СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫЕ ПЛИТНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Проектирование и устройство мелкозаглубленных плитных фундаментов типа «Утепленная шведская плита»

Издание официальное

Москва 2013

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 72746455-4.2.1-2013

МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫЕ ПЛИТНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Проектирование и устройство мелкозаглубленных плитных фундаментов типа «Утепленная шведская плита»

Издание официальное

Москва 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения и разработки стандартов организации – ГОСТ Р 1.0 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте:

1	РАЗРАБОТАН	ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»
2	УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Приказом ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные системы» № 029-СТО от 20.09.2013 г.
3	ВВЕДЕН	ВПЕРВЫЕ

В настоящем стандарте учтены основные положения ГОСТ Р 1.5 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарт национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения» и ГОСТ 2.114 – 95 «Единая система конструкторской документации. Технические условия».

© ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы», 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован, распространен и использован другими организациями в своих интересах, без договора с ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1. Область применения 5
2. Нормативные ссылки 5
3. Термины и определения 6
4. Требования к материалам 6
5. Область применения технологии утепленная шведская плита 8
6. Преимущества технологии УШП 8
7. Теоретические основы расчета УШП 9
8. Рекомендации по проектированию 12
8.1. Сбор нагрузок. Нормативные документы 12
8.1.1. Постоянные нагрузки от собственного веса 13
8.1.2. Временные (эксплуатационные) нагрузки 14
8.1.3. Снеговая нагрузка 15
8.2. Грунтовые условия 16
8.3. Выбор конструктива 17
8.3.1. Нагрузки, величина и равномерность распределения 18
8.3.2. Грунты основания 18
9. Материалы, используемые в УШП 19
10. Рекомендации по производству работ 21
11. Контроль качества строительства 22
12. Мероприятия по охране труда и технике безопасности 23
12.1. Техника безопасности при погрузо-разгрузочных работах кранами 23
12.2. Техника безопасности при производстве общестроительных работ 24
Приложение А (справочное) Сбор нагрузок. Методика Сажина В.С. 25
Приложение Б (справочное). Вариант подготовки подушки под УШП.
Формирование насыпи 27
Приложение В (справочное). Типовые узлы утепленной шведской плиты 28
Библиография 31

ВВЕДЕНИЕ

В стандарте приведены особенности конструирования мелкозаглубленных фундаментов и описаны основные этапы возведения плитного фундамента по технологии «утепленная шведская плита» (УШП) с использованием в качестве утеплителя экструзионных пенополистирольных плит марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP выпускаемых по СТО 72746455-3.3.1-2012 [9].

Стандарт предназначен для проектирования мелкозаглубленных фундаментов по технологии УШП, а также для использования при разработке проектов производства работ (ППР) и проектов организации строительства (ПОС) на строительных объектах.

Целями разработки настоящего Стандарта являются:

- повышение качества проектирования, устройства и эксплуатации мелкозаглубленных фундаментов по технологии «утепленная шведская плита»;
- содействие соблюдению требований технических регламентов;
- повышение уровня энергетической эффективности зданий, строений, сооружений в соответствие с Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [10].

СТАНДАРТ ТЕХНОНИКОЛЬ

МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫЕ ПЛИТНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Проектирование и устройство мелкозаглубленных плитных фундаментов типа «утепленная шведская плита»

Дата введения – 2013 – 09 – 20

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Стандарт разработан для проектирования мелкозаглубленных фундаментов по технологии «утепленная шведская плита» с применением экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP.

Данный Стандарт может быть использован при разработке проектной документации для строительства мелкозаглубленных фундаментов по технологии «утепленная шведская плита».

Стандарт рекомендуется к применению сотрудниками специализированных строительных организаций, занимающихся строительством фундаментов.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 12.4.026-2001	ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний.
ГОСТ Р 21.1101-2009	Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации
ГОСТ 12.0.004-90	ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
ГОСТ 7076-99	Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных пород для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 15588-86	Плиты пенополистирольные. Технические условия.
ГОСТ 17177-94	Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.
ГОСТ 25898-83	Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивлению паропроницанию.
ГОСТ 30244-94	Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.

Примечание: *При пользовании настоящим Стандартом целесообразно проверять действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим Стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором даны ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.*

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

Плитные фундаменты – фундаменты, являющиеся разновидностью мелкозаглубленных фундаментов которые имеют жесткое пространственное армирование по всей несущей плоскости, позволяющее без внутренней деформации воспринимать нагрузки, возникающие при неравномерном перемещении грунта.

Мелкозаглубленный фундамент (МЗФ) – фундамент с глубиной заложения подошвы выше расчетной глубины сезонного промерзания грунта.

Утепленная шведская плита (УШП) – утеплённый МЗФ, объединяющий в один конструктивный элемент собственно фундамент, пол 1 этажа / полы по грунту, инженерные коммуникации и систему отопления 1 этажа. Это высокотехнологичный продукт с точностью изготовления элементов 5–15 мм, с рассчитанными нагрузками, выверенными точками вывода коммуникаций, точно спроектированной системой тёплых полов и жесткими требованиями к типу и качеству материалов.

Плиты XPS ТЕХНОНИКОЛЬ – плиты, изготовленные методом экструзии из полистирола общего назначения с добавлением газообразного порообразователя и технологических добавок, выпускаются в виде окрашенных или неокрашенных изделий с гладкой или обработанной поверхностью.

4. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

Плиты XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP, применяемые в конструкции утепленной шведской плиты, должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть биостойкими (определяют на основе химического анализа);
- быть нетоксичными (ЭЗ или иной документ);
- обладать технологичностью в работе, т.е. размеры плит должны быть такими, чтобы плиту легко укладывало звено из 2-х человек; края плит должны скрепляться между собой при помощи L-кромки;
- выдерживать нагрузки, возникающие при возведении и эксплуатации здания (испытание на прочность при сжатии);
- обладать физическими и прочностными характеристиками, приведенными в таблице 4.1.

Таблица 4.1

ТЕХНОНИКОЛЬ XPS	Метод испытаний	CARBON ECO SP «Шведская плита»
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, не менее, кПа	ГОСТ 17177	400
Прочность на сжатие при 2% линейной деформации, не менее, кПа		200
Теплопроводность при (25±5)°С, Вт/(м*К), не более	ГОСТ 7076-99	0,029
Теплопроводность в условиях эксплуатации «А» и «Б», Вт/(м*К), не более	СП 23-101-2004 ГОСТ 7076-99	0,034
Группа горючести	ГОСТ 30244	Г4
Водопоглощение, не более, %	ГОСТ 15588	0,2
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м.ч.Па)	ГОСТ 25898-83	0,011
Удельная теплоемкость, кДж/(кг. °С)	СП 23-101-2004	1,45
Предел прочности при изгибе не менее, МПа	ГОСТ 17177	0,30
Плотность кг/м3, не менее	ГОСТ 17177	26–32
Температура эксплуатации, °С	СТО	От -70 до +75
Геометрические размеры*		
Толщина, мм	ГОСТ 17177	100
Длина, мм	ГОСТ 17177	2360
Ширина, мм	ГОСТ 17177	580

Применение экструзионного пенополистирола марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP в конструкции УШП исключит промерзание почвы под фундаментом. XPS долговечен и обладает высокой прочностью на сжатие. Важно отметить что именно высокая прочность на сжатие при 2% линейной деформации является ключевой характеристикой экструзионного пенополистирола, вместо 10% как это принято считать в нынешнем строительстве, поскольку именно при 2% деформации возможно определить наименьшую осадку. Кроме всего прочего, экструзионный пенополистирол не гниет и не впитывает влагу, и в отличии от ПСБ-С продукции, экструзионный пенополистирол устойчив к грызунам.

5. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УТЕПЛЕННАЯ ШВЕДСКАЯ ПЛИТА

УШП рекомендуется применять:

- для зданий высотностью 1–2,5 этажа;
- с бетонными стенами в несъёмной опалубке, деревянными, брусовыми, кирпичными и любыми другими типами стен коттеджного и малоэтажного строительства;
- с перекрытиями из железобетонных плит, монолитными, по деревянным балкам.

При проектировании дома по технологии УШП обязателен расчет прочности грунтов и конструкции фундамента.

6. ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ УШП

Технология УШП выгодно отличается от других видов МЗФ следующим:

1. Объединяет несколько конструктивных элементов разного функционального назначения: конструкцию фундамента и пола первого этажа и уменьшает количество необходимых строительных операций, сокращает сроки строительства.

2. Плиты экструзионного пенополистирола, укладываемые в основание фундамента, одновременно утепляют грунт под плитой и полы внутри помещении. Утепление грунта под плитой исключает морозное пучение. Утепление пола препятствует проникновению холода в помещение. Таким образом возникает двойной эффект от утепления.

3. Закладываемые в плиту трубы тёплого пола превращают её в отопительный прибор. В доме с удельными теплопотерями не более 70–100 Вт/м^2 такой тёплый пол способен стать основным источником отопления, исключающим необходимость установки радиаторов отопления, при условии проведения теплового расчета дома и проекта теплых полов на его основе.

4. Технология УШП имеет относительно небольшую толщину ж/б плиты основания, т.к. высокопрочный экструзионный пенополистирол, кроме функции утепления, также включается в работу по передаче и распределению нагрузки на грунт, становясь частью несущей конструкции, а также позволяет исключить устройство бетонной подготовки.

5. Экструзионный пенополистирол обладает минимальными водопоглощением, что позволяет исключить капилярное поднятие воды.

6. Бетон такого фундамента работает в более мягких условиях, по сравнению с традиционными фундаментами, следовательно действие разрушающих факторов на плиту сводится к минимуму. Это позволяет более эффективно использовать толщину бетона, снижая защитный слой с 70 мм для фундаментов без бетонной подготовки до 20–25 мм и увеличивая эффективное сечение сжатой зоны без увеличения толщины плиты и рёбер.

7. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЁТА УШП

Традиционно строители оперируют таким понятием, как «жёсткость» фундамента и здания в целом, поскольку более жесткие сооружения обеспечивают равномерное распределение осадок, а увеличение гибкости приводит к значительным неравномерным осадкам и деформациям. В сознании большинства выпускников советской и пост-советской конструкторской школы эта способность индивидуального жилищного строительства (ИЖС) противостоять деформациям обеспечивается использованием жёстких высоких фундаментных лент.

Между тем, в 80-х годах стали широко использовать методы комплексного расчёта надземного строения, фундамента и грунта основания. Так в 85 годы вышел в свет первый нормативный документ по мелкозаглублённым фундаментам – ВСН 29-85 [7], где предлагалось использовать следующее:

Основной принцип конструирования мелкозаглубленных фундаментов зданий с несущими стенами на пучинистых грунтах заключается в том, что ленточные фундаменты всех стен здания объединяются в единую систему и образуют достаточно жесткую горизонтальную раму, перераспределяющую неравномерные деформации основания.

В последнее время, в связи с развитием систем автоматизированного проектирования, проектировщики рассматривает сооружение, фундамент и основание как неделимое, совместно деформирующееся целое. Именно учёт такой комплексной жёсткости позволяет использовать МЗФ с высотой ребра фундамента 200–300 мм. Поэтому качественный расчёт УШП возможен только в современных программных комплексах типа SCAD, ЛИРА или Robot.

С учётом этого, в начале 2013 года была разработана технология расчёта УШП в автоматизированных расчётных комплексах и была сделана расчётная модель (рис.7.1):

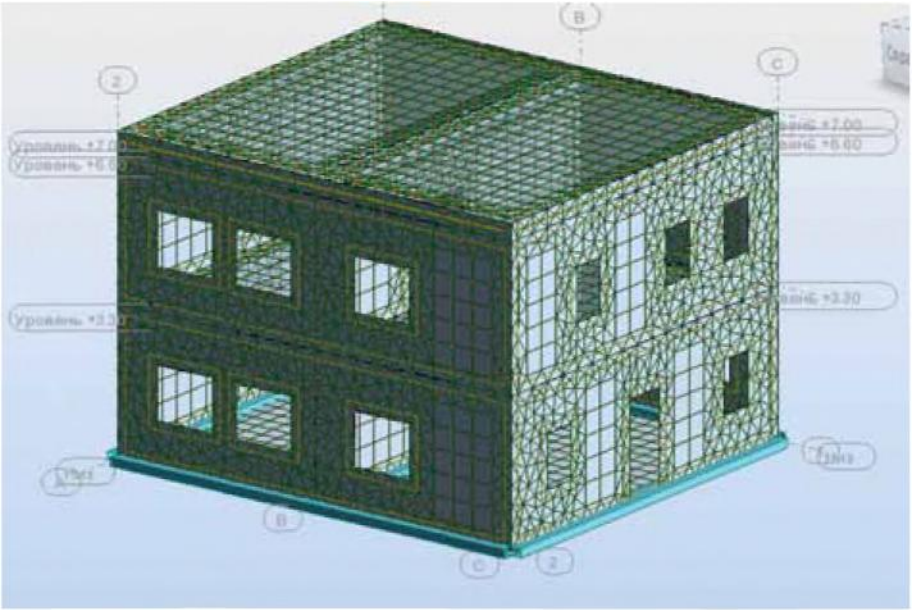


Рисунок 7.1. Расчётная модель

Данная модель описывает двухэтажный жилой дом 10х10 метров, из газобетонных блоков D500, с железобетонным межэтажным перекрытием и вальмовой кровлей.

На основе этой модели, методом конечных элементов, был произведён независимый расчёт УШП в Structure CAD Office (далее SCAD) и Robot Structural Analysis. Конструкция модели УШП состояла из балок 200hx600 мм, жёстко соединённых с плитой. Вся конструкция опиралась на упругое основание с рассчитанными коэффициентами постели для ребра и плитной части, с учётом характеристик экструзионного пенополистирола и грунта основания.

Наибольший интерес представлял расчёт именно плитной части, особенно в зоне примыкания к ребру. Полученные карты необходимого армирования верхней зоны показаны ниже (рис.7.2):

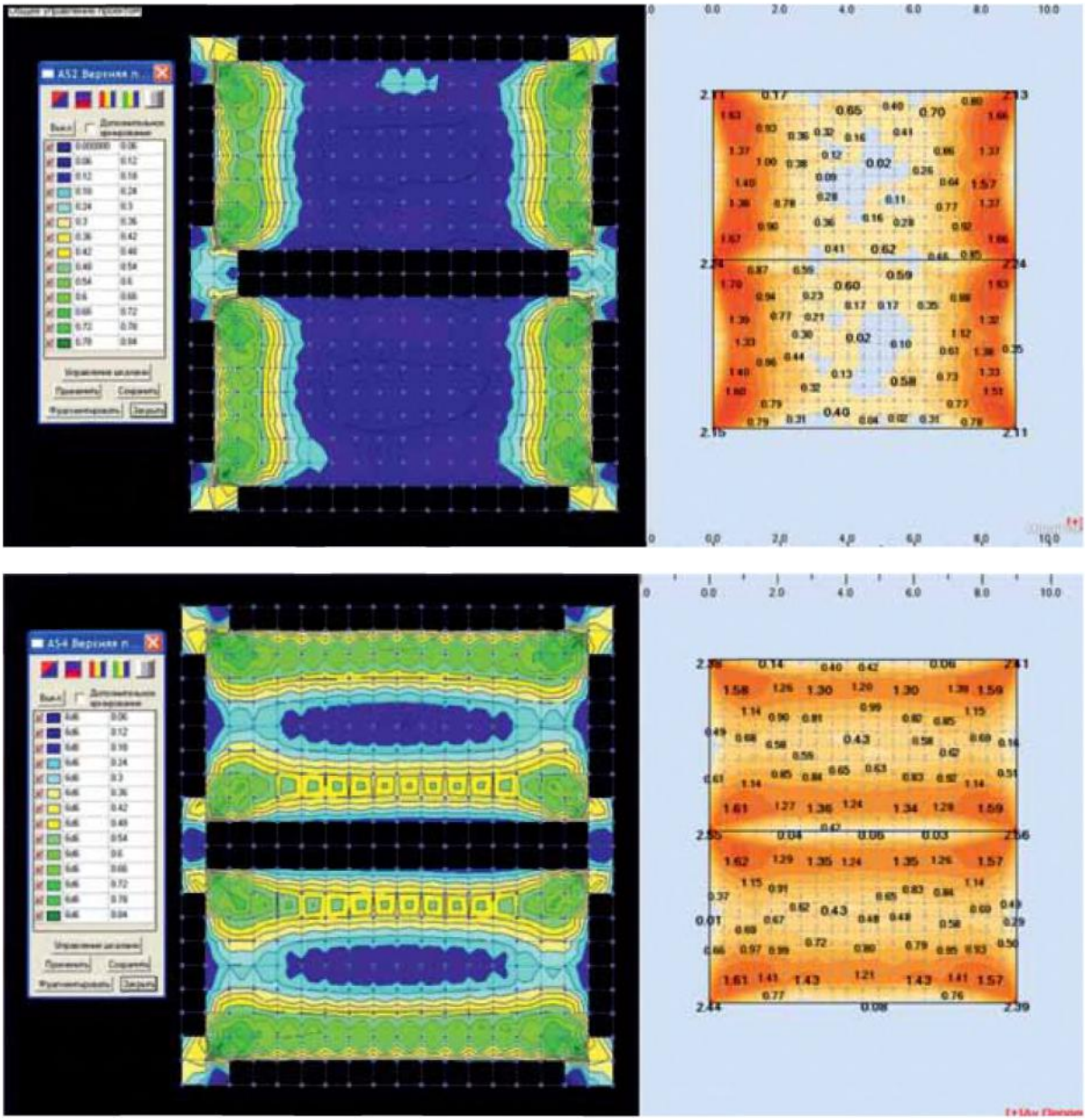


Рисунок 7.2. Сравнительные карты армирования в SCAD (слева) и Robot (справа)

Небольшое отличие в картах в районе ребра связано с различиями методик расчёта армирования зоны примыкания.

Кроме того, полученная расчётная модель позволила смоделировать целый ряд вариантов нагружения УШП, выявить закономерности поведения данной конструкции и сформировать более подробные инструкции по проектированию и устройству этого типа фундамента.

