



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ УСТРОЙСТВА
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПЕНОСТЕКЛА



Москва 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕНОСТЕКЛЬНОГО ЩЕБНЯ	9
 ФУНДАМЕНТЫ	
Утепление фундаментов малоэтажных зданий и сооружений	13
Классическое устройство ленточного сборного или монолитного фундамента	14
Устройство ленточного фундамента с применением пеностеклянного щебня	15
Сравнительный анализ вариантов ленточного фундамента	16
Экономический анализ стоимости ленточных фундаментов из сборных блоков	17
Классическое устройство плитного монолитного фундамента	18
Устройство плитного фундамента с применением пеностеклянного щебня	19
Сравнительный анализ вариантов плитного фундамента	20
Экономический анализ стоимости плитных фундаментов	21
Рекомендации по устройству фундамента с пеностеклянным щебнем	22
 ОТМОСТКИ	
Конструктивные особенности отмосток	25
Виды утепленных отмосток	28
Рекомендации по устройству отмосток с пеностеклянным щебнем	29
 КРОВЛИ	
Утепление плоских кровель	33
Конструктивные решения элементов плоской кровли	34
Устройство неэксплуатируемой плоской кровли с применением пеностеклянного щебня	35
Сравнительный анализ устройства плоских неэксплуатируемых кровель	36
Сравнительный анализ устройства двух видов неэксплуатируемых кровель	38
Устройство эксплуатируемой плоской кровли с применением пеностеклянного щебня	39
Устройство озелененной кровли	40
Сравнительный анализ устройства плоских эксплуатируемых кровель	41
Сравнительный анализ устройства двух видов эксплуатируемых кровель	43
Рекомендации по устройству плоских кровель с применением пеностеклянного щебня	44
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	 47

Введение

Настоящее руководство предназначено для использования при проектировании, устройстве и ремонте строительных конструкций таких, как: фундаменты малоэтажных зданий и сооружений, плоские эксплуатируемые и неэксплуатируемые кровли, перекрытия с применением пеностеклянного щебня (далее ЩП). Данный документ представляет собой наглядное пособие с описанием основных принципов, технологий и технических решений устройства строительных конструкций зданий и сооружений.

Оно ориентировано на проектировщиков, технических специалистов строительных и ремонтно-строительных организаций, частных застройщиков.

Данное руководство не заменяет собой проектную документацию по устройству строительных конструкций конкретного сооружения. Любые технические решения по устройству строительных конструкций зданий и сооружений должны приниматься в индивидуальном порядке проектными организациями с учетом специфических особенностей строительных конструкций сооружения, требований по его эксплуатации, климатических условий, назначения.

Экономическое обоснование применения ЩП показывает эффективность нового универсального строительного материала – пеностеклянного щебня при устройстве современных фундаментов, кровель и других строительных конструкций.



Общие положения

- 1.1. Материалы разработаны для следующих условий:
 - Здания мало- и многоэтажные, I-IV степени огнестойкости с сухим, нормальным и влажным режимом эксплуатации для строительства на всей территории Российской Федерации;
 - Здания жилые одно- и многоквартирные;
 - Производственные здания;
 - Административные и бытовые здания;
 - Общественные здания и сооружения.
- 1.2. Фундаменты зданий должны проектироваться с учётом:
 - Результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий для площадки строительства;
 - Прогноза изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки в период строительства и эксплуатации;
 - Климатических условий района строительства;
 - Данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности здания и условия его эксплуатации;
 - Нагрузок, действующих на фундаменты;
 - Наличия существующей застройки и влияния на нее нового строительства;
 - Экологических требований.
- 1.3. Для устройства кровель, перекрытий вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения всех уровней ответственности, степеней огнестойкости и классов функциональной и конструктивной опасности в соответствии с подтвержденной расчетами и испытаниями несущей способности конструкций, в соответствии с результатами теплотехнических и акустических расчетов. Проектирование кровли и перекрытия должно осуществляться путем привязки к конкретному зданию или сооружению в соответствии с чертежами из альбома технических решений.
- 1.4. Устройство и ремонт строительных конструкций должны выполняться специализированными организациями на основе рабочих чертежей или заключения экспертной организации, проекта производства работ, типовых технологических карт.
- 1.5. Проектирование следует вести в соответствии с указаниями следующих действующих нормативных документов:
 - Федеральный закон от 23.11.2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
 - Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
 - Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ «Технических регламент о безопасности зданий и сооружений»;
 - СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*;
 - СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». СНиП 23-02-2003 Актуализированная редакция;
 - СП 17.13330.2011 «Кровли». Актуализированная редакция СНиП II-26-76;
 - СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;
 - СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих жилых и общественных зданий»;
 - СП 29.13330.2011 «Полы». Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88;
 - СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»;
 - СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция»;
 - СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция»;
 - СП 55.13330.2011 «СНиП 31-01-2001 Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция»;
 - СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания. Актуализированная редакция»;
 - СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»;
 - СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология».

Термины и определения

В материалах использованы термины и определения:

Пеностекольный щебень – искусственный пористый материал, изготавливаемый путём спекания в специальном оборудовании тонкоизмельченного стекла и газообразователя, предназначенный для тепло-звукоизоляции строительных конструкций различного назначения. Обладает следующими свойствами: негорючий, экологически чистый, негигроскопичный, не подвержен гниению, повреждению грызунами и паразитами. За счет ячеистой структуры обеспечивается низкая теплопроводность, низкая плотность и легкость утеплителя. При этом материал отличается высокой прочностью на сжатие.

Гидроизоляция – защита строительных конструкций, зданий и сооружений от проникновения воды (антифильтрационная гидроизоляция) или материала сооружений от вредного воздействия омывающей или фильтрующей воды или другой агрессивной жидкости (антикоррозийная гидроизоляция). Работы по устройству гидроизоляции называются гидроизоляционными работами. Гидроизоляция обеспечивает нормальную эксплуатацию зданий, сооружений и оборудования, повышает их надёжность и долговечность.

Геотекстиль – один из видов геосинтетиков; геоткань (тканое полотно), а также нетканое полотно, изготавливаемые иглопробивным, термоскрепленным (каландрирование) или гидроскрепленным способами из полипропиленовых и/или полиэфирных нитей — из одной бесконечной нити (мононить), либо из обрезков 5—10 см (штапель). Используется для предотвращения перемешивания слоёв или проникновения одного в другой.

Пароизоляция – это совокупность различных методов защиты теплоизолирующих материалов и строительных конструкций от проникновения пара и, как следствие, от выпадения конденсата (росы). В отличие от гидроизоляции пароизоляция препятствует проникновению пара, а не жидкости. В качестве пароизоляции при утеплении современных кровель применяются рулонные пароизоляционные плёнки. Пароизоляция способствует увеличению срока службы утеплителя и подкровельной конструкции.

Плоская кровля – это настил, состоящий из гидро-, паро- и теплоизоляционных слоев, с небольшим углом наклона. Водостоки такой кровли, как правило, внутренние; по периметру устраивается парапет. Плоские кровли, более дешёвые по отношению к скатным, выдерживают большие ветровые нагрузки, однако испытывают и большую снеговую нагрузку. Основой для плоской кровли выступает несущая бетонная плита, монолит или перекрытие по профилированному металлическому листу. Поверх неё укладывается пароизолирующий материал, основная функция которого состоит в защите утеплителя от водяного пара, что предотвращает его намокание, вздутие и гарантирует сохранение всех его свойств. Для защиты теплоизолятора от влаги, как правило, используют полиэтиленовые плёнки или битумные и битумно-полимерные материалы. Защита от воздействия атмосферных осадков осуществляется устройством гидроизоляционного ковра.

Минеральная плита – теплоизоляционный материал, изготавливается преимущественно из расплава изверженных горных пород габбро-базальтовой группы. В качестве связующего чаще всего используются фенолоформальдегидовые смолы, которые скрепляют волокна между собой. Материал способен выдерживать высокие температуры, но основным его недостатком является высокая гигроскопичность (не водостойкость). Благодаря волокнистой структуре обладает тепло- звукоизоляционными свойствами.

Экструдированный пенополистирол (ЭППС) – синтетический теплоизоляционный материал с пористой структурой. Сырьем для его производства служит гранулированный полистирол, а в число главных компонентов входит вещество, способствующее кристаллизации молекул, антипирены, красители и вспенивающий газ (углекислый газ). Основной недостаток – сильная горючесть материала.

Армированная цементно-песчаная стяжка – слой для выравнивания поверхности и создания основания под последующий монтаж чистового или защитного покрытия. Стяжку пола делают для выравнивания или придания жесткости поверхности, для обеспечения нормируемого теплоусвоения пола, создания уклона в полах, на перекрытиях, а также для укрытия трубопроводов, труб с электропроводкой. Она укладывается поверх перекрытия или на вспомогательных, например, тепло- или звукоизоляционных слоях.

Теплоизоляционная засыпка – тепловая изоляция фундамента, выполняемая в виде засыпки котлована пеностекляным щебнем с последующим уплотнением.

Земляные работы – работы, включающие в себя: разработку грунта, перемещение, укладку и уплотнение. При этом различают открытые земляные работы, подводные и подземные. Открытые работы подразумевают работу на поверхности земли.

Песок – осадочная горная порода, а также искусственный материал, состоящий из зёрен горных пород. Очень часто состоит из почти чистого минерала кварца (вещество — диоксид кремния). Природные пески в зависимости от генезиса могут быть аллювиальными, делювиальными, морскими, озёрными, эоловыми. Пески, возникшие в результате деятельности водоёмов и водотоков, имеют более округлую, окатанную форму.

Щебень – неорганический, зернистый, сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм (по европейским стандартам - более 3 мм), получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд (черных, цветных и редких металлов металлургической промышленности) и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности и последующим рассевом продуктов дробления по фракциям.

Термины и определения

Армированная монолитная плита – это одна из разновидностей строительных конструкций. Применяется в качестве фундамента, перекрытия, кровли. Отличительной особенностью монолитной плиты является создание сплошного основания с жестким армированием по всей несущей поверхности. Фундаментные плиты производят как сплошные, так и с ребрами жесткости.

Обратная засыпка – обратная засыпка фундамента происходит после завершения соответствующих строительных работ. Фундамент возводится в котловане, из которого сначала изымают грунт, а по окончании работ осуществляют обратную засыпку котлована.

Железобетон – это строительный композиционный материал, состоящий из бетона и стали.

