

# Теплотехнический расчёт стеновых конструкций с применением в качестве теплоизоляции вспененного пенополистирола («пенопласта»).

Автор: Геннадий Емельянов  
www.wdvs.ru

Настоящий расчет произведен в основном для частного сектора, поскольку в подавляющем большинстве случаев при строительстве или реконструкции именно частных домов в составе их проектов не просто отсутствует теплотехнический расчет, а чаще всего не бывает какого-либо проекта вообще, и застройщики (заказчики) при принятии решения по составу конструкций руководствуются собственными умозаключениями, основанными на подчерпнутой из интернета информации, на слухах, советах исполнителей работ и продавцов строительных магазинов. В 90% случаев перечисленные источники некомпетентны, а процесс принятия решений на их основе по эффективности равен гаданию или составлению астрологических прогнозов. Однако, в отличие от прогнозов и гаданий, которые просто забываются на следующий день, в построенном или реконструированном доме спустя несколько лет возникают проблемы, которые невозможно решить минимальными затратами.

Все коварство поверхностного подхода к тепловой защите зданий состоит в том, что если проблема в конструкциях имеется, то некоторое время она абсолютно не дает о себе знать, но при этом аккумулируется и проявляется спустя несколько лет, принося максимальные затраты как на ликвидацию последствий, так и на устранение причин.

Теплотехнический расчёт в соответствии с утверждёнными нормативами производится для конструкций, находящихся уже в квазистационарном режиме, т.е. для тех, которые с момента строительства приобрели равновесную влажность (просохли). В среднем, построенные здания полностью просыхают в течение 3-5 лет, поэтому в процессе строительства необходимо организовать все мокрые процессы постепенно друг за другом с хорошим прогревом (сушкой) и вентиляцией. Кроме того, в начальном периоде эксплуатации важно уделить особое внимание вентиляции и снижению влажности в помещениях, чтобы предотвратить возникновение нестационарного влагонакопления, когда расчет показывает, что влагонакопления нет, а в действительности из-за большой начальной влажности материалов построенного здания получается наоборот.

В представленном расчете выбраны наиболее популярные варианты подбора материалов для строительства стен, чтобы наиболее точно ответить на вопросы, какая толщина пенополистирола требуется при различных вариантах применения строительных материалов, и будет ли влагонакопление в конструкциях или несоответствие гигиеническим требованиям в каждом рассмотренном случае.

Правильно спроектированная стеновая конструкция должна отвечать следующим требованиям:

1. Фактическое теплосопrotивление конструкции не менее нормируемого
2. Соответствие конструкции санитарно-гигиеническим требованиям: температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений, и на поверхностях не должно происходить выпадение конденсата.
3. Отсутствие влагонакопления за годовой период эксплуатации.

В качестве географической точки для проведения расчетов выбран г. Дмитров Московской области по причине многочисленности объектов строительства именно в таких географических условиях (т.е. расчеты будут очень близки к реальной ситуации по Московской и Ленинградской областям, а также по близлежащим к Москве областям). Производить вычисления на основе климатических данных городов Москва и Санкт-Петербург не совсем корректно, т.к. частное строительство осуществляется обычно не в самих городах, а за их пределами.

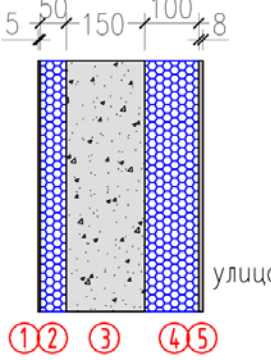
Расчёт и соответствие рассматриваемой конструкции нормативным требованиям выполнены на основании действующего свода Правил **СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»**.

В качестве теплоизоляционного слоя в стеновых конструкциях применяется марка ППС 16ф (ГОСТ 15588-2014). В несъёмной опалубке применяется пенополистирол марки ППС 25. Толщина пенополистирола подобрана в соответствии с требованиями СП 50.13330-2012 для обеспечения нормированного теплосопrotивления в рассматриваемой стеновой конструкции.