Один из основных факторов, влияющий на конструкцию плиты и выявленный при расчётах большого количества УШП, это равномерность распределения нагрузки. В указанном на рисунке 7.3 примере нагрузки распределяются очень равномерно, это хорошо видно из карты реакций опоры под плитой:

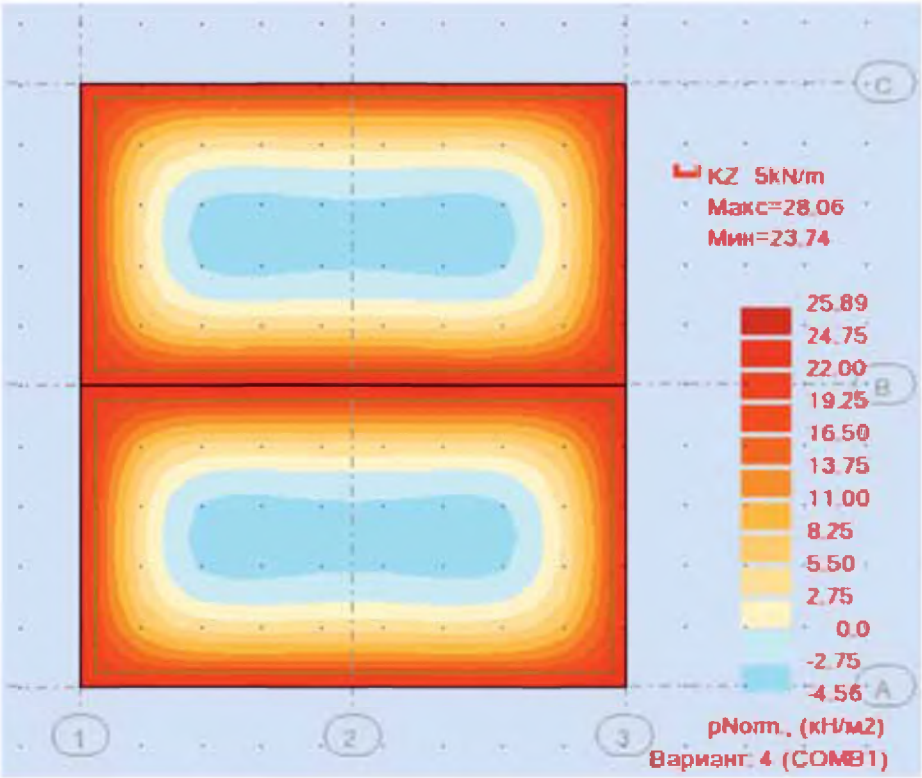


Рисунок 7.3. Карты реакции опоры

При таком распределении нагрузок потребность в армировании минимальна, а распределение арматуры равномерное (рис.7.4):

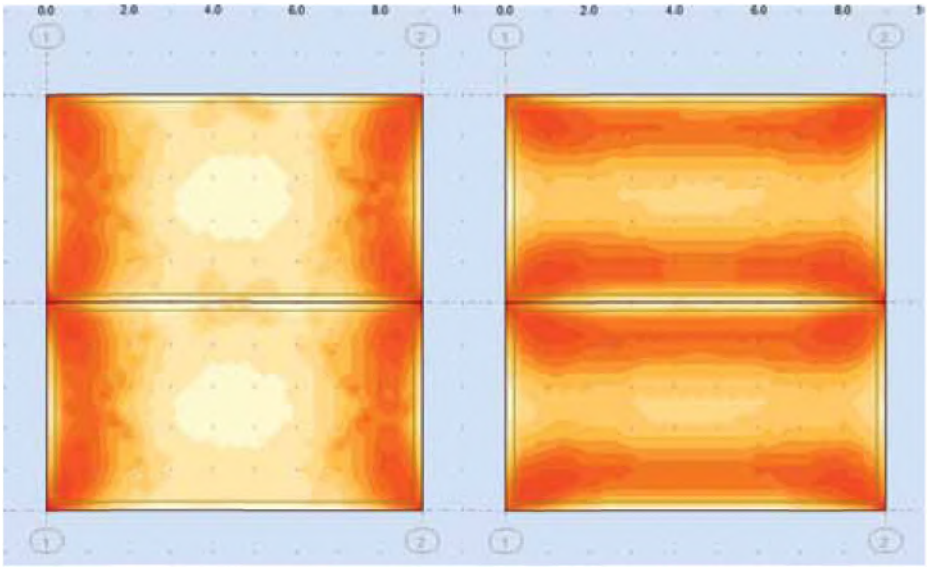


Рисунок 7.4 Карты армирования УШП в верхней зоне

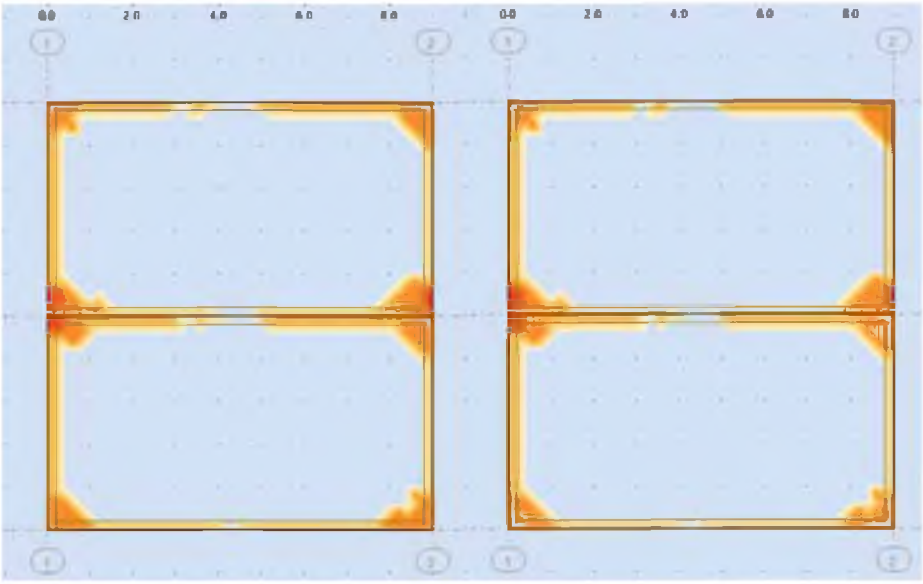


Рисунок 7.5. Карты армирования нижней зоны УШП

По картам можно сделать вывод о структуре армирования. Для верхней зоны достаточно сетки Вр 5 мм с ячейкой 100х100 мм, а для рёбер жесткости – по два стержня 12А500 в верхней и нижней зонах ребра.

Совсем другая картина получается при значительных перепадах нагрузок, например, наличии локальных нагрузок от колонн или больших проёмов в стенах. В этом случае возникают значительные срезывающие усилия из-за разности осадок элементов плиты.

Ещё одним выявленным при моделировании фактором стало понимание работы экструзионного пенополистирола в конструкции. Упрощённо эту закономерность можно сформулировать таким образом:

- В конструкции УШП, особенно под ребра жесткости, необходимо использовать XPS с прочностью на сжатие 400 кПа при 10% нагрузке или 200 кПа при длительной 2% нагрузке.

Использование XPS высокой прочности в плитной части позволяет равномерно распределить нагрузки по всей поверхности пола.

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

8.1. Сбор нагрузок. Нормативные документы

При проектировании конструктива УШП, проверки ширины ребер жесткости, толщины плиты и т.д. необходимо провести расчеты на прочность. В первую очередь следует начинать со сбора нагрузок на рёбра плиты. В результате этого действия должно быть получено понимание, какие нагрузки приходятся на рёбра плиты.

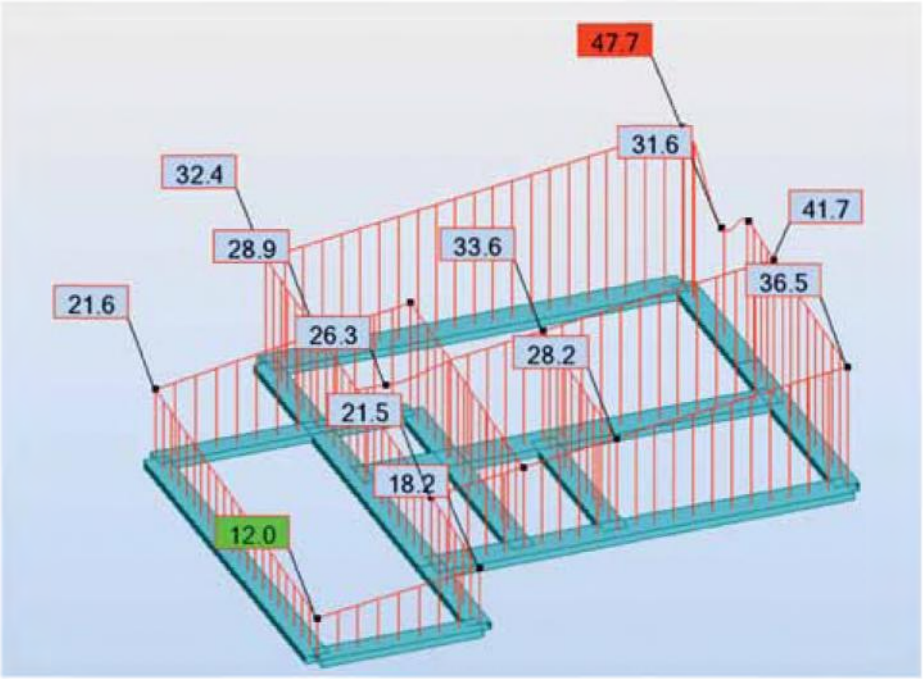


Рисунок 8.1. Пример сбора нагрузок выполненный в программе RSA (в кН/м)

Сбор нагрузок осуществляется в соответствии с СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» [1], где в п. 5.2 приведен перечень видов нагрузок и воздействий при оценке возможности наступления предельных состояний:

- Постоянные нагрузки от собственного веса конструкций
- Временные (эксплуатационные) нагрузки
- Снеговые нагрузки
- Ветровые нагрузки

Также задаются требования к способу учёта неблагоприятных сочетаний нагрузок и необходимости задания коэффициентов надёжности (запаса) по соответствующим главам СП «Нагрузки и воздействия».

8.1.1. Постоянные нагрузки от собственного веса

Постоянные нагрузки от собственного веса конструкций здания устанавливаются в соответствии с разделом 7 СП «Нагрузки и воздействия» [1]. При этом учитывается коэффициент надёжности (достоверности), который отражает среднестатистическую практику отклонений массы тех или иных видов конструкций от расчётных величин.

Нормативное значение веса конструкций заводского изготовления следует определять на основании стандартов, рабочих чертежей или паспортных данных заводов-изготовителей, других строительных конструкций и грунтов – по проектным размерам и удельному весу материалов и грунтов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации сооружений.