Отмостка – водонепроницаемое покрытие в виде полосы по периметру здания, с уклоном в направлении от здания. Предназначена для защиты фундамента от дождевых и паводковых вод.

Физико-механические характеристики пеностекольного щебня марки ЦП 140/30-60

Характеристика	Значение
Плотность насыпная, кг/м ³	135-140
Плотность эксплуатационная (уплотнение 1:1,3), кг/м ³	170-180
Теплопроводность в засыпке с уплотнением (1:1,3) при условиях эксплуатации А/б, Вт/(м°С)	0,078/0,080
Прочность на сжатие при 2% относительной деформации, Кпа (т/м ²)	235 (23,5)
Прочность на сжатие при 10% относительной деформации, Кпа (т/м ²)	708 (70,8)
Температура эксплуатации, °С	от -200 до +550
Водопоглощение кратковременное при полном погружении на 24 часа, % от объема	1,9
Водопоглощение длительное при полном погружении на 28 суток, % от объема	2,7
Приращение теплопроводности на 1% влажности	0,001
уровень горючести, группа	НГ
Морозоустойчивость, количество циклов, не менее	100
Устойчивость к воздействию окружающей среды	стойк к любым агрессивным средам
Экологическая безопасность материала	экологически безопасен
Угол внутреннего трения	45-48°

Физико-механические характеристики пеностекольного щебня марки ЦП 100/30-60

Характеристика	Значение
Плотность насыпная, кг/м ³	100-115
Плотность эксплуатационная (уплотнение 1:1,2), кг/м ³	120-140
Теплопроводность в засыпке с уплотнением (1:1,2) при условиях эксплуатации А/б, Вт/(м°С)	0,064/0,065
Прочность на сжатие при 2% относительной деформации, Кпа (т/м ²)	180 (18,0)
Прочность на сжатие при 10% относительной деформации, Кпа (т/м ²)	506 (50,6)
Температура эксплуатации, °С	от -200 до +550
Водопоглощение кратковременное при полном погружении на 24 часа, % от объема	1,9
Водопоглощение длительное при полном погружении на 28 суток, % от объема	2,7
Приращение теплопроводности на 1% влажности	0,001
уровень горючести, группа	НГ
Морозоустойчивость, количество циклов, не менее	100
Устойчивость к воздействию окружающей среды	стойк к любым агрессивным средам
Экологическая безопасность материала	экологически безопасен
Угол внутреннего трения	45-48°

Физико-механические характеристики пеностекольного щебня марки ЩП 100/5-20*

Характеристика	Значение
Плотность насыпная, кг/м ³	120-130
Плотность эксплуатационная (уплотнение 1:1,1), кг/м ³	130-140
Теплопроводность в засыпке с уплотнением (1:1,1) при условиях эксплуатации А/б, Вт/(м·°С)	0,064/0,065
Прочность на сжатие при 2% относительной деформации, Кпа (т/м ²)	125 (12,5)
Прочность на сжатие при 10% относительной деформации, Кпа (т/м ²)	350 (35,0)
Температура эксплуатации, °С	от -200 до +550
Водопоглощение кратковременное при полном погружении на 24 часа, % от объема	2,0
Водопоглощение длительное при полном погружении на 28 суток, % от объема	2,9
Приращение теплопроводности на 1% влажности	0,001
уровень горючести, группа	НГ
Морозоустойчивость, количество циклов, не менее	100
Устойчивость к воздействию окружающей среды	стойк к любым агрессивным средам
Экологическая безопасность материала	экологически безопасен
Угол внутреннего трения	45-48°

* – Фракционный состав 5-20 мм достигается на объекте, по факту применения пеностекла в рабочем слое.

ФУНДАМЕНТЫ

Утепление фундаментов малоэтажных зданий и сооружений

Согласно СНиП 2.02.01-83 (2000) «Основания зданий и сооружений», глубина заложения фундаментов должна быть не меньше глубины сезонного промерзания грунтов. Стоимость работ по возведению фундаментов является достаточно высокой, особенно при большой глубине сезонного промерзания. Поэтому, согласно СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» глубину заложения фундаментов разрешается назначать выше глубины сезонного промерзания грунтов, если «...**предусмотрены специальные тепло-технические мероприятия, исключающие промерзание грунтов...**». Таким образом, устраивая теплоизоляцию грунтов мы **предотвращаем промерзание** под основанием фундамента в холодное время года, и грунт **не будет пучиниться**. Для исключения промерзания грунтов вблизи фундамента устраивают теплоизоляционный слой заданной толщины из пеностеклянного щебня по всему периметру фундамента или теплоизоляционную отсыпку из пеностеклянного щебня под всей фундаментной плитой.



1. Железобетонная фундаментная плита
2. Арматура
3. Гидроизоляция
4. Пеностеклянный щебень
5. Геотекстильный материал
6. Дренаж
7. Грунт основания
8. Отмостка

Классическое устройство ленточного сборного или монолитного фундамента

Ленточный фундамент представляет собой замкнутый контур (ленту) – полосу из железобетона, укладываемую по оси несущих наружных и внутренних стен здания и распределяющую вес здания равномерно по всей их длине.

Ленточный фундамент является одним из самых популярных решений для малоэтажного строительства. По сравнению с другими видами фундаментов, применение ленточного фундамента позволяет существенно снизить затраты за счет экономии количества используемых строительных материалов, а также более низкой стоимости земляных работ.

По способу устройства выделяют два вида ленточного фундамента:

1. Монолитный
2. Сборный

Устройство монолитного ленточного фундамента предполагает вязку арматурного каркаса и заливку его бетоном на самом строительном объекте, за счет чего и достигается монолитность (неразрывность) фундамента.

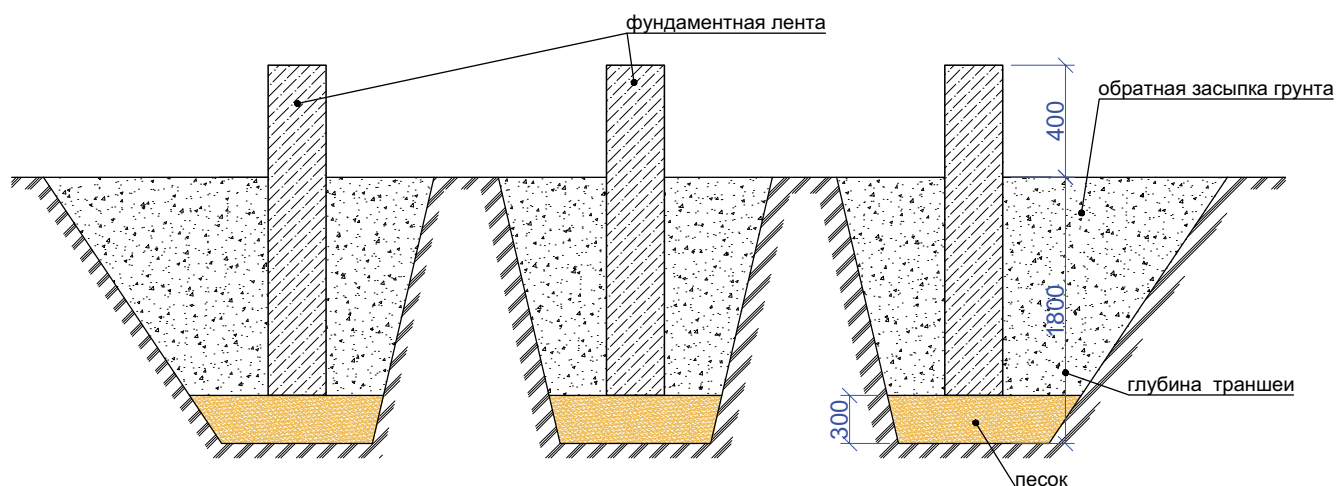
Сборный ленточный фундамент состоит из отдельных бетонных блоков, швы между которыми заполняются строительным раствором или бетоном.

По глубине заложения:

1. Мелкозаглубленный
2. Заглубленный

Выбор глубины заложения подошвы фундамента зависит от глубины сезонного промерзания, несущей способности подстилающих слоев грунта, уровня грунтовых вод и предполагаемых проектных нагрузок на него.

Классический ленточный фундамент, заглублённый ниже уровня промерзания



Сравнительный анализ вариантов ленточного фундамента

Для технико-экономических расчетов конструкции ленточного фундамента взят двухэтажный коттедж из клееного бруса размером в основании 12х12 метров, строящегося в Центральном регионе РФ

1. Классический ленточный фундамент:

Классический сборный или монолитный фундамент, заглубленный в грунт на отметке ниже сезонного промерзания (1,8 м).
Размеры здания в осях стен 12х12 м с поперечными несущими по центру.
Суммарная длина ленточного фундамента $12 \times 6 \text{ м} = 72 \text{ м}$.
Земляные работы: глубина траншеи 1,8 м, ширина нижней части 1 м, ширина верхней части 2 м.
Уплотненная песчаная подушка: толщина 30 см.
Фундаментная лента – сборные ж/б фундаментные блоки сечением $h \times b$ 0,58х0,6 м в три ряда по высоте;
Лента защищается оклеечной вертикальной гидроизоляцией.



2. Ленточный фундамент с отмосткой, утепленной пеностеклянным щебнем:

Ленточный фундамент, заглубленный на 0,6 м.
Размеры здания в осях стен 12х12 м с поперечными несущими стенами по центру.
Суммарная длина ленточного фундамента $12 \times 6 \text{ м} = 72 \text{ м}$.
Земляные работы: глубина траншеи 0,8 м, ширина нижней части 0,8 м, ширина верхней части 1,2 м. Снятие растительного слоя на глубину 0,2 м по периметру шириной 1,0 м.
Уплотненная песчаная подушка: толщина 20 см.
Укладка ЩП с уплотнением в 2-3 прохода виброплитой.
Толщина слоя 20 см. Коэффициент уплотнения – 1:1,3.
Фундаментная лента – сборные ж/б фундаментные блоки сечением $h \times b$ 0,58х0,6 м.

Экономический анализ стоимости ленточных фундаментов из сборных блоков (цены: сентябрь 2015 г.)