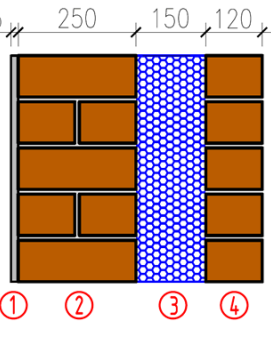
# I. Теплотехнический расчёт наиболее популярных стеновых конструкций.

Состав стеновой конструкции и полученные результаты:

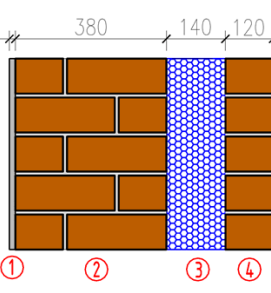
## **Конструкция 1: Стены из несъёмной опалубки из пенополистирола 50+100 мм.**

<p><i>Конструкция состоит из следующих материалов (последовательно изнутри наружу):</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Базовый армированный слой из клеевой смеси – 5 мм</li><li>2. Внутренний слой несъёмной опалубки из пенополистирола ППС 25– 50 мм</li><li>3. Железобетон – 150 мм</li><li>4. Наружный слой несъёмной опалубки из пенополистирола ППС 25 – 50 мм</li><li>5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм</li></ol> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- соответствует требованию по тепловой защите</li><li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li><li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li></ul>	
--	---

## **Конструкция 2: Кладка из пустотного керамического кирпича 250 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.**

<p><i>Конструкция состоит из следующих материалов (последовательно изнутри наружу):</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм</li><li>2. Кладка из керамического пустотного кирпича (1400 кг/м<sup>3</sup>) – 250 мм</li><li>3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 150 мм</li><li>4. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 120 мм</li></ol> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- соответствует требованию по тепловой защите</li><li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li><li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li></ul>	
--	---

## **Конструкция 3: Кладка из пустотного керамического кирпича 380 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.**

<p><i>Конструкция состоит из следующих материалов (последовательно изнутри наружу):</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм</li><li>2. Кладка из керамического пустотного кирпича (1400 кг/м<sup>3</sup>) – 380 мм</li><li>3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 140 мм</li><li>4. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 120 мм</li></ol> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- соответствует требованию по тепловой защите</li><li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li><li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li></ul>	
--	---

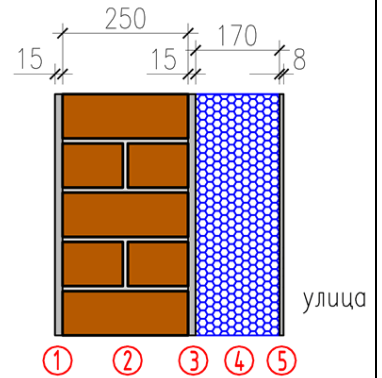
**Конструкция 4: Кирпичная кладка из полнотелого кирпича 250 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из керамического полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 250 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 170 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



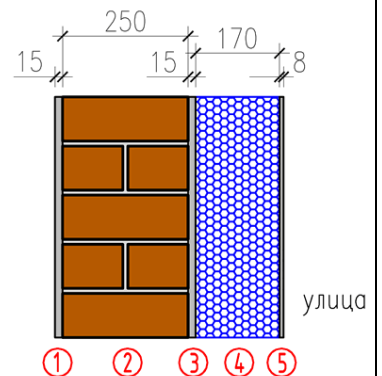
**Конструкция 5: Кирпичная кладка из пустотного кирпича 250 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из керамического пустотного кирпича (1400 кг/м<sup>3</sup>) – 250 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 170 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



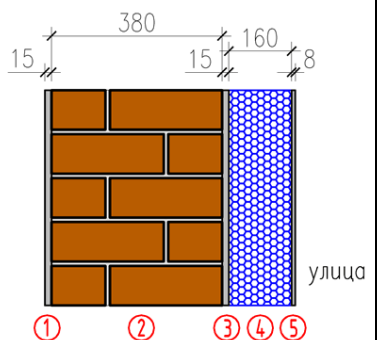
**Конструкция 6: Кирпичная кладка из пустотного кирпича 380 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из керамического пустотного кирпича (1400 кг/м<sup>3</sup>) – 380 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 160 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