Коэффициенты надежности по нагрузке Y_f для веса строительных конструкций и грунтов приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Конструкции	
Металлические	1.05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м^3), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1.1
Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м^3 и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
– в заводских условиях	1.2
– на строительной площадке	1.3
Грунты	
В природном залегании	1.1
На строительной площадке	1.15

Примечание: *При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складируемых материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.*

8.1.2. Временные (эксплуатационные) нагрузки

Временные нагрузки устанавливаются в соответствии с разделом 8 СП 20.13330.2011 [1], согласно которого для одноквартирных жилых домов нагрузка составляет 1,5 кПа (150 кг/м^2). При распределённой нагрузке применяем коэффициент надёжности равный 1,3. Следовательно временная нагрузка равна 195 кг/м^2.

Нормативные значения равномерно распределенных временных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы и полы на грунтах приведены в таблице 8.2.

Нормативные значения нагрузок на ригели и плиты перекрытий от веса временных перегородок следует принимать в зависимости от их конструкции, расположения и характера опирания на перекрытия и стены. Указанные нагрузки допускается учитывать, как равномерно распределенные добавочные нагрузки, принимая их нормативные значения на основании расчета для предполагаемых схем размещения перегородок, но не менее 0,5 кПа.

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для равномерно распределенных нагрузок следует принимать:

1.3 – при полном нормативном значении менее 2,0 кПа;

1,2 – при полном нормативном значении 2,0 кПа и более.

Коэффициент надежности по нагрузке от веса временных перегородок следует принимать в соответствии с таблицей 8.1.

Таблица 8.2

№ п.п.	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок Pt, кПа
1	Квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев; террасы	1,5
2	Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) промышленных предприятий, общественных зданий и сооружений	2,0
3	Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки; помещения электронно-вычислительных машин; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т.п.); технические этажи жилых и общественных зданий высотой менее 75 м; подвальные помещения	Не менее 2,0

Для простоты расчётов лёгких перегородок допускается не рассчитывать вес каждой некапитальной стены и перегородки внутри дома, а брать их среднее значение как дополнительные 50 кг/м^2 или 0,5 кПа равномерно распределённой нагрузки.

Для чердачных перекрытий эта нагрузка составляет 0,7 кПа (70 кг/м^2). В случае если перегородок не планируется, необходимо использовать коэффициенты 1,3*1,1 в результате чего нагрузка составит 1,0 кПа (100 кг/м^2).

8.1.3. Снеговая нагрузка

Величина снеговой нагрузки на кровлю определяется по таблице 8.3 и карте районирования согласно СП 20.13330.2011 [1] (рисунок 8.2). Например, для Московской области нагрузка от снежного покрова составляет 1,8 кПа (180 кг/м^2).

Таблица 8.3

Снеговые районы (Принимаются по рис 8.2)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Sg, кПа	0.8	1.2	1.8	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6

Рисунок 8.2 Карта районирования по весу снегового покрова

В отношении снеговой нагрузки действует понижающий или повышающий коэффициент, устанавливаемый в зависимости от угла наклона и сложности кровли.

Принято считать, что при уклоне менее 30 градусов кровля плоская. При уклоне свыше 60 градусов – скатная. В диапазоне между 30 и 60 градусами действует линейный понижающий коэффициент, например для 45 градусов он равен 0,5.

В виду того, что для двухскатных кровель с углом наклона между 20 и 40 градусами на подветренной стороне скапливается повышенное количество снега, для таких кровель используется повышающий коэффициент 1,25.

В сложных кровлях, при больших размерах зданий и прочих ситуациях, когда снег ложится неравномерно, следует учитывать фактор неравномерности нагрузки.

Ветровая нагрузка обычно учитывается только при расчёте кровель. На фундамент одного-двухэтажного здания она оказывает небольшое значение, поэтому ей можно пренебречь.

8.2. Грунтовые условия

После сбора всех нагрузок необходимо сопоставить их с характеристиками грунта основания. Рекомендуется собрать максимум информации о грунте под УШП, с привлечением специалистов по инженерным изысканиям.

Нормативные документы не рассматривают проектирование и строительство без инженерных изысканий, однако существующая практика коттеджного малоэтажного строительства показывает, что при определённых условиях такое строительство возможно, если:

1. Имеются достаточно достоверные данные о грунте, полученные в ходе наблюдений, консультаций со специалистами.
2. Имеется значительный опыт успешного строительства в данном регионе, на подобных грунтах.
3. Удельные нагрузки на грунт незначительные и в разы превышают нормативные значения.
4. Конструкция сооружения может быть отнесена к несложным или типовым.

В этом случае рекомендуем воспользоваться данными Сажина В.С. [13], таблица 8.4, для определения параметров грунта:

Таблица 8.4

Наименование грунта	Показатель текучести, JL	Коэффициент пористости, е	Расчетное сопротивление грунта R, т/м^2
Глина тугопластичная	0,25 < JL < 0,5	0,7 0,85	36,0 30,2
Суглинок тугопластичный	0,25 < JL < 0,5	0,7 0,85	22,8 15,7
Супесь пластичная	0 < JL < 0,25	0,6 0,7	20,5 16,9
Глина мягкопластичная	0,5 < JL < 0,75	0,7 0,85 1,00	24,3 19,0 14,8
Суглинок мягкопластичный	0,5 < JL < 0,75	0,7 0,85 1,00	15,5 17,7 8,9
Супесь пластичная	0,5 < JL < 0,75	0,7 0,85	11,0 7,5
Песок крупный		0,50 0,60	20,4 14,5

Значения R для грунтов из этой таблицы отличается от приводимых в СП 22.13330.2011 «Основания здания и сооружений» [2], поскольку специально адаптированы для МЗФ. Именно это значение и будет служить основанием для выбора конструктива УШП.

В случае сомнений в качестве грунта основания, особенно, если основания сложены слабыми, заторфованными и просадочными грунтами, рекомендуем выполнять расчеты на прочность согласно СП 22.13330.2011 «Основания здания и сооружений» [2].

8.3. Выбор конструктива

Основные факторы, которые необходимо учесть при выборе конструктива УШП:

- Нагрузки на рёбра УШП
- Характеристики грунта основания
- Регион согласно [1], таблица 8.3
- Равномерность распределения нагрузок
- Потребность в отоплении

При этом основными переменными конструктивного решения будут:

- Высота/ширина ребра УШП
- Армирование ребра
- Армирование плитной части
- Толщина утеплителя XPS

- Прочность утеплителя XPS
- Параметры подушки и подготовки
- Длина и траектория заложения трубок отопления системы «тёплый пол»

Для определения матрицы возможных вариантов конструктива в зависимости от условий, определимся с существующими основными решениями.

8.3.1. Нагрузки, величина и равномерность распределения

Предлагаются два основных конструктивных варианта УШП (Таблица 8.5):

- Нагрузки на ребро плиты до 18–23 кН/м (2 тн/м)
- Нагрузки на ребро плиты до 32–42 кН/м (4 тн/м)

Они отличаются % армирования ребра и плитной части, т.е. отношением площади арматуры в сечении к размеру самого сечения.

8.3.2. Грунты основания

Практика расчётов МЗФ показывает, что все грунты можно разделить условно на две группы:

1. С R равным 15,3 т/м^2 и менее.

2. С R более 15,3 т/м^2.

В первом случае необходимо решать задачу повышения несущей способности грунта за счёт «подушки», во втором случае «подушка» служит выравнивающим слоем и улучшает равномерность распределения нагрузок на грунт.

Таблица 8.5

Грунтовое основание	Прочность грунта (т/м^2)	Нагрузка на ребро жесткости (кН/м)	
		Без дополнительной арматуры	С дополнительной арматурой
Валунная глина и гравий	R > 15,3	21–23	38 –42
Песок и плотная глина	R > 10,2	18	32
Иное	R > 5,1	11	15

9. МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В УШП

Таблица 9.1. Материалы для использования в УШП

Поз.	Наименование	ГОСТ / вид / характеристики	Норма расхода, ед. изм.	Примечание
1	2	3	4	5
Материалы для устройства фундамента				
1	Пенополистирол экструзионный ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP высокой прочности, подходящий для использования в основании под фундаментами.		0.3 м³/м²	Теплоизоляция основания фундаментов
2	L-Блоки из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP		1 м.п. / м.п.	Вспомогательные торцевые и угловые элементы
3	Арматура по ГОСТ 5781-82 Ш 10 AIII Ш 12 AIII		Для Ш10 15 м.п./м² плиты Для Ш12 4,5 м.п. /на 1 м.п. ростверков	Армирование
4	Пленка полиэтиленовая 150–200 мкм		1.2 м²/м² плиты	Укладка пленки по теплоизоляции под стяжку
5	Доска обрезная для устройства опалубки 40(50)x100		0,02 м³/м.п	Укрепление бортовых элементов опалубки в вертикальном положении
6	Бетон B25, F100, W4		0,15–0,2 м³/ на 1 м² плиты	

Материалы для устройства системы жидкостного напольного отопления				
1	2	3	4	5
7	Полимерные трубы из полиэтилена или полипропилена PEX, P-PE, разрешенные для применения в системах отопления с температурой теплоносителя до + 95°С и рабочим давлением не менее 6 бар		Определяется проектом м.п.	Устройство контуров теплого пола
8	Хомут пластиковый (кабельная стяжка). Длинна 150–200 мм		10 шт./м^2 пола	Фиксация труб ТП к сетке
9	Пара коллекторов на 1" для системы теплого пола в комплекте с расходомерами и спускными воздухоотводными клапанами.		1 шт. на N отводов (по числу ветвей)	
10	Обжимной фитинг для подключения труб «Евроконус»		2 x N шт. (по числу ветвей)	Подключение труб ТП к коллекторам
11	Кран шаровый в/н на 1 дюйм		2 шт.	
12	Гофра защитная из ПНД для труб из полиэтилена 20 мм		~ 25 м.п на 1 комплект ТП	Для защиты трубы ТП в местах проходов через стены, проемы, на входе в стяжку
13	Теплоноситель антифриз или вода		40–60 л. В зависимости от размера ТП	
14	Погружной насос для чистой воды (Малыш, Гном). Напор не меньше h=40 м		1 шт.	Для прокачки и опрессовки системы под давлением 3,8–4,0 бар