№	Наименование работ	Ед. Изм.	Без пеностекляного щебня			С пеностекляным щебнем		
			кол-во	цена	сумма	кол-во	цена	сумма
1	Земляные работы, выборка грунта	м³	195	500	97 500	68	500	34 000
2	Земляные работы (обратная засыпка грунта с уплотнением)	м³	98	300	29 400	17	300	5 100
3	Основание песчаное с работой	м³	26	800	20 800	14	800	11 200
4	Пеностекляный щебень: работа	м³				15	350	5 250
5	Пеностекляный щебень: материал	м³				15	3 000	45 000
6	Блоки ФБС: работа	шт.	90	350	31 500	60	350	21 000
7	Блоки ФБС 3,28x0,6x0,58: материал	шт.	90	3 200	288 000	60	3 200	192 000
8	Гидроизоляция фундамента	м²	150	470	70 500	100	470	47 000
9	Геотекстиль, с работой	м²				65	60	3 900
10	Асфальтобетонное покрытие, с работой	м²				55	500	27 500
	ИТОГО, руб.:				537 700			391 950
	ЭКОНОМИЯ, руб.							145 750
	Экономия, %							27,1

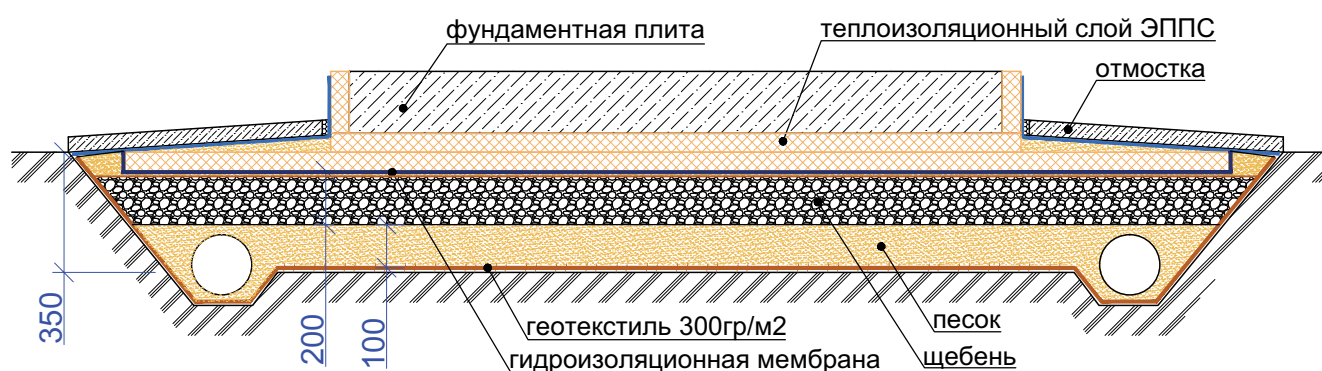
Классическое устройство плитного монолитного фундамента

Плитный фундамент является идеальным вариантом на слабых грунтах с высоким уровнем грунтовых вод. Он представляет собой сплошную монолитную армированную бетонную плиту. За счет монолитности всей конструкции фундамента достигается повышенная жесткость и, как следствие, надежность конструкции в условиях смены циклов замораживания и оттаивания, а также возможной просадки и вспучивании грунтов. Сопrotивляемость возникающим при этом нагрузкам у плитного фундамента достаточно высокая. Монолитной конструкции плитного фундамента не страшны также горизонтальные смещения грунтов. Такая особенность плитных фундамента дала им другое распространенное название – «плавающие фундамента». Разумеется, это просто профессиональный термин - плитный фундамент никуда не плывет. Напротив, это один из самых устойчивых фундамента.

Монолитная фундаментная плита изготавливается из железобетона, имеет жесткое армирование, что приводит к увеличению устойчивости к нагрузкам в весенний и осенний период при замораживании или оттаивании, а также возможной просадке грунта. Возможно строительство фундамента в зимний период.

Плитный фундамент строят в основном на проблемных грунтах, пучинистых и просадочных. Оправдано его применение особенно на увлажненных грунтах при высоком уровне грунтовой воды.

Классический плитный фундамент с использованием ЭППС



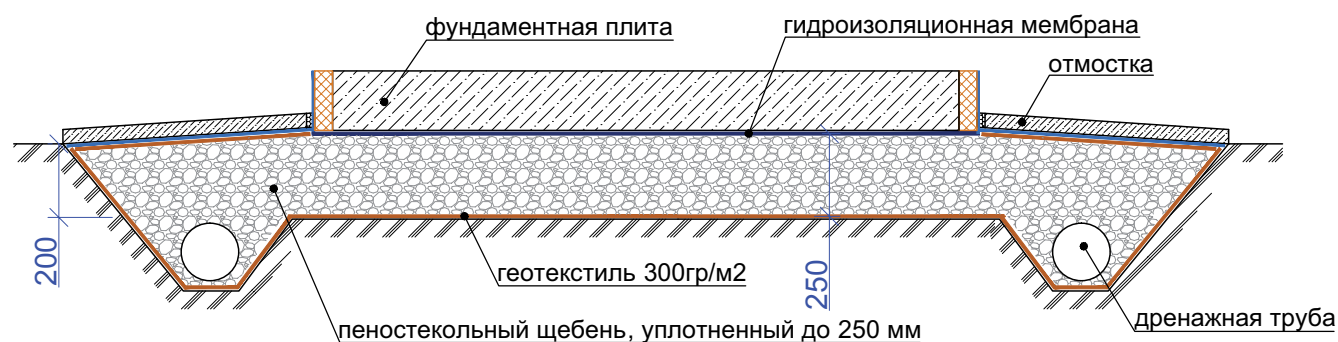
Устройство плитного фундамента с применением пеностеклянного щебня

Основное преимущество пеностекла по сравнению с экструдированным пенополистиролом (ЭППС) – это гораздо более высокая прочность на сжатие (до 708 кПа/м²), негорючесть, экологичность, отсутствие усадки в период эксплуатации, долговечность. После виброуплотнения фракции пеностекла расклиниваются, сцепляются боковыми поверхностями (угол внутреннего трения составляет 45-48°) и образуют слой, обладающий повышенной прочностью на сжатие. Вертикальная нагрузка распределяется в засыпке под углом до 60°. Это значительно снижает давление на грунтовое основание (в том числе на слабые грунты) и делает фундамент надежнее.

Преимущества утепленной фундаментной плиты с применением пеностеклянного щебня:

- Возможность устройства на любом грунте;
- Дешевле по сравнению с «классическим» вариантом;
- Возможность возведения домов из любых материалов;
- Интегрированные в плиту коммуникации;
- Низкотемпературное отопление полов;
- Идеально ровные полы 1-го этажа, готовые для кладки плитки, паркета и других полов;
- Исключение проблем с сыростью и плесенью при эксплуатации;
- Отсутствие температурных швов;
- Энергосберегающие технологии;
- Сокращение сроков монтажа.

Современный плитный фундамент с применением фракционированного пеностекла



Сравнительный анализ вариантов плитного фундамента

Для технико-экономических расчетов утепленного плитного фундамента взят двухэтажный коттедж из клееного бруса размером в основании 12х12 метров, строящийся в Центральном регионе РФ

Классический плитный фундамент:

Монолитная армированная бетонная плита размером 12х12 м, $h = 0,25$ м
Площадь фундаментной плиты 144 м².

Работы и материалы:

1. Снятие растительного слоя на площади 15×15 м на глубину 0,35 м;
2. Выравнивание и уплотнение грунта (котлована);
3. Укладка геотекстиля (300 гр/м²) размером 16×16 м;
4. Укладка песка 0,1 м с уплотнением;
5. Укладка щебня (гранитного или аналогичного по свойствам) 0,2 м с уплотнением;
6. Укладка пленки ПВХ 200 мкр. (гидроизоляция);
7. Укладка ЭППС (экструдированный пенополистирол 80 мм) в 2 слоя под плиту 23 м³ и в 1 слой под отмостку 5 м³;
8. Монтаж армированной бетонной плиты.



Современный плитный фундамент на подушке из пеностеклянного щебня:

Монолитная армированная бетонная плита размером 12х12 м, $h = 0,25$ м.
Площадь фундаментной плиты 144 м².

Работы и материалы:

1. Снятие растительного слоя на площади 15×15 м на глубину 0,2 м;
2. Выравнивание и уплотнение грунта (котлована);
3. Укладка геотекстиля (300 гр/м²) размером 16×16 м;
4. Послойная укладка пеностекла с уплотнением в 2-3 прохода виброплитой каждого слоя. Толщина слоя 15-20 см. Коэффициент уплотнения – 1:1,3;
5. Укладка гидроизоляции (например профилированной мембраны);
6. Монтаж армированной бетонной плиты.

Экономический анализ стоимости плитных фундаментов (цены: сентябрь 2015 г.)

№	Наименование работ	Ед. изм.	Без пеностекляного щебня			С пеностекляным щебнем 40 см (28 уплотненного)			С пеностекляным щебнем 32 см (25 уплотненного)		
			кол-во	цена	сумма	кол-во	цена	сумма	кол-во	цена	сумма
1	Земляные работы (без вывоза грунта)	м³	79	500	39 500	45	500	22 500	45	500	22 500
2	Геотекстиль марки 300	м²	280	60	16 800	280	60	16 800	280	60	16 800
3	Песчаное основание, с работой	м³	27	800	21 600						
4	Основание из щебня и дренаж, с работой	м³	45	2 050	92 250						
5	Гидроизоляция: ПВХ пленка 200 мкр, с работой	м²	280	45	12 600						
6	Гидроизоляция: профилированная мембрана, с работой	м²				280	115	32 200	280	115	32 200
7	ЭППС 80 мм в 2 слоя под плиту и в 1 слой под от-мостку	м³	29	4 800	139 200						
8	Работа по ЭППС	м³	29	450	13 050						
9	Пеностекляный щебень, с отмосткой 200 мм	м³				71	3 000	213 000	59	3 000	177 000
10	Работа по пеностекля-ному щебеню	м³				71	350	24 850	59	350	20 650
11	Устройство армированной монолитной плиты 12х12х0,25 м	м³	36	8 500	306 000	36	8 500	306 000	36	8 500	306 000
ИТОГО, руб.:					641 000			615 350			575 150
ЭКОНОМИЯ, руб.:								25 650			65 850
Экономия, %								4,1			10,3

Выводы. Преимущество и выгода при применении в фундаментах пеностекляного щебня:

1. Сокращение затрат на материалы и работы;
2. Сокращение сроков строительства, уменьшение объемов работ, работы можно проводить всесезонно;
3. Пеностекло негорючий материал (НГ), не содержит органики, не разрушается с течением времени, не впитывает влагу, по этому срок службы утеплителя равен сроку службы здания;
4. Фракционированное пеностекло устойчиво к агрессивным средам, к грызунам и микроорганизмам;
5. Экологически безопасный материал.