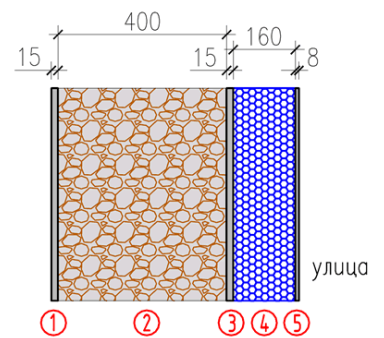
**Конструкция 7: Кладка из керамзитобетонных блоков 400 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Керамзитобетон на керамзитовом песке (1400 кг/м<sup>3</sup>) – 400 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 160 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



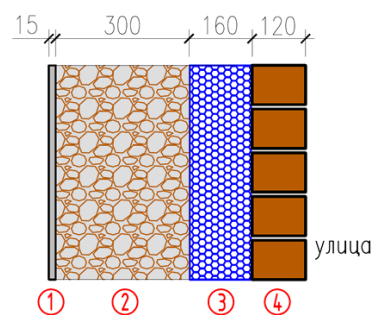
**Конструкция 8: Кладка из керамзитобетонных блоков 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Керамзитобетон на керамзитовом песке (1400 кг/м<sup>3</sup>) – 300 мм
3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 150 мм
4. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 120 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



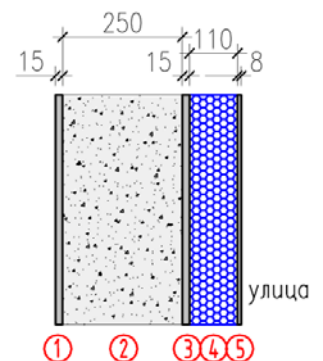
**Конструкция 9: Кладка из газобетонных блоков D400 250 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из газобетонных блоков марки D400 – 250 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 110 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



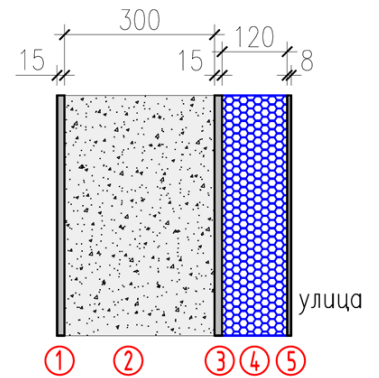
**Конструкция 10: Кладка из газобетонных блоков D500 300 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из газобетонных блоков марки D500 – 300 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 120 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- не соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



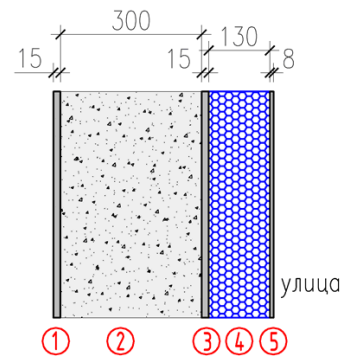
**Конструкция 11: Кладка из газобетонных блоков D600 300 мм и система СФТК на пенополистироле.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из газобетонных блоков марки D600 – 300 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 130 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



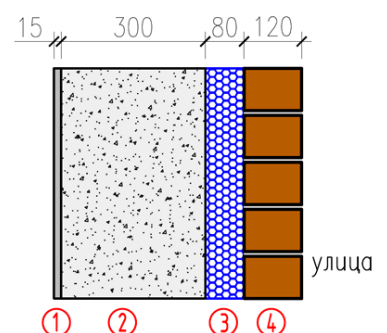
**Конструкция 12: Кладка из газобетонных блоков D400 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.**

Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из газобетонных блоков марки D400 – 300 мм
3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 80 мм
4. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м³) – 120 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- не соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



**Конструкция 13: Кладка из газобетонных блоков D600 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.**

*Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):*

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из газобетонных блоков марки D600 – 300 мм
3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 120 мм
4. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 120 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

**Конструкция 14: Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики 300 мм и система ФТК на пенополистироле.**

*Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):*

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики (на ЦП-растворе толщиной горизонтального шва 12 мм) – 300 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 100 мм
5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

**Конструкция 15: Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.**

*Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):*

1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм
2. Кладка из блоков поризованной «тёплой» керамики (на ЦП-растворе толщиной горизонтального шва 12 мм) – 300 мм
3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 90 мм
4. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 120 мм