15	Узел для опрессовки системы состоящий из манометра, обратного клапана, шарового крана и штуцера для подсоединения шланга		1 шт.	Узел в сборе для многократного использования
16	Емкости полиэтиленовые (таз, ведро)			

10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

Подготовка основания

1. Разметка осей дома
2. Разметка котлована. Котлован делается больше чем сам фундамент на 1–2 метра с каждой стороны.
3. Определение перепадов высот в пятне застройки
4. Определение толщины плодородного слоя
5. Механическая разработка котлована
6. Монтаж закладных под ввод системы водоснабжения. Система водоснабжения закладывается ниже глубины промерзания
7. Устройство дренажной системы
8. Монтаж геотекстиля на дно котлована
9. Устройство подушки (щебень, песок) с послойной трамбовкой и увлажнением песка

Коммуникации

1. Монтаж закладных под ввод и вывод электричества
2. Монтаж системы канализации

Укладка утеплителя

1. Монтаж L-блоков
2. Монтаж нижнего слоя утепления из XPS
3. Монтаж гидроизоляции, укладка ПВХ пленки
4. Монтаж второго слоя утеплителя из XPS. (Между будущих ребер жесткости)

Армирование

1. Изготовление хомутов для каркасов
2. Изготовление каркасов
3. Монтаж каркасов в опалубку

Отопление «тёплый пол»

1. Монтаж труб теплого пола
2. Монтаж коллектора
3. Подключение труб к коллектору
4. Опресовка системы теплого пола

Укладка бетона

1. Подача бетона в опалубку
2. Разравнивание бетона, контроль ровности поверхности по ротационному нивелиру
3. Выравнивание бетона с помощью виброрейки
4. Затирка бетона скребком
5. Затирка бетона затирочной машиной – «вертолетом»

Отмостка

1. Укладка XPS под отмостку

11. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА

Операционный контроль качества земляных работ выполняют в соответствии со ВСН 29-85 [7] в обычном порядке. После завершения работ земляное полотно должно быть принято по акту на скрытые работы.

Нетканый геотекстиль в строительной организации проходит приемочный контроль, осуществляемый визуально. Должен быть выполнен осмотр полотен 3% рулонов по всей длине из поступившей партии, но не менее двух рулонов. При наличии нарушений целостности (разрывы, дыры) полотна выбраковываются.

Ровность распределения полотен нетканого геотекстиля на земляном полотне, поверхности плит, и качество скрепления полотен контролируют визуально.

Контроль качества работ по сооружению насыпи из плит XPS начинается с приемочного контроля плит, осуществляемого визуально. Плиты не должны иметь сколов, вмятин, трещин.

При раскладке плит XPS контролируют ровность укладки каждого слоя плит при помощи нивелира. Проверяют наличие закрепления плит XPS в крайних рядах.

После завершения работ по укладке плит XPS должна быть осуществлена приемка по акту на скрытые работы.

Если защитный слой из песка под плитами XPS выполняет функцию дренирующего слоя, соответствие состава песка проектным требованиям следует определять в карьере один раз за смену.

12. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

12.1. Техника безопасности при погрузо-разгрузочных работах кранами

1. При производстве строительно-монтажных работ необходимо руководствоваться требованиями СНиП 12-03-2001 [1,2] и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве» [5] и «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» – ПБ 10-382-00 Госгортехнадзора РФ [8].
2. На строительной площадке приказом назначить ответственного за безопасное производство работ краном из числа прорабов или начальников участков.
3. Все работы производить под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ краном.
4. Грузоподъемные машины, съемные грузозахватные приспособления и тара, не прошедшие технического освидетельствования, к работе не допускаются.
5. Не допускается строповка груза, находящегося в неустойчивом положении, исправление положения элементов строповочных устройств на приподнятом грузе, оттяжка груза при косом расположении грузовых канатов.
6. Рабочие всех специальностей должны быть обеспечены защитными касками и спецодеждой. Рабочие, работающие на высоте, обеспечиваются проверенными и испытанными предохранительными поясами со страховочными карабинами, закрепляемыми за надежную конструкцию, указываемую мастером или бригадиром. Пояса должны быть инвентарными и испытанными.
7. Рабочие должны иметь удостоверения на право производства конкретного вида работ, а также должны пройти инструктаж по технике безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда».
8. При разгрузке краном длинномерных конструкций использовать гибкие расчалки для того, чтобы исключить разворот поднимаемых краном конструкций.
9. Не допускать к использованию немаркированные, неисправные или не соответствующие характеру и массе грузов съемные грузозахватные приспособления. Бракованные приспособления с места работы удаляются.
10. При выполнении погрузо-разгрузочных работ вручную следует соблюдать требования законодательства о предельных нормах переносимых грузов и допуске работников к выполнению этих работ.
11. Погрузо-разгрузочные работы следует выполнять механизированным способом с использованием подъемно-транспортных механизмов. Механизированный способ погрузо-разгрузочных работ является обязательным для грузов весом более 50 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 2 м.
12. Расстроповку элементов конструкций здания и бытовых зданий установленных в проектное положение, следует производить после надежного постоянного или временного их закрепления. Элементы монтируемых конструкций во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.
13. Не допускается пребывание рабочих на элементах конструкций во время их подъема или перемещения.

14. Опасную зону работы крана выгородить защитным хорошо видимым ограждением по ГОСТ 12.4.026-2001.
15. Запрещается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе или тумане, исключающих видимость в пределах фронта работ.
16. Материалы (конструкции) следует размещать в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складируемых материалов. Складские площадки должны быть защищены от поверхностных вод. Запрещается осуществлять складирование материалов, изделий на насыпных неуплотненных грунтах.
17. Ознакомить под роспись с данным разделом Трудового Кодекса РФ рабочих, стропальщиков и лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами.

12.2. Техника безопасности при производстве общестроительных работ

При производстве работ необходимо руководствоваться правилами техники безопасности в соответствии со СНиП 12-04-2002 “Безопасность труда в строительстве. Часть 2 [5]. Строительное производство», СанПин 2.2.31384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ» [6] и «Правилами пожарной безопасности».

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

Проемы в перекрытиях зданий, к которым возможен доступ людей, должны быть закрыты сплошным настилом или иметь ограждения.

Строительный мусор следует загружать в бункера или контейнеры, не допуская захламления территории и путей передвижения рабочих.

Средства подмащивания должны иметь ровные рабочие настилы с зазорами между досками не более 5 мм, а при расположении настила на высоте 1.3 м и более – ограждения (бортовые элементы).

При работе с электроинструментом необходимо соблюдать требования межотраслевой типовой инструкции по охране труда при работе с ручным электроинструментом ТИ Р М-073-2002. К самостоятельной работе с электроинструментом допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, прошедшие обучение безопасным приемам и методам труда по основной профессии и по электробезопасности, стажировку под руководством опытного рабочего и инструктаж на рабочем месте.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 [11] лица не достигшие 18 лет могут переносить тяжести весом в соответствии с таблицей предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную.

Приложение А (справочное) Сбор нагрузок. Методика Сажина В.С.

Нагрузки на фундаменты зависят от конструктивной особенности здания (рисунок А1), его этажности, размеров и материалов стен, перекрытий, покрытия и крыши. Кроме того, учитываются полезная нагрузка на перекрытия (0,15 т/м²) и снеговая нагрузка (0,1 т/м²) на крышу или плоскую кровлю.

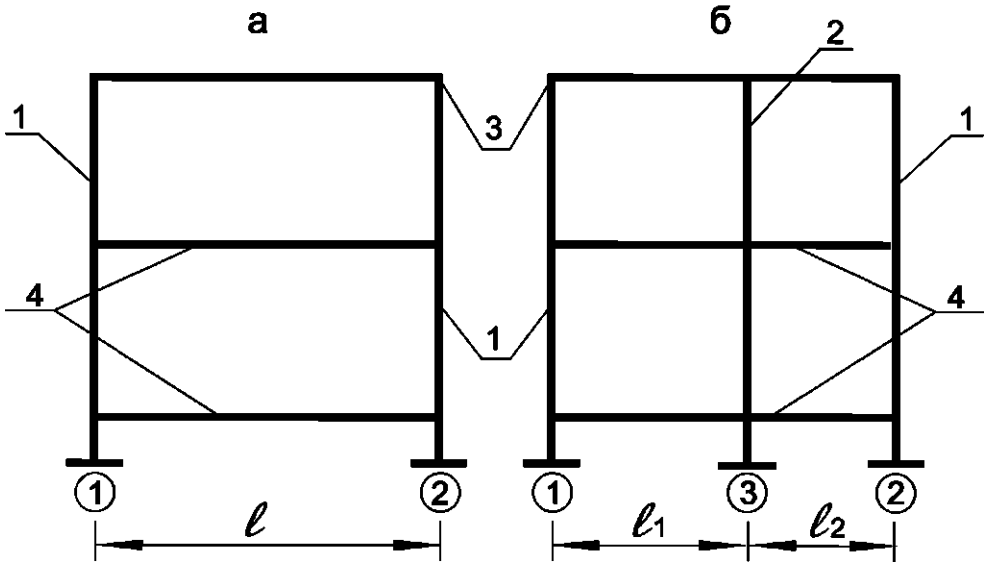


Рисунок А1. Конструктивные схемы зданий
а – здание с наружными несущими стенами; б – здание с наружными и внутренними несущими стенами.
1 – наружная стена; 2 – внутренняя несущая стена; 3 – покрытие; 4 – перекрытие.