Рекомендации по устройству фундамента с пеностекольным щебнем

Подготовка основания

Подготовка основания для утепленной фундаментной плиты является самым важным технологическим процессом. От качества основания зависит долговечность вашего будущего дома.



Перед началом строительства фундамента, необходимо провести прочностные и теплотехнические расчеты и провести геологические исследования, по результатам которых определяется толщина подушки основания, толщина теплоизоляционного слоя, диаметр арматуры и толщина самой фундаментной плиты.

Поскольку фундаментная плита на пеностекольном щебне может возводиться практически на любом типе грунта (песок, супесь, суглинок, глина, водонасыщенные и слабо-несущие грунты), технология подготовки основания для всех типов грунтов будет одинаковой.

Согласно рабочей документации на площадке необходимо:

- провести разметку осей будущего дома;
- разметить контур будущего фундамента;
- определить перепады в пятне застройки;
- определение толщины плодородного слоя.



При определении границ будущего пятна застройки необходимо сделать запас по 2 метра с каждой стороны от обреза фундамента для закладки дренажной системы и отмостки.

При механической разработке котлована снимается только верхний плодородный слой (20-30 см). По возможности разработку котлована провести до материнского грунта.

Уплотнение грунта производить виброплитой или катком с виброрежимом.

По дну и откосам котлована уложить геотекстиль марки не ниже 300 (плотность 300 гр./м²) с перехлестом в местах стыков не менее 15 см.



Укладка утеплителя

После подготовительных работ по обустройству площадки необходимо произвести несколько простых действий:

1. Насыпать послойно пеностекло (каждый слой 20-25 см).



2. Тщательно уплотнить каждый слой виброплитой или катком с виброрежимом (коэффициент уплотнения – 1:1,3). Измерение уровня уплотнения рекомендуется производить с помощью цифрового нивелира и рейки.



3. Сверху застелить гидроизоляционной профилированной мембраной.



4. Выполнить работы по сооружению армированной бетонной фундаментной плиты.



ОТМОСТКИ

Конструктивные особенности отмосток

Отмостка любого вида конструктивно состоит из 2 слоев: подстилающего слоя и покрытия. С помощью укладки подстилающего слоя создают прочное и ровное основание для устройства покрытия отмостки.

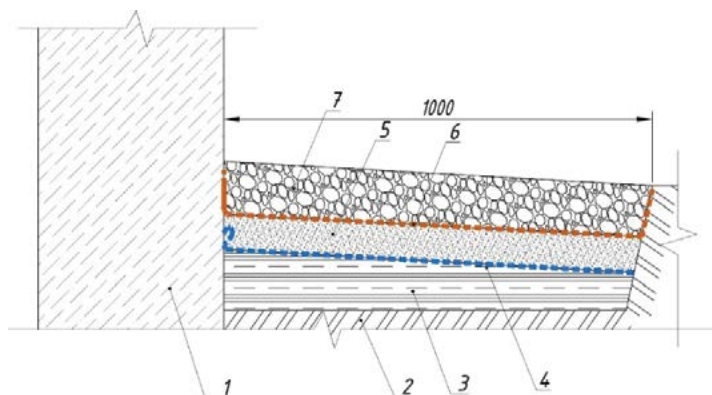
В зависимости от финишного слоя покрытия отмостки делятся на:

Насыпные – верхний слой из насыпных материалов. Обеспечивает защиту гидроизоляционному слою и является дренажем.

Литые – верхний слой монолитный, выполнен из бетона, асфальто-бетона или цементно-песчаного раствора с железнением поверхности отмостки.

Сборные – многослойные конструкции, верхний слой которых состоит из отдельных элементов.

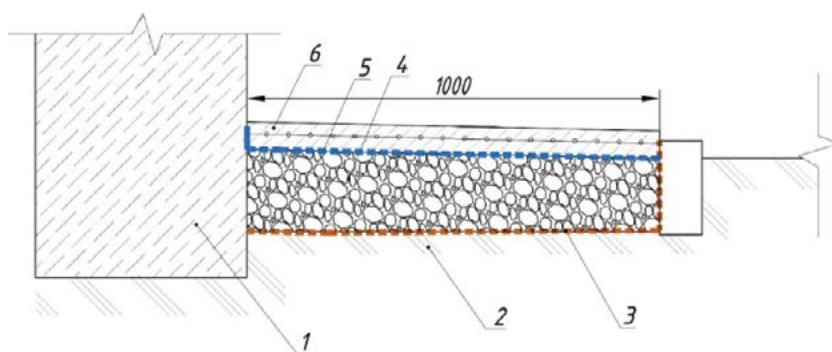
Насыпные отмостки



- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Фундамент | 5. Уплотненный песок |
| 2. Грунт | 6. Геотекстиль |
| 3. Уплотненная глина | 7. Галька речная |
| 4. Гидроизоляция | |



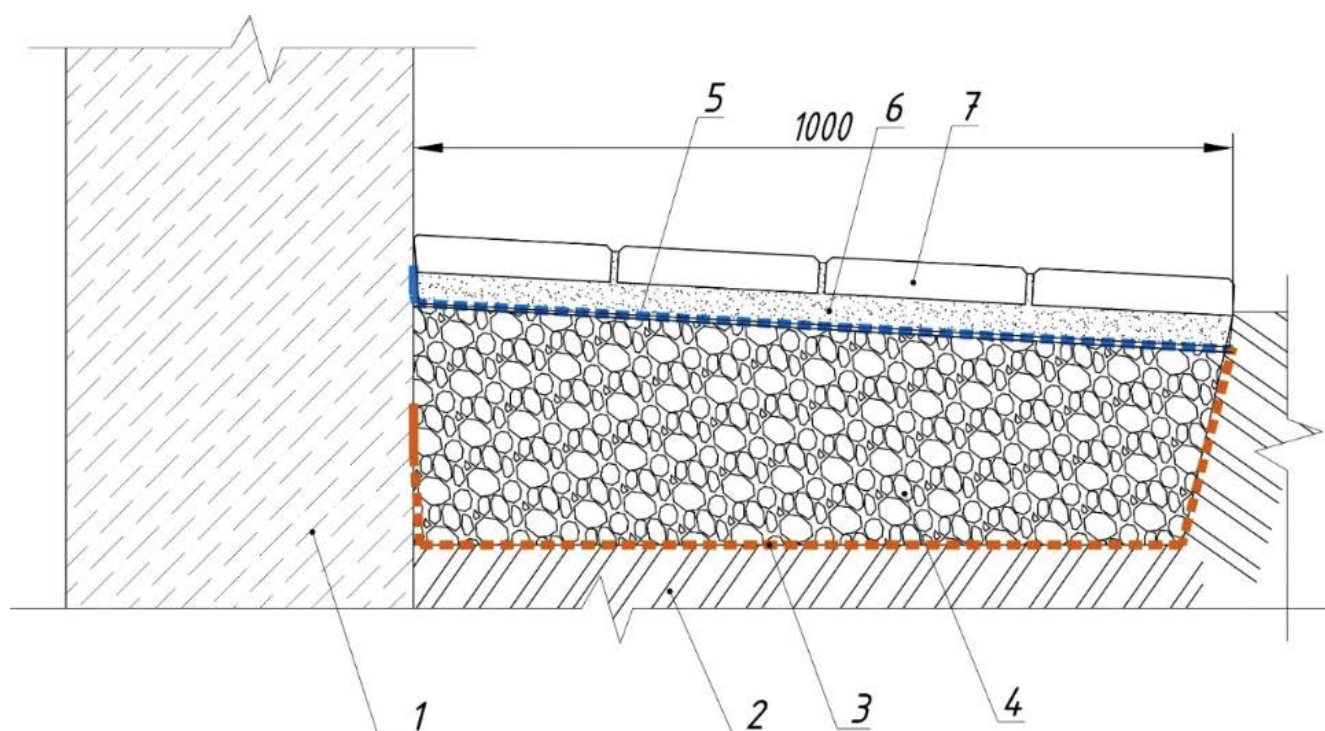
Литые отмостки



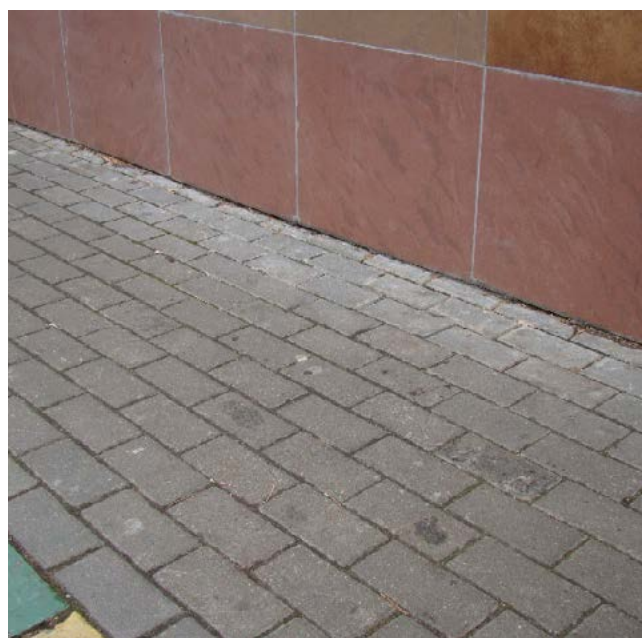
- | |
|---|
| 1. Фундамент |
| 2. Грунт |
| 3. Геотекстиль |
| 4. Теплоизоляционный и уклонообразующий слой из ЩП с коэффициентом уплотнения 1:1,3 |
| 5. Гидроизоляционный слой |
| 6. Армированный бетон |