Данная конструкция:

- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения

**Конструкция 16: Внутреннее утепление стены из пустотелого кирпича 380 мм, снаружи оштукатуренной обычной ЦП-штукатуркой.**

*Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):*

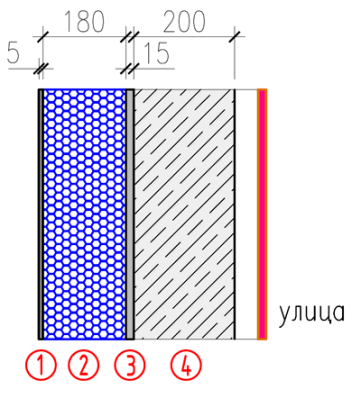
1. Базовый армированный слой из клеевой смеси – 5 мм
2. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 160 мм
3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм
4. Кладка из керамического пустотного кирпича (плотность 1300 кг/м<sup>3</sup>) -380 мм
5. Наружный слой из цементно-песчаной штукатурки – 15 мм

Данная конструкция:

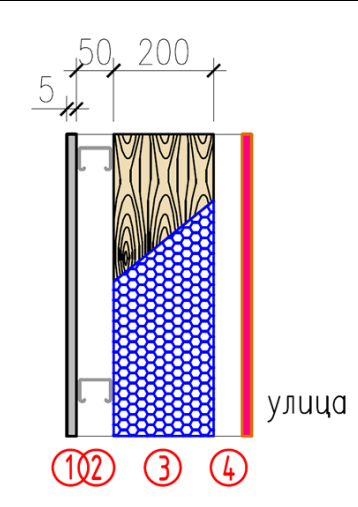
- соответствует требованию по тепловой защите
- соответствует санитарно-гигиеническому требованию
- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения



**Конструкция 17: Внутреннее утепление стены из железобетона 200 мм, облицованного экранной отделкой с вентилируемым слоем.**

<p>Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Базовый армированный слой из клеевой смеси – 5 мм</li><li>2. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 180 мм</li><li>3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм</li><li>4. Железобетон (плотность 2500 кг/м<sup>3</sup>) -200 мм</li></ol> <p>Наружный слой – экранная отделка (навесной фасад) с вентилируемым слоем</p> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- соответствует требованию по тепловой защите</li><li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li><li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li></ul>	
--	---

**Конструкция 18: Теплоизоляция каркасной стены из дерева шагом бруса 600 мм с навесным фасадом.**

<p>Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Гипсокартонный листы – 12 мм</li><li>2. Металлический ГКЛ каркас с воздушным зазором – 50 мм</li><li>3. Стеновая конструкция из деревянного каркаса доска 50 мм шагом 600 мм, внутри теплоизолированная пенополистиролом ППС16ф с необходимой для данного случая толщиной – 200 мм</li></ol> <p>Наружный слой – экранная отделка (навесной фасад) с вентилируемым слоем</p> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- соответствует требованию по тепловой защите</li><li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li><li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li></ul> <p>* В данной конструкции обычно применяется пароизоляционная плёнка со стороны помещения под гипсокартонными листами для того, чтобы деревянный каркас не имел в процессе эксплуатации влажностных деформаций. Расчёт выполнен справочно без пароизоляционной плёнки.</p>	
---	--

В результате расчёта получены данные о том, что конструкции №№ 10 и 12 не соответствуют требованию по части влагонакопления. То есть в таких конструкция будет происходить отсыревание стен. В конструкции № 16 расчёт показывает очень близкую возможность влагонакопления. Небольшое изменение толщин или характеристик материалов может как отдалить вероятность влагонакопления, так и наоборот, её спровоцировать.

Для того, чтобы исключить отсыревание, необходимо подобрать оптимальное решение, которое, как правило, заключается в следующих основных вариантах изменения конструкций:

1. Установка пароизоляции на внутренней стене
  2. Замена марки и толщины материалов для несущих конструкций на другие
  3. Под облицовочным слоем необходимо организовать вентилируемую прослойку (как в случае конструкции №12)
- Следует уточнить, что в случае применении материалов другой марки, с другими характеристиками, изменение толщины материалов, уменьшение толщины теплоизоляции так и её увеличение от здесь рассмотренных, необходимо снова выполнить теплотехнический расчёт с внесёнными изменениями, так как при таких изменениях, даже незначительных, может возникнуть влагонакопление в конструкции и другие несоответствия нормативным требованиям.