При 1-ой конструктивной схеме (рисунок А1,а) на фундаменты по осям 1 и 2 передаются равные нагрузки. При 2-ой конструктивной схеме (рисунок А1,б) нагрузки на фундамент по оси 1 собираются с участка длиной $l_1/2$, по оси 2 – с участка длиной $l_2/2$, по оси 3 – с участка длиной $(l_1+l_2)/2$/

Нагрузки определяются на 1 погонный метр фундамента с использованием удельных нагрузок приходящихся на 1м² конструкции.

В таблице А1 приведены данные об удельных нагрузках от собственного веса конструкций. На рисунке А2 показаны сечения стен из различных материалов.

Пример 1. Определить нагрузку на 1 погонный метр фундамента несущей стены здания с 1-ой конструктивной схемой при l = 6 м. Здание – двухэтажное с высотой этажа $h_э$ = 3 м, высотой карниза $h_к$ = 0,4 м. Стены из облегченной кирпичной кладки, цокольное и междуэтажное перекрытия, покрытия – железобетонные. Высота цоколя $h_ц$ = 0,6 м.

Используя данные таблицы А1, получим:

$$q = P_ц \cdot h_c + P_к \cdot (2h_э + h_к) + 2P_{пж} \cdot \frac{1}{2} + P_{пж} \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 1.05 \cdot 0.6 + 0.794 \cdot (2 \cdot 3 + 0.4) + 2 \cdot 0.555 \cdot \frac{6}{2} + 0.56 \cdot \frac{6}{2} = 10.99 \text{ т/м}$$

Конструкции	Удельная нагрузка	
	Обозначение	Значение, т/м^2
Стена:		
– облегченная кирпичная стена	Рк	0,794
– блоки из ячеистого бетона	Рб	0,654
– утепленные деревянные панели	Рд	0,168
– бревна (d = 0,24 м)	Рбр	0,135
– брусья (te = 0,15 м)	Рбр^1	0,120
– цоколь железобетонный	Рц	1,5
Перекрытие:		
– железобетонное	Рпж	0,405 (0,555)
– деревянное	Рпд	0,102 (0,252)
Покрытие:		
– железобетонное	Рпж^1	0,46 (0,56)
– деревянное	Рпд^2	0,123 (0,223)

Примечание: *В скобках указаны значения нагрузок на перекрытия с учётом полезной нагрузки и нагрузок на покрытие (крышу) с учётом снега.*

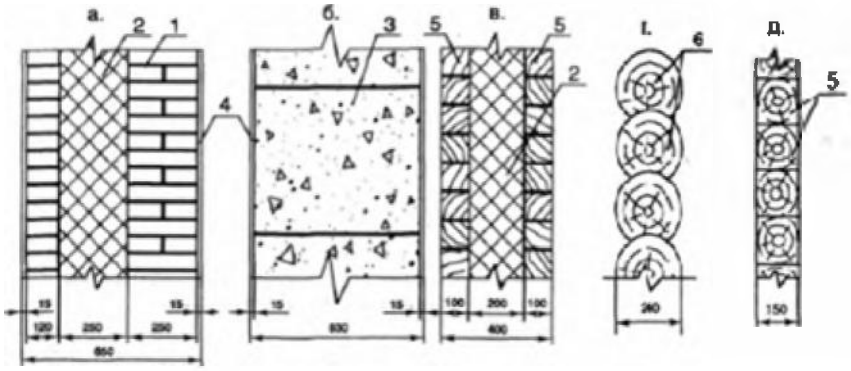


Рисунок А2. Характерные конструкции стен
а. – облегчённая кирпичная кладка; б. – кладка из ячеистобетонных блоков;
в. – утепленная деревянная панель; г. – стена из бревен; д. – стена из брусьев.
1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – блок из ячеистого бетона; 4 – штукатурка; 5 – брус; 6 – бревно.

Пример 2. Определить нагрузку на 1 погонный метр фундамента здания со 2-ой конструктивной схемой при l_1 = 4 м, l_2 = 3 м. Здание одноэтажное с высотой этажа $h_э$ = 3 м. Стены выполнены из брусьев толщиной 0,15 м, цокольное перекрытие и покрытие – деревянные. Высота цоколя $h_ц$ = 0,6 м

$$q1 = Рц \cdot hц + Рбр \cdot hэ + Рпд \cdot \frac{l_1}{2} + Рпд \cdot \frac{l_1}{2}$$

$$= 1.5 \cdot 0.6 + 0.12 \cdot 3 + 0.252 \cdot \frac{4}{2} + 0.223 \cdot \frac{4}{2} = 2.21 \text{ т/м}$$

$$q2 = Рц \cdot hц + Рбр \cdot hэ + Рпд \cdot \frac{l_2}{2} + Рпд \cdot \frac{l_2}{2}$$

$$= 1.5 \cdot 0.6 + 0.12 \cdot 3 + 0.252 \cdot \frac{3}{2} + 0.223 \cdot \frac{3}{2} = 1.97 \text{ т/м}$$

$$q3 = Рц \cdot hц + Рбр \cdot hэ + Рпд \cdot \frac{l_1 + l_2}{2} + Рпд \cdot \frac{l_1 + l_2}{2}$$

$$= 1.5 \cdot 0.6 + 0.12 \cdot 3 + 0.252 \cdot \frac{4+3}{2} + 0.223 \cdot \frac{4+3}{2} = 2.92 \text{ т/м}$$

Приложение Б (справочное).

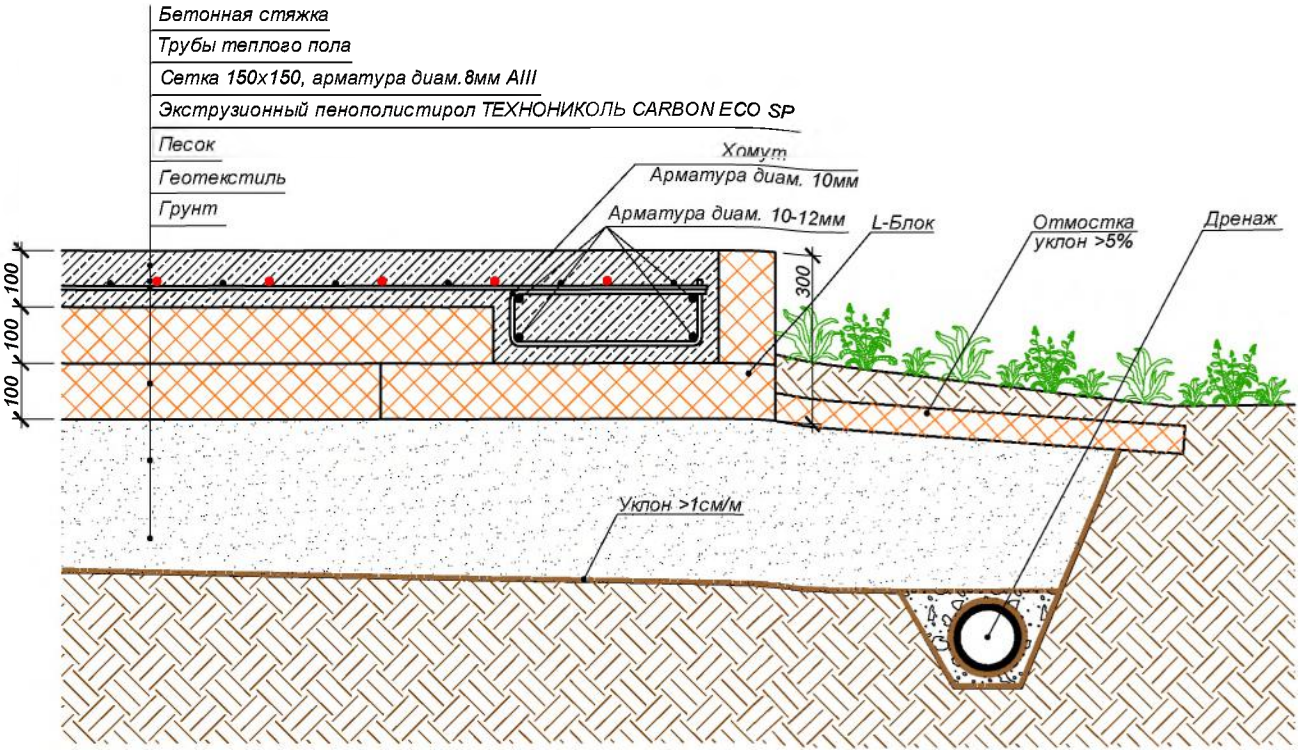
Вариант подготовки подушки под УШП. Формирование насыпи