Сборные отмостки



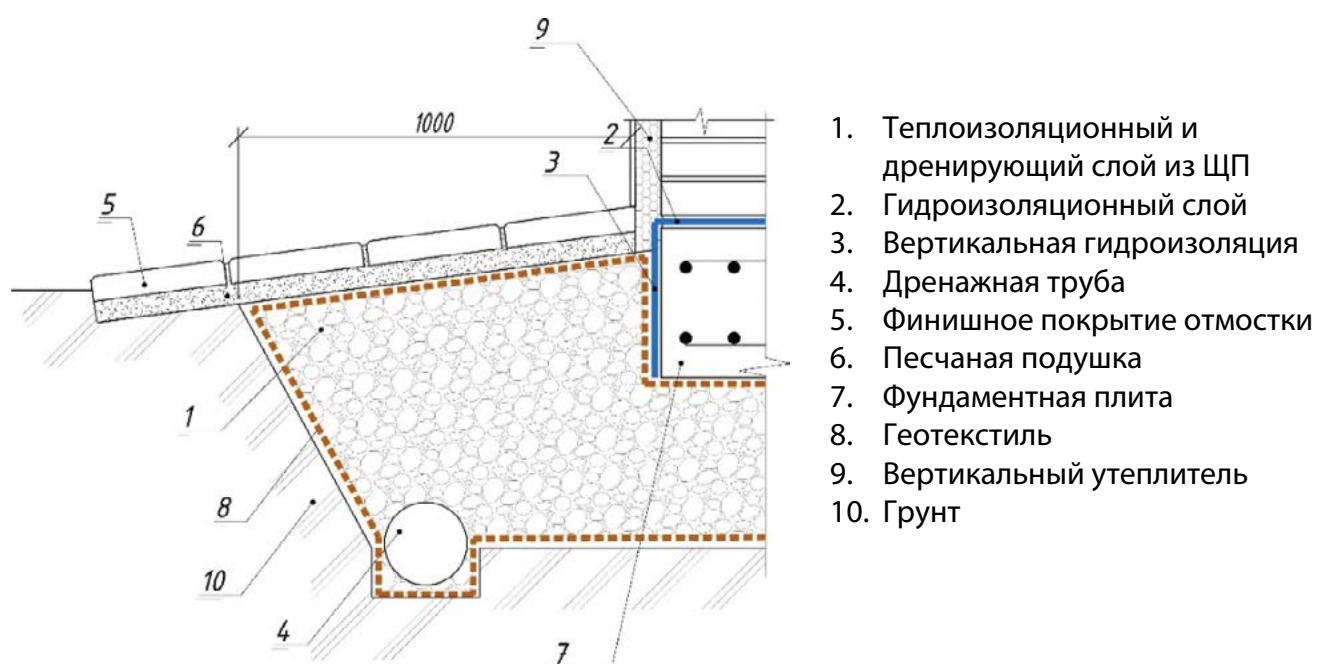
- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Фундамент | 5. Гидроизоляционный слой |
| 2. Грунт | 6. Песчаная подушка |
| 3. Геотекстиль | 7. Финишный слой покрытия отмостки |
| 4. Теплоизоляционный
и уклонообразующий слой из ЩП | |



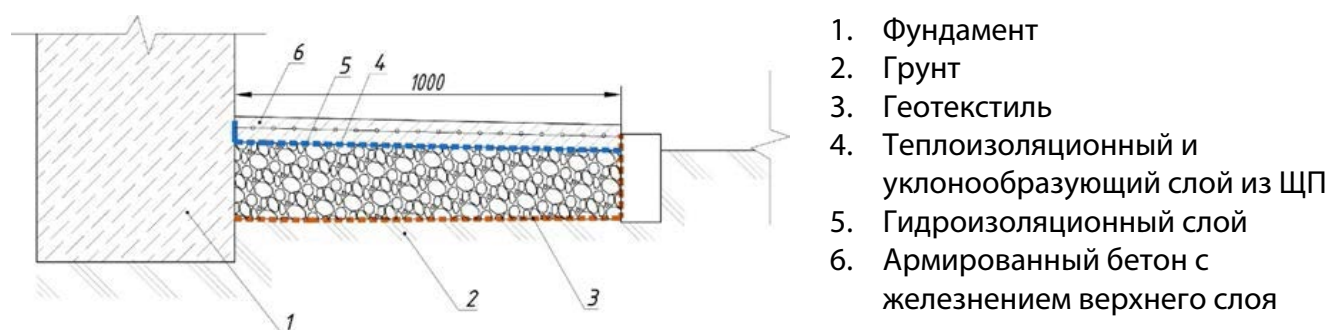
Виды утепленных отмосток

На участках с пучинистым грунтом отмостку любого типа необходимо утеплить. Для этого целесообразно использовать влагостойкий теплоизоляционный материал – пеностекольный щебень. Его применяют как теплоизоляционный, уклонообразующий и дренирующий слой.

Отмостка по утепленной фундаментной плите



Отмостка по не утепленному фундаменту



Рекомендации по устройству отмосток с пеностекляным щебнем

При утеплении отмостки важна не только ширина, но и толщина. Для Московского региона толщина уплотнённого ЩП должна быть не менее 200 мм.

Подготовка основания:

Подготавливая грунт, надо обязательно снять растительный слой. Он не только мешает хорошо утрамбовать грунт, но еще поглощает и удерживает влагу, что разрушительно для стен здания ниже уровня отмостки. Для прочности отмостки важно правильно утрамбовать грунт по периметру фундаментных стен. Откладывать трамбовку до начала отделочных работ не стоит, выполните ее сразу же по окончании нулевого цикла.

Укладка геотекстиля:

На подготовленное основание укладываем геотекстиль с выпуском по периметру.



Отсыпка фракционированного пеностекла:

На геотекстиль отсыпаем пеностекло, слоями по 200-250 мм и трамбуем его. Набрав минимальную толщину отмостки (для Московского региона 200 мм), укрываем края.



Установка опалубки и армирование:

На утрамбованный слой пеностекла укладываем пленку ПВХ (разделительный слой необходим для исключения контакта бетона с утеплителем) и ставим опалубку. Надо обязательно помнить про деформационные швы, которые устраивают с шагом 2-3 метра по всей длине отмостки. Это необходимо для предотвращения разрывов отмостки во время заморозков. Следующим этапом выставляем фиксаторы арматуры и на них укладываем сетку.



Бетонирование отмостки:

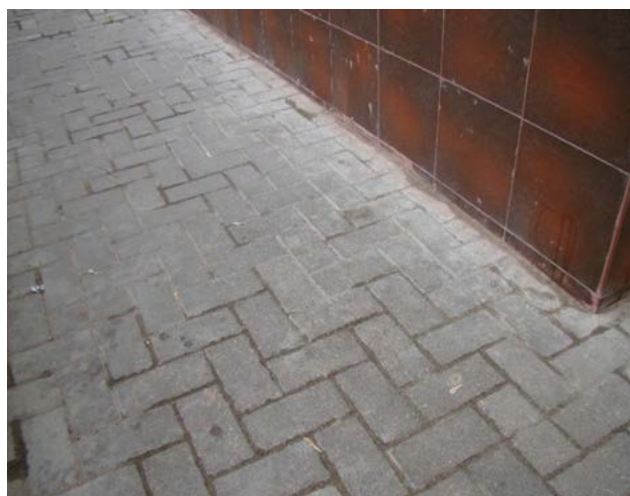
Бетонирование отмостки необходимо производить целыми секциями. Бетон необходимо про-вибрировать при помощи виброрейки и по заранее выставленным маякам (заполнение деформационных швов), создаем уклон от стены не менее 1,5%.



Устройство финишного покрытия:

Железнение отмостки: на еще не схватившийся бетон (8-10 часов после заливки) насыпают просеянный цемент ровным слоем и втирают до образования гладкой поверхности. После полного высыхания бетона можно его покрыть полимерным составом, который создаст гладкую защитную пленку на поверхности отмостки.

Тротуарная (гранитная) плитка: на геотекстиль отсыпаем подстилающий слой крупнозернистого песка и в него втрамбовываем тротуарную или гранитную плитку.



КРОВЛИ

Утепление плоских кровель

Кровля – это часть здания, которая служит защитой от атмосферных осадков, перепада температур, солнечной радиации, ветра и даже от вредных выбросов промышленных предприятий.

Плоской кровлей принято называть кровлю, которая имеет уклон от 0 до 3%. Как правило, она находится в пределах конструкции здания с организованным внутренним водоотводом. В основном плоские кровли применяются при строительстве больших промышленных зданий, гаражей, жилых домов, выставочных павильонов, торговых центров и других крупных объектов. Кроме своей основной функции – защиты здания от атмосферных явлений, плоская крыша может быть террасой, автостоянкой и даже садом.

Материалы, входящие в состав кровельного покрытия, испытывают одни из самых больших нагрузок различного рода: большое количество атмосферных осадков, интенсивные эксплуатационные и снеговые нагрузки, широкие температурные колебания и т. д.

Чтобы быть надежной защитой, кровельное покрытие (кровля) должно быть устойчивым ко всем этим явлениям. Надежность ему обеспечит использование качественных материалов и профессиональное исполнение кровельных работ.

Для уменьшения теплотерь в качестве теплоизоляционного слоя конструкции кровли необходимо использовать материалы с высокими теплоизоляционными свойствами, которые позволяют не только сохранять тепло, но и обеспечивают долговременную эксплуатацию здания или сооружения, защищая конструкцию от преждевременного разрушения.

Если в кровле отсутствует теплоизоляция, то при контакте нагретого воздуха из помещения с холодной поверхностью покрытия неизбежно выпадение конденсата. Выпадающий конденсат будет постепенно разрушать конструкцию кровли и стекать обратно в помещения. Кроме того, утепление играет важную роль в создании благоприятного тепловлажностного режима помещений, находящихся непосредственно под кровлей.

Наиболее оптимальный вариант применения теплоизоляционного материала – это пеностекольный щебень. Сочетание высокой теплоизолирующей способности при невысокой цене позволяет существенно снизить себестоимость кровельной конструкции. Высокие прочностные свойства ЩП позволяют получить ровное и одновременно жесткое основание, а это существенно увеличивает срок эксплуатации кровельного ковра. Прочность на сжатие ЩП составляет порядка 708 кПа, что позволяет говорить об абсолютном лидерстве среди наиболее распространенных теплоизоляционных материалов. Все преимущества ЩП обуславливают его успешное применение в различных видах плоских кровель.



- Растительный слой
- Почвенный слой
- Геотекстиль
- Профилированная мембрана
- Кровельный ковер
- Цементно-песчаная армированная стяжка
- Разделительный слой
- Пеностекольный щебень
- Геотекстиль
- Пароизоляция
- Монолитная железобетонная плита

Конструктивные решения элементов плоской кровли

Плоская кровля состоит из несущего основания, на которое по слою пароизоляции укладывается теплоизоляционный материал, защищенный от воздействия атмосферных осадков водоизоляционным ковром, основой которого служат рулонные битумосодержащие материалы.

Это один из самых распространенных и недорогих способов устройства кровли жилых и промышленных зданий.

