SR654. Design criteria for siphonic roof drainage systems [Критерии проектирования сифонных кровельных дренажных систем]. Rev. 01. British standard guide to siphonic roof drainage systems [Британское стандартное руководство по кровельным сифонным дренажным системам]. HL Wallingford Ltd.; Department of Trade and Industry (DTI) [Департамент торговли и промышленности Великобритании]. London, England. May 2004. 42 p.
10. Карчемный А. Кровельные воронки для систем аварийного водостока HL Hutterer & Lechner GmbH // Сантехника, 2023. №1. С. 28–31.
11. ASPE/ANSI 45-2025. Siphonic Roof Drainage [Сифонный дренаж на кровле]. American Society of Plumbing Engineers [Американское общество инженеров по сантехническому и водопроводно-канализационным системам]; American National Standards Institute [Американский национальный институт стандартов]. Publ.: May 5, 2025.

References — see page 78.

Design features of siphon-vacuum gutters of buildings. Pp. 14–17.

Yuliya AL. Ryltseva, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Water Supply and Sewerage, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. *SP 118.13330.2022* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 118.13330.2022]. *Obshchestvennyye zdaniya i sooruzheniya* [Public Buildings and Structures]. Date of impl.: June 20, 2022. [In Russian]
2. Stansted Airport: Projects. Foster + Partners. Web-source: fosterandpartners.com. Access date: January 28, 2026.
3. *Napornaya vodostohnaya sistema Wavin Quick Stream: tekhnicheskoe opisaniye* [Wavin quick stream pressure drainage system: A technical description]. "Wavin Rus", LLC. Web-source: c-o-k.ru/library/catalogs/wavin. Access date: January 25, 2026. [In Russian]
4. *GOST P 58956–2020* [The State Industry Standard of Russia No. 58956–2020]. *Voronki krovnye dlya vnutrennikh vodostokov. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Roof outlets for internal drainage systems. General specifications]. Date of impl.: April 1, 2021. [In Russian]
5. *SP 30.13330.2020* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 30.13330.2020]. *Vnutrennij vodoprovod i kanalizatsiya zdaniy. Aktualizir. red. SNiP 2.04.01–85* (s Izm. No. 1–5)* [Internal water supply and sewerage systems of buildings. Updated version of the Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) 2.04.01–85* (with Amendments No. 1–5)]. Date of impl.: July 1, 2021. [In Russian]
6. *TU 4923-103-00284581–2013* [The Technical Specification No. 4923-103-00284581–2013]. *Sifonnaya sistema vodootvoda s krovli i vnutrennego vodostoka Geberit Pluvia* [Geberit Pluvia siphonic roof drainage system and internal drainage system]. Date of impl.: April 25, 2013. [In Russian]
7. VDI 3806:2000-04. Dachentwässerung mit Druckströmung. Jahr.: April 2000. 47 s. [In German] [Withdr.; recommended use the DIN 1986-100:2008-05]
8. BS 8490:2025. Siphonic roof drainage systems. Guide. Publ.: February 28, 2025.
9. Report SR654. Design criteria for siphonic roof drainage systems. Rev. 01. British Standard Guide to siphonic roof drainage systems. HL Wallingford Ltd.; Department of Trade and Industry (DTI) of the Great Britan. London, England. May 2004.42 p.
10. A. Karchemny. *Krovnye voronki dlya sistem avariynogo vodostoka HL Hutterer & Lechner GmbH* [Roof outlets for emergency drainage systems from HL Hutterer & Lechner GmbH]. *Santekhnika* ["Plumbing" Magazine]. 2023. No. 1. Pp. 28–31. [In Russian]