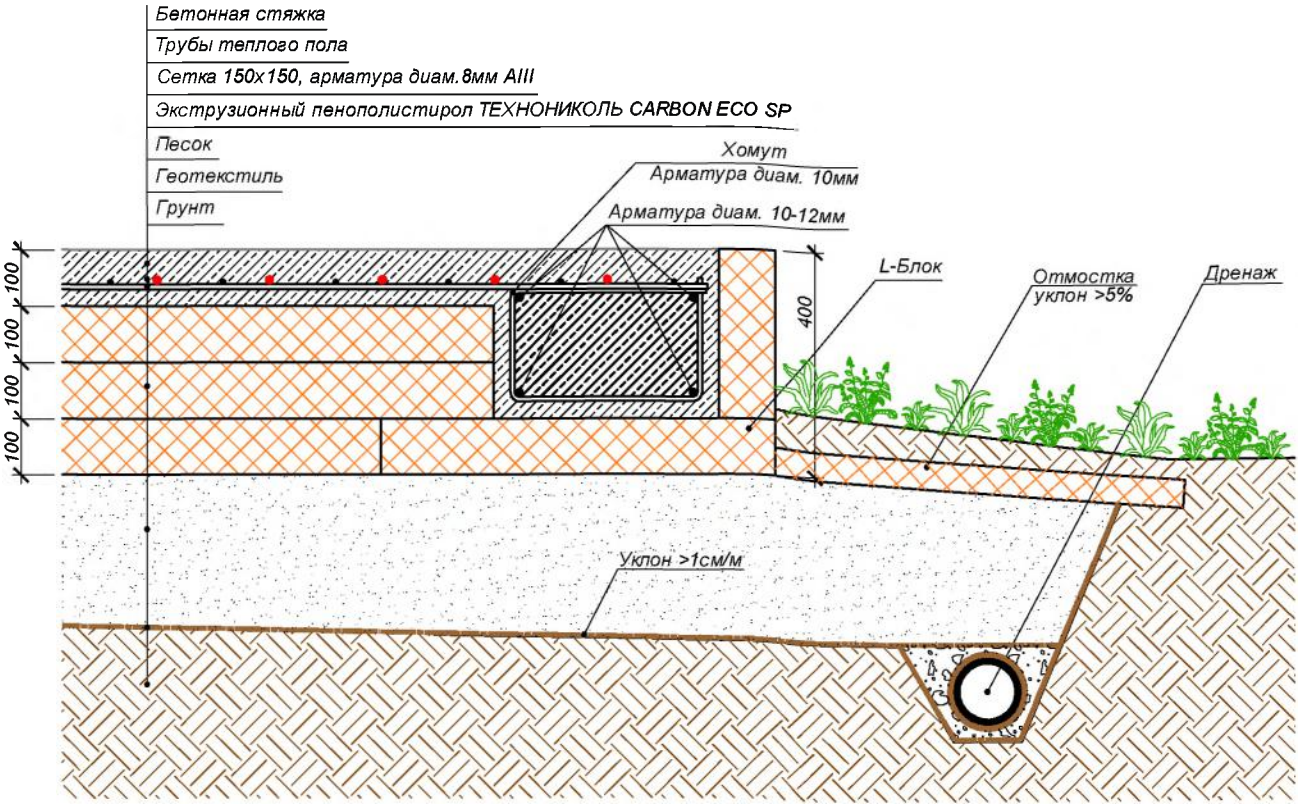
Глубину фундамента выбирают из особенностей рельефа и экономических расчетов. Главным критерием в данной ситуации будет выступать только качественно уплотненная насыпь.

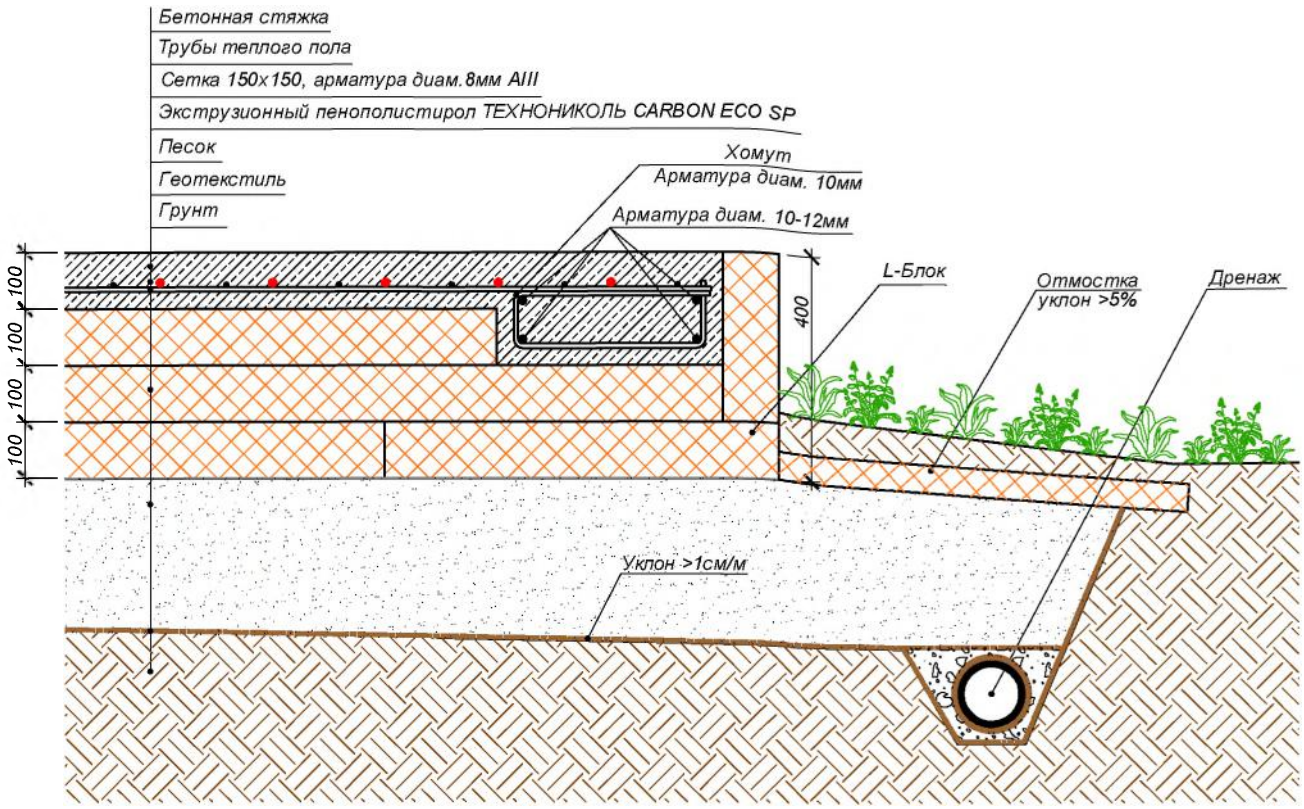
Технология создания насыпи:

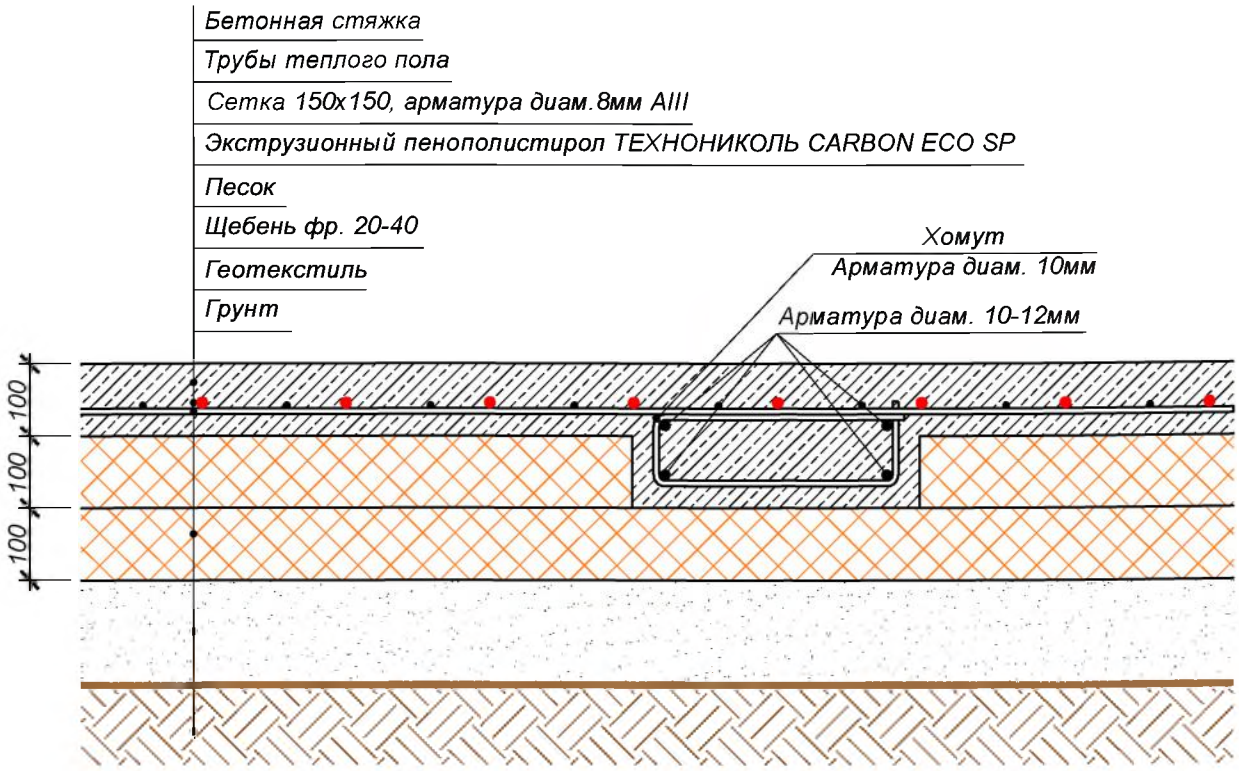
1. Ширина насыпи должна быть больше ширины дома не менее чем на 2 метра в каждую сторону.
2. Перед устройством насыпи необходимо удалить плодородный слой. Высота насыпи измеряется от уровня грунта. Толщина насыпи должна быть больше, чем толщина плодородного слоя.
3. На основание грунта необходимо уложите геотекстиль плотностью не менее 200–250 г/м^2 с нахлёстом 1–1,5 метра на бровку котлована. При необходимости геотекстиль прижимается грунтом. Далее производится засыпка песок с послойным уплотнением. Высота уплотненной насыпи формируйте до уровня подошвы фундамента.
4. Производится монтаж фундамента утепленной шведской плиты.
5. Формируется оставшаяся часть насыпи с плавным сбегом на последнем метре ширины.
6. После формирования насыпи, геотекстиль с краёв котлована заворачивается на насыпь и придавливается дерном ранее удаленного плодородного слоя. При необходимости под дерн укладывается глинянный замок для дополнительного отведения воды с отмостки. Геотекстиль формирует туб, в котором лежит насыпь, ограничивая её расползание и размывание.
7. Производится монтаж отмостки. В конструкции отмостки рекомендуется предусмотреть устройство водоотводящего желоба.