Плоские кровли делятся на следующие типы:

Эксплуатируемые – это те, которые имеют жесткое основание, что позволяет выдерживать значительные нагрузки, как правило, неравномерно распределенные по поверхности, под действием которых водоизоляционный ковер не продавливается и сохраняет целостность гидроизоляционного материала.

В качестве основания может быть использована бетонная стяжка, либо сборная стяжка, отвечающая необходимым требованиям по заданным нагрузкам.

Слой утеплителя на таких кровлях испытывает повышенные динамические и статические нагрузки, соответственно, используется материал с высокими прочностными характеристиками на сжатие. С этой задачей отлично справляется пеностеклянный щебень.

В качестве внешнего защитного покрытия водоизоляционного ковра используется тротуарный камень, плитка или аналогичный материал.

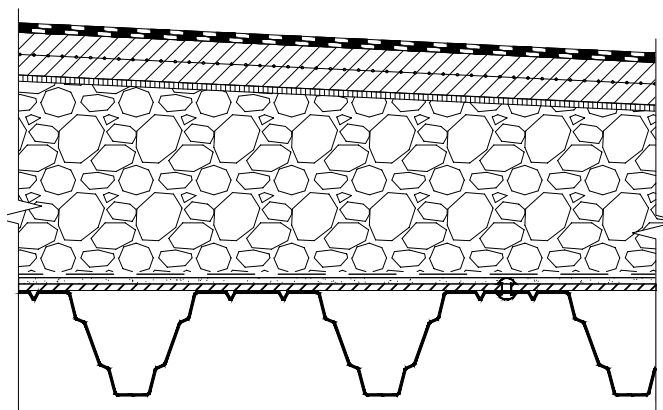
Эксплуатируемые плоские кровли могут использоваться в качестве дополнительной территории: на них можно сделать террасу, автостоянку, обустроить зимний сад, кафе или соорудить спортплощадку.

Неэксплуатируемые отличаются от эксплуатируемых тем, что на кровлю не оказывают воздействие высокие нагрузки. Такие кровли применяют, как правило, на зданиях, где не требуется обслуживание кровли в период ее эксплуатации, т.е. исключается любое давление на поверхность. Однако в случаях необходимости обслуживания такой кровли, выход на плоскую кровлю обеспечивается путем строительства мостиков или трапов, распределяющих нагрузки равномерно по поверхности.

Такие кровли зданий и сооружений являются более дешевыми, но и менее долговечными, нежели эксплуатируемые.

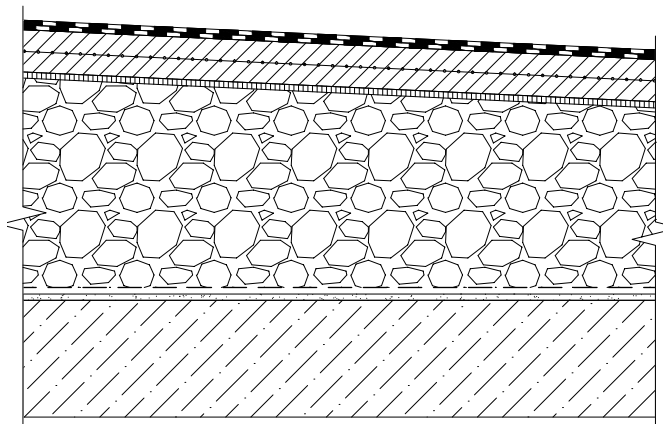
Устройство неэксплуатируемой плоской кровли с применением пеностеклянного щебня

Устройство плоской неэксплуатируемой кровли по основанию из профилированного настила



- Кровельный ковер в 2 слоя (ЭПП + ЭКП)
- Праймер
- Цементно-песчаная армированная стяжка
- Разделительный слой
- Пеностеклянный щебень
- Геотекстиль
- Пароизоляция
- Сплошной настил (СМЛ)
- Профилированный настил

Устройство плоской неэксплуатируемой кровли по железобетонному основанию



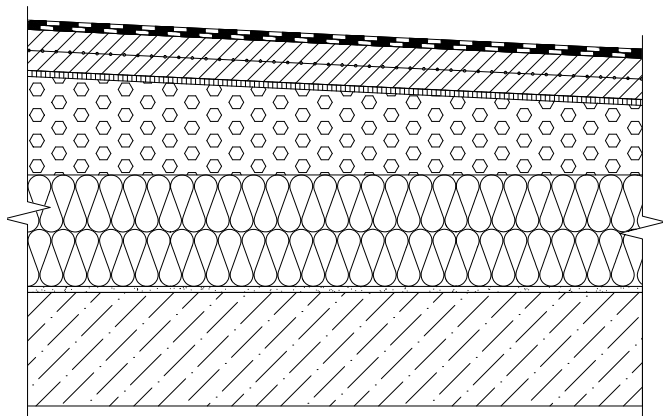
- Кровельный ковер в 2 слоя (ЭПП + ЭКП)
- Праймер
- Цементно-песчаная армированная стяжка
- Разделительный слой
- Пеностеклянный щебень
- Геотекстиль
- Пароизоляция
- Монолитная железобетонная плита

Сравнительный анализ устройства плоских неэксплуатируемых кровель

Для экономических расчетов плоской неэксплуатируемой кровли взят проект дошкольного образовательного учреждения (ДОУ) на 300 мест, г. Москва

1. Первичный вариант кровли ДОУ:

При возведении здания для устройства кровли применили несущие конструкции из железобетона. Система представляет собой традиционную схему устройства плоских кровель, где в качестве теплоизоляционного слоя применяется минераловатный утеплитель. Отвод воды обеспечивают внутренние водостоки. Суммарная площадь кровли в осях составляет 1570 м².



Работа:

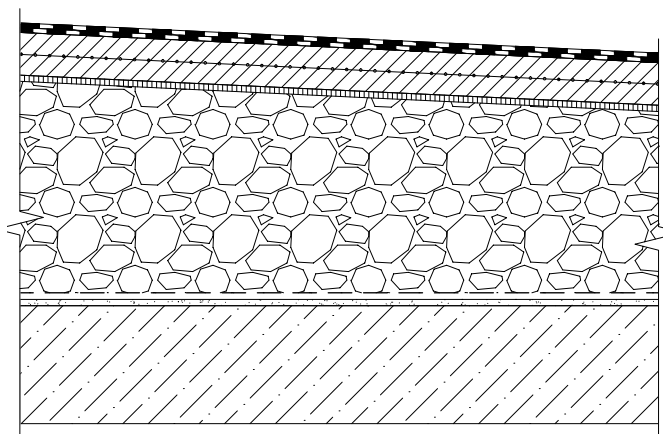
1. Подготовка основания;
2. Укладка пароизоляции;
3. Укладка утеплителя в два слоя;
4. Устройство водоуклонов из керамзита;
5. Устройство цементно-песчаной армирующей стяжки;
6. Создание адгезионного слоя;
7. Гидроизоляция поверх стяжки в два слоя.

Основные материалы:

1. Теплоизоляция состоит из двух слоев: нижней минераловатной плиты плотностью 100 кг/м³ и верхней плотностью 175 кг/м³. Толщина двух слоёв – 220 мм.
2. Уклоны для водостоков выполнены из керамзита с проливом цементным молочком. Толщина слоя 40-180 мм.
3. Основание для гидроизоляции выполнено из цементно-песчаного раствора М150 по армирующей сетке. Толщина стяжки – 50 мм.
4. В качестве пароизоляции использован «Гидроизол ТПП».
5. Адгезионный слой выполнен из битумного праймера.
6. Гидроизоляция выполнена из битумно-полимерного гидроизоляционного полотна «Гидроизол» поверх стяжки в два слоя.

2. Альтернативный вариант кровли с пеностеклянным щебнем:

При возведении здания для устройства кровли применили несущие конструкции из железобетона. Система представляет собой традиционную схему устройства плоских кровель, где в качестве теплоизоляционного слоя применяется пеностекло. Отвод воды обеспечивают внутренние водостоки. Суммарная площадь кровли в осях составляет 1570 м².



Работа:

1. Подготовка основания;
2. Укладка пароизоляции;
3. Укладка геотекстиля;
4. Укладка пеностекла с разуклонкой;
5. Устройство цементно-песчаной армирующей стяжки;
6. Создание адгезионного слоя;
7. Гидроизоляция поверх стяжки в два слоя.

Основные материалы:

1. Теплоизоляция – слой ЩП толщиной – 300 мм; Уклоны для водостоков также выполнены из ЩП – 0-140 мм.
2. Основание для гидроизоляции выполнено из цементно-песчаного раствора М150 по армирующей сетке. Толщина стяжки – 50 мм.
3. В качестве пароизоляции использован «Гидроизол ТПП».
4. Адгезионный слой выполнен из битумного праймера.
5. Гидроизоляция выполнена из битумно-полимерного гидроизоляционного полотна «Гидроизол» поверх стяжки в два слоя.

Сравнительный анализ устройства двух видов неэксплуатируемых кровель

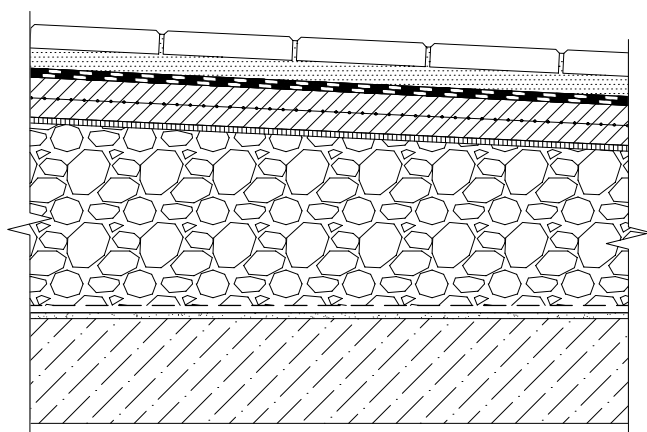
№	Наименование работ	Ед. изм.	Без пеностекляного щебня			С пеностекляным щебнем		
			кол-во	цена	сумма	кол-во	цена	сумма
1	Праймер	м ²	1 570	60	94 200	1 570	60	94 200
2	Пароизоляция	м ²	1 620	160	259 200	1 620	160	259 200
3	Геотекстиль 250 гр/м ²	м ²				1 620	45	72 900
4	Утепление минераловатной плитой: материал	м ³	380	4 800	1 824 000			
5	Утепление минераловатной плитой: работа	м ²	1 570	480	753 600			
6	Утепление пеностекляным щебнем с разуклонкой 0-140 мм ($\lambda=0,067$): материал	м ³				644	3 000	1 932 000
7	Утепление пеностекляным щебнем с разуклонкой 0-140 мм ($\lambda=0,067$): работа	м ²				1 570	400	628 000
8	Устройство разуклонки из керамзитового гравия 40-180 мм: материал	м ³	173	1 600	276 800			
9	Устройство разуклонки из керамзитового гравия 40-180 мм: работа	м ²	1 570	300	471 000			
10	Разделительный слой, пленка ПВХ	м ²				1620	45	72 900
11	ЦПС, армированная 40 мм	м ²	1 570	650	1 020 500	1 570	650	1 020 500
12	Гидроизоляция в 2 слоя	м ²	1 620	550	891 000	1 620	550	891 000
	ИТОГО				5 590 300			4 970 700
	Экономия, руб.							619 600
	Экономия, %							11,08

Выводы. Преимущество и выгода конструкции кровли с пеностекляным щебнем в качестве утеплителя заключается:

1. В экономии затрат на материалы, в простом производстве работ по монтажу, в отсутствии специальных требований к специалистам (рабочим).
2. Выполнение уклонообразующего слоя (разуклонки) осуществляется одновременно с монтажом теплоизоляционного слоя одним материалом (пеностеклом).
3. Конструкция с ЦП долговечна и надежна – срок службы кровли с пеностеклом равен всему сроку эксплуатации здания.