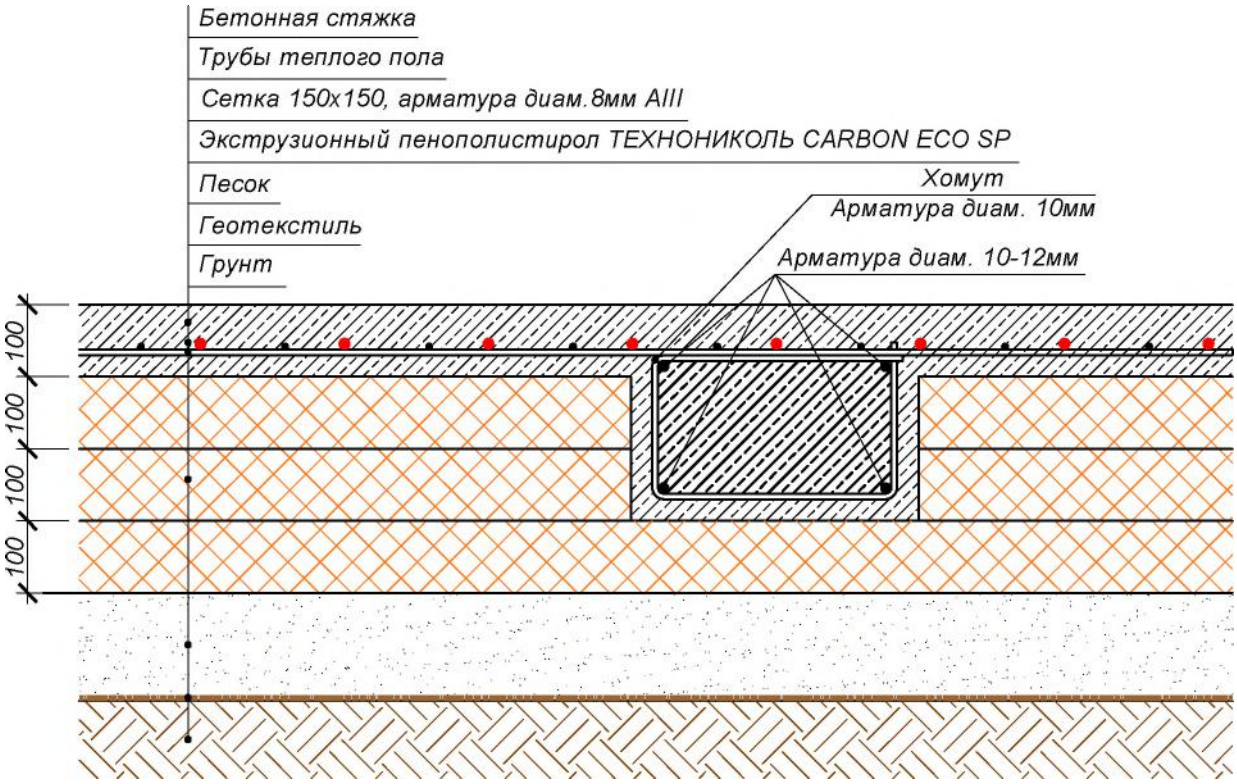
Приложение В (справочное).
Типовые узлы утепленной шведской плиты

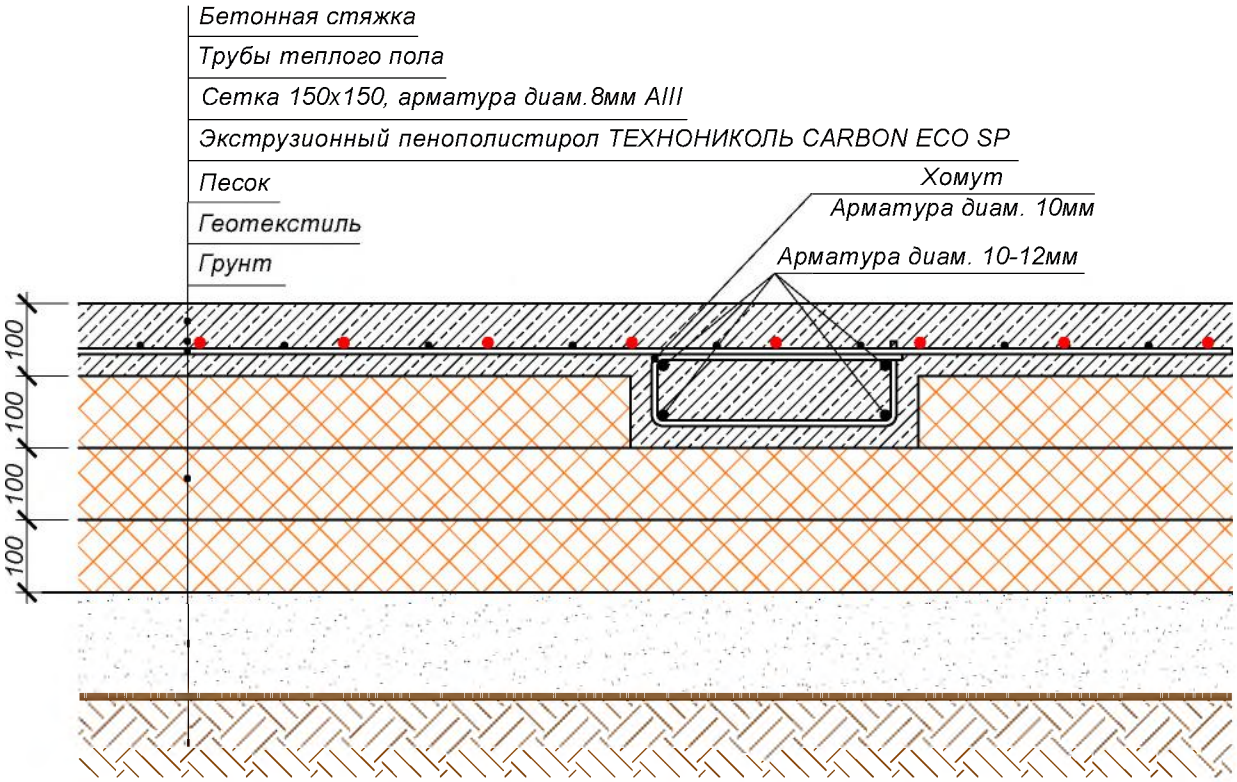





Бетонная стяжка
Трубы теплого пола
Сетка 150х150, арматура диам.8мм AIII
Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP
Песок
Геотекстиль
Грунт
Хомут
Арматура диам. 10мм
Арматура диам. 10-12мм
L-Блок
Отмостка
уклон >5%
Дренаж
400
100
100
100
100
Уклон >1см/м


Бетонная стяжка
Трубы теплого пола
Сетка 150х150, арматура диам.8мм AIII
Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP
Песок
Щебень фр. 20-40
Геотекстиль
Грунт
Хомут
Арматура диам. 10мм
Арматура диам. 10-12мм
100
100
100


Бетонная стяжка
Трубы теплого пола
Сетка 150х150, арматура диам.8мм AIII
Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP
Песок
Геотекстиль
Грунт
Хомут
Арматура диам. 10мм
Арматура диам. 10-12мм
100
100
100
100


Бетонная стяжка
Трубы теплого пола
Сетка 150х150, арматура диам.8мм AIII
Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO SP
Песок
Геотекстиль
Грунт
Хомут
Арматура диам. 10мм
Арматура диам. 10-12мм
100
100
100
100

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

[2] СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

[3] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

[4] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

[5] СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

[6] СанПиН 2.2.31384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ».

[7] ВСН 29-85 Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах.

[8] ПБ-10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

[9] СТО 72746455-3 3 1-2012 Плиты пенополистирольные экструзионные ТехноНИКОЛЬ XPS. Технические условия.

[10] ФЗ №261 от 23.11.2009 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

[11] Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 г. №163 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет

[12] Метод СОЮЗДОРНИИ. Отчет о научно-исследовательской работе: «Экспериментальное определение модуля упругости экструзионного пенополистирола «Технопленкс». Балашиха, 2007.

[13] В.С. Сажин – Не зарывайте фундаменты вглубь. Москва 2003.

УДК 624.15 ОКС 91.060 ОКП 57 0000

Ключевые слова: плитный фундамент, технология, утепленная шведская плита

ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные системы»

Генеральный директор _____ В.В. Марков

Технический директор _____ Е.П. Войлов

Руководитель разработки

Руководитель Инженерно-Технического Центра _____ Д.Г. Михайлиди

Исполнитель

Технический специалист направления XPS _____ А.А. Борисов

Соисполнители

ТК Дом

Генеральный директор _____ А.В. Водовозов

Институт пассивного дома

Директор _____ А.Е. Елохов

ИПД

Институт пассивного дома

CARBON
технониколь

Техническая поддержка

8 800 200 05 65

www.xpscarbon.ru