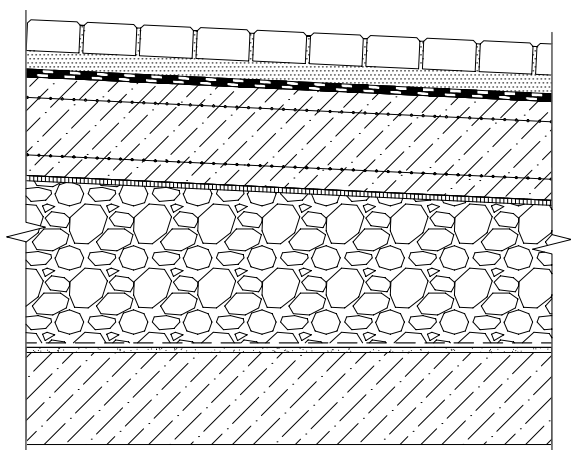
Устройство эксплуатируемой плоской кровли с применением пеностеклянного щебня

Устройство плоской эксплуатируемой кровли под пешеходную нагрузку



- Плитка керамогранитная
- Сухая цементно-песчаная смесь
- Кровельный ковер в 2 слоя (ЭПП+ЭКП)
- Праймер
- Цементно-песчаная армированная стяжка
- Разделительный слой
- Пеностеклянный щебень
- Геотекстиль
- Пароизоляция
- Монолитная железобетонная плита

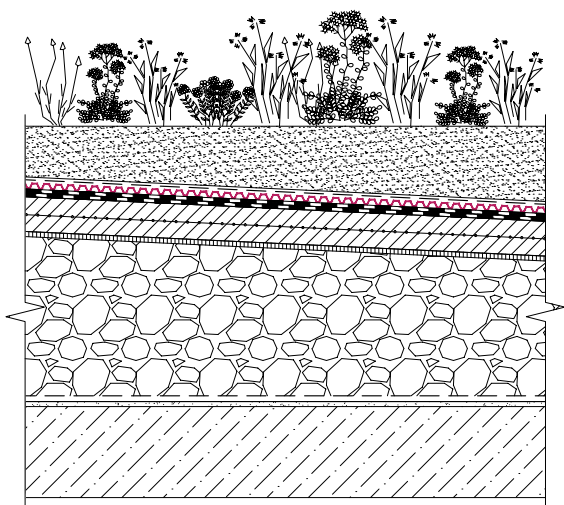
Устройство плоской эксплуатируемой кровли под автомобильную нагрузку



- Плитка керамогранитная
- Сухая цементно-песчаная смесь
- Кровельный ковер в 2 слоя (ЭПП+ЭКП)
- Праймер
- Монолитная железобетонная плита
- Разделительный слой
- Пеностеклянный щебень
- Геотекстиль
- Пароизоляция
- Монолитная железобетонная плита

Устройство озелененной кровли

Устройство озелененной кровли



- Растительный слой
- Почвенный слой
- Геотекстиль
- Профилированная мембрана
- Кровельный ковер в 2 слоя (ЭПП+ЭКП)
- Праймер
- Цементно-песчаная армированная стяжка
- Разделительный слой
- **Пеностекляный щебень**
- Геотекстиль
- Пароизоляция
- Монолитная железобетонная плита

Основные преимущества пеностекляного щебня по сравнению с другими теплоизоляционными материалами:

- более высокая прочность на сжатие (708 кПа);
- негорючесть;
- отсутствие усадки в процессе эксплуатации;
- долговечность.

После виброуплотнения фракции щебня расклиниваются, сцепляются боковыми поверхностями и образуют слой, обладающий повышенной прочностью на сжатие.

Использование современной теплоизоляции в виде пеностекляного щебня при утеплении кровель позволяет сократить бюджет строительства на данном этапе работ на 5-20% (см. приложение). Экономия осуществляется за счет уменьшения количества подстилающих слоев и удешевления стоимости работ по устройству кровли. Сокращаются сроки монтажа.

Преимущества утепления кровель пеностекляным щебнем:

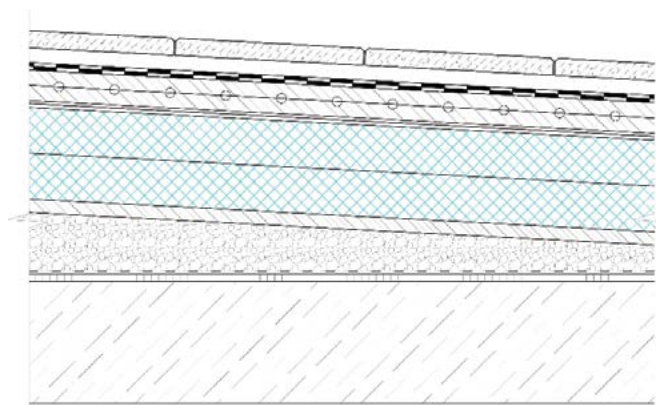
- Простота в применении;
- Значительно дешевле по сравнению с «классическим» вариантом;
- Сокращение сроков монтажа за счет сокращения операций;
- Долговечность теплоизоляции без потери свойств (на весь срок эксплуатации здания);
- Высокие прочностные характеристики материала, позволяют создавать эксплуатируемые кровли (террасы, автопарковки, игровые и спортивные площадки);
- Класс горючести – НГ (не горючий);
- Экологическая безопасность материала и инертность к любым агрессивным средам;
- Отсутствие проблем с сыростью и плесенью при эксплуатации;
- Непригодная среда для обитания грызунов.

Сравнительный анализ устройства плоских эксплуатируемых кровель

Для экономических расчетов плоской эксплуатируемой кровли под пешеходную нагрузку взят проект административного здания, г. Москва

1. Первичный вариант кровли для административного здания:

При возведении здания для устройства кровли применили несущие конструкции из железобетона. Система представляет собой схему устройства плоских кровель, где в качестве теплоизоляционного слоя применяется экструзионный пенополистирол. Уклонообразующий слой выполнен из керамзитового гравия, пролитого цементным молоком. Отвод воды обеспечивают внутренние водостоки. Суммарная площадь кровли в осях составляет 2100 м².



Работа:

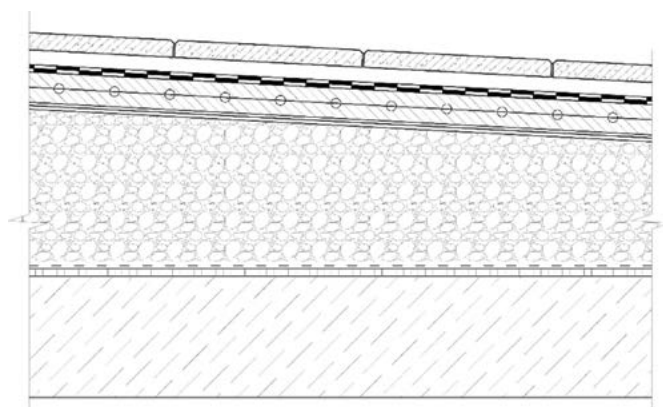
1. Подготовка основания;
2. Укладка пароизоляции;
3. Укладка геотекстиля;
4. Устройство уклонообразующего слоя из керамзитового гравия;
5. Устройство разделительного слоя и выравнивающей ЦП стяжки;
6. Укладка утеплителя ЭППС в два слоя;
7. Устройство цементно-песчаной стяжки;
8. Создание адгезионного слоя;
9. Гидроизоляция поверх стяжки в два слоя;
10. Укладка керамогранитной плитки по сухой цементной смеси.

Основные материалы:

1. Теплоизоляция состоит из двух слоев экструзионного пенополистирола толщиной 120 мм.
2. Уклоны для водостоков выполнены из керамзитового гравия 30-150 мм.
3. Выравнивающая стяжка выполнена из ЦПР М 150, толщиной 30 мм.
4. Основание для гидроизоляции выполнено из ЦПР М150, толщиной 40 мм.
5. В качестве пароизоляции использован «Технониколь Бикроэласт ТПП».
6. Адгезионный слой выполнен из битумного праймера.
7. Гидроизоляция выполнена из битумно-полимерного гидроизоляционного полотна «Технониколь Техноэласт ЭКП» поверх стяжки в два слоя.
8. Поверх гидроизоляции уложена керамогранитная плитка по сухой цементной смеси.

2. Альтернативный вариант эксплуатируемой кровли с пеностеклянным щебнем:

При возведении здания для устройства кровли применили несущие конструкции из железобетона. Система представляет собой схему устройства плоских кровель, где в качестве теплоизоляционного слоя применяется пеностекло. Уклонообразующий слой также выполнен из пеностеклянного щебня. Отвод воды обеспечивают внутренние водостоки. Суммарная площадь кровли в осях составляет 2100 м².



Работа:

1. Подготовка основания;
2. Укладка пароизоляции;
3. Укладка геотекстиля;
4. Укладка пеностекла с разуклонкой 0-120 мм;
5. Устройство цементно-песчаной армирующей стяжки 40 мм;
6. Создание адгезионного слоя;
7. Гидроизоляция поверх стяжки в два слоя;
8. Укладка керамогранитной плитки по сухой цементной смеси.

Основные материалы:

1. Теплоизоляция состоит из ЩП толщиной – 260 мм. Уклоны для водостоков также выполнены из ЩП– 0-120 мм.
2. Основание для гидроизоляции выполнено из цементно-песчаного раствора М150 по армирующей сетке. Толщина стяжки – 40 мм.
3. В качестве пароизоляции использован «Технониколь Бикроэласт ТПП».
4. Адгезионный слой выполнен из битумного праймера.
5. Гидроизоляция выполнена из битумно-полимерного гидроизоляционного полотна «Технониколь Техноэласт ЭКП» поверх стяжки в два слоя.
6. Поверх гидроизоляции уложена керамогранитная плитка по сухой цементно-песчаной смеси.

Сравнительный анализ устройства двух видов эксплуатируемых кровель

№	Наименование работ	Ед. изм.	Без фракционированного пеностекла			С фракционированным пеностеклом		
			кол-во	цена	сумма	кол-во	цена	сумма
1	Праймер	м ²	2 100	60	126 000	2 100	60	126 000
2	Пароизоляция	м ²	2 230	160	356 800	2 230	160	356 800
3	Геотекстиль 250 гр/м ²	м ²	2 230	45	100 350	2 230	45	100 350
4	Уклонообразующий слой из керамзитового гравия 30-150 мм	м ³	189	1 600	302 400			
5	Работы по устройству разуклонки	м ²	2 100	300	630 000			
6	Утепление ЩП 100-30/60, 260мм с разуклонкой 0-120 мм	м ³				819	3 000	2 457 000
7	Работа по утеплению ЩП	м ²				2 100	400	840 000
8	Разделительный слой, пленка ПВХ	м ²	2 230	45	100 350	2 230	45	100 350
9	ЦПС выравнивающая 30 мм	м ²	2 100	520	1 092 000			
10	Утепление ЭППС, 120 мм	м ³	252	4 500	1 134 000			
11	Работа по утеплению ЭППС	м ²	2 100	450	945 000			
12	ЦПС, армированная 40 мм	м ²	2 100	650	1 365 000	2 100	650	1 365 000
13	Гидроизоляция в 2 слоя, с работой	м ²	2 270	550	1 248 500	2 270	550	1 248 500
14	Керамогранитная плитка по сухой цементной смеси	м ²	2 100	600	1 260 000	2 100	600	1 260 000
	ИТОГО				8 660 400			7 854 000
	Экономия, руб.							806 400
	Экономия, %							9,31

Выводы. Преимущество и выгода конструкции кровли с пеностеклянным щебнем в качестве утеплителя заключается:

1. В экономии затрат на материалы, в простом производстве работ по монтажу, в отсутствии специальных требований к специалистам (рабочим).
2. Выполнение уклонообразующего слоя (разуклонки) осуществляется одновременно с монтажом теплоизоляционного слоя одним материалом (пеностеклом).
3. Конструкция с ЩП долговечна и надежна – срок службы кровли с пеностеклом равен всему сроку эксплуатации здания.

Рекомендации по устройству плоских кровель с применением пеностеклянного щебня

Подготовка основания

В плоской кровле несущим основанием чаще служит профилированный стальной лист или железобетонная плита. В случае если в качестве несущего основания используется бетонная плита, перед укладкой ЩП следует выполнить подготовительные работы — поверхность следует очистить от грязи, заделать трещины и неровности, при необходимости выровнять.

В случае если в качестве несущего основания выступает профилированный стальной лист, перед отсыпкой ЩП на стальной лист следует организовать сплошной ровный слой (настил), например при помощи стекломagneйных листов (СМЛ).



Перед началом работ необходимо провести прочностные и теплотехнические расчеты, по результатам которых определяется толщина теплоизоляционного слоя.



Устройство пароизоляции

На несущее основание необходимо уложить пароизоляционную пленку. Нахлесты полотнищ пароизоляции (не менее 150 мм) склеить с помощью клейкой ленты. В местах примыкания к стенам, парапетам, оборудованию, проходящему через кровлю завести пароизоляцию выше теплоизоляционного слоя на 50 мм. Сверху по пароизоляции уложить геотекстиль плотностью не менее 250 гр/м² с перехлестом полотнищ (не менее 150 мм).



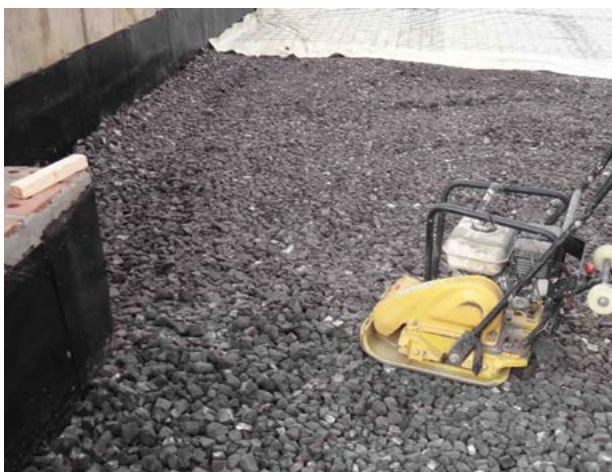
Укладка утеплителя

После подготовительных работ по обустройству площадки необходимо произвести несколько простых действий:

- Насыпать послойно пеностекло (каждый слой 150-200 мм – для фракции 30-60 и 200-250 мм – для фракции 5-20). В случае необходимости, при помощи ЩП можно создать уклоны, необходимые для стока воды.



- Тщательно уплотнить каждый слой виброплитой (соблюсти коэффициент уплотнения 1:1,3, 1:1,2 и 1:1,1). Замерять уровень уплотнения рекомендуется с помощью цифрового нивелира и рейки.



- Сверху устроить разделительный слой.

-
- В зависимости от эксплуатационной нагрузки по слою утеплителя выполнить либо выравнивающую стяжку из цементно-песчаного раствора М150 по армирующей сетке, либо монолитную железобетонную плиту.



- Устройство гидроизоляции в 2 слоя ЭПП + ЭКП - для неэксплуатируемых кровель, и ЭПП в два слоя - для эксплуатируемых.



- Заключительный этап: в случае выполнения финишного покрытия эксплуатируемой кровли – укладка керамогранитной плитки, брусчатки, асфальта или другого финишного покрытия.

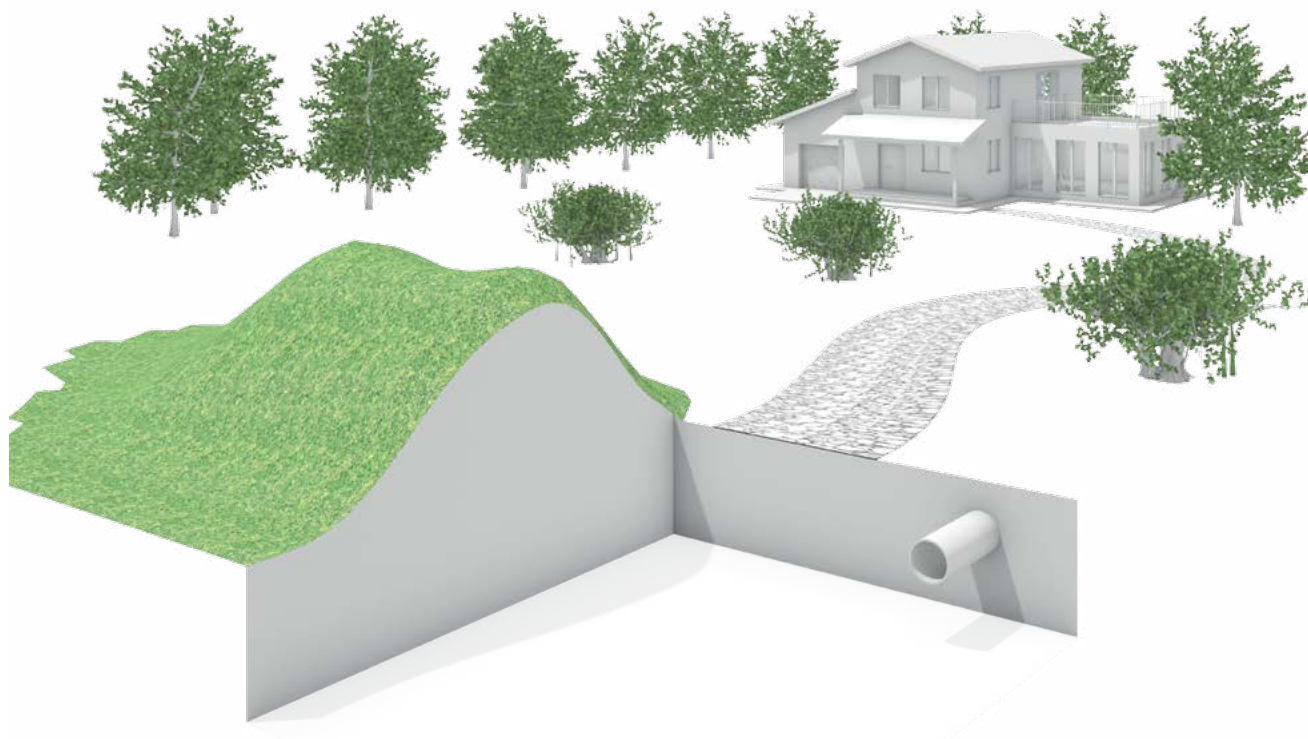


Заключение

Теплоизоляция строительных конструкций – это жизненно важный фактор строительства и эксплуатации здания. Тепловая изоляция выполняет большое количество важных функций, среди которых:

- Обеспечение тепловой изоляции от высоких и низких температур;
- Монтажное основание под гидроизоляционные материалы;
- Восприятие возможных нагрузок (эксплуатационные, ветровые, снеговые и т.д.);
- Восприятие температурных деформаций;
- Огнезащита.

Применение пеностеклянного щебня позволяет полностью обеспечить решение всех важных функций инженерного комплекса, обеспечить надёжную теплоизоляцию на весь период эксплуатации здания. Позволяет сократить энергозатраты при эксплуатации, а в случае демонтажа здания – материал может быть использован повторно на другом строительном объекте.



ПРОСТО! БЫСТРО! НАДЁЖНО!

ПЕОСТЕКЛО