При уменьшении толщины теплоизоляции возможно появление конденсата на внутренней поверхности стены, а также разность температур на внутренней поверхности и в помещении увеличивается и может выйти за нормированные 4 °С, что приводит к появлению и усилению внутреннего сквозняка.

## II. Изменения стеновых конструкций, которые не соответствуют требованиям СП 50.13330.2012.

### Конструкция №10.

Кладка из газобетонных блоков D500 300 мм и система СФТК на пенополистироле.

В данном «пироге» стены увеличиваем толщину газобетонной кладки марки D600 с 300 до 350 мм.

Производится расчёт с новыми данными.

<p>Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм</li> <li>2. Кладка из газобетонных блоков марки D500 – 350 мм</li> <li>3. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм</li> <li>4. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 110 мм</li> <li>5. Наружный финишный слой из базового и декоративного слоёв – 8 мм</li> </ol> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствует требованию по тепловой защите</li> <li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li> <li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li> </ul>	
---	--

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции:  $R_n > R_{n2}^{TP}$  и  $R_n > R_{n1}^{TP}$

$R_n$	$>$	$R_{n2}^{TP}$	
3,926	$>$	2,315	<b>Условие выполняется</b>

$R_n$	$>$	$R_{n1}^{TP}$	
3,926	$>$	0,419	<b>Условие выполняется</b>

В данном, немного изменённом виде конструкция уже [отвечает требованиям СП 50.13330.2012.](#)

### Конструкция 12

Кладка из газобетонных блоков D400 300 мм, средний слой - утеплитель ППС, наружный слой – облицовочный кирпич.

В данном «пироге» облицовочный слой отодвигается и получившийся зазор делается вентилируемым, снизу и сверху в облицовочной кладке выполняются щели-продухи для вентиляции воздушной прослойки

<p>Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренний слой гипсовой штукатурки – 15 мм</li> <li>2. Кладка из газобетонных блоков марки D400 – 300 мм</li> <li>3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 80 мм</li> <li>4. Вентилируемая воздушная прослойка</li> <li>5. Кладка из облицовочного полнотелого кирпича (1800 кг/м<sup>3</sup>) – 120 мм</li> </ol> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствует требованию по тепловой защите</li> <li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li> <li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления, поэтому не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li> </ul>	
---	--

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции:  $R_n > R_{n2}^{TP}$  и  $R_n > R_{n1}^{TP}$

$R_n$	$>$	$R_{n2}^{TP}$	
2,307	$>$	1,984	<b>Условие выполняется</b>

$R_n$	$>$	$R_{n1}^{TP}$	
2,307	$>$	0,482	<b>Условие выполняется</b>

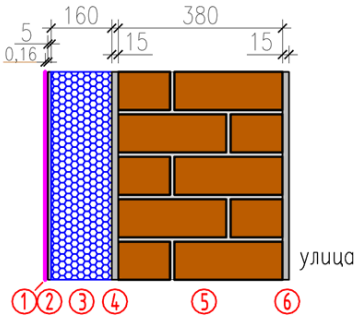
В данном, немного изменённом виде конструкция уже [отвечает требованиям СП 50.13330.2012.](#)



### Конструкция 16: Внутреннее утепление стены из пустотелого кирпича 380 мм, снаружи оштукатуренной обычной ЦП-штукатуркой.

В данном «пирог» порог несоответствия нормативным требованиям конструкции находится очень близко, поэтому, улучшать конструкцию по букве нормативов не требуется, но можно эту конструкцию немного изменить, чтобы порог влагонакопления отодвинуть.

Для этого применяем пароизоляцию на внутренней поверхности стеновой конструкции из полиэтиленовой плёнки

<p>Конструкция состоит из следующих материалов (послойно изнутри наружу):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Полиэтиленовая плёнка – 0,16 мм</li><li>2. Базовый армированный слой из клеевой смеси – 5 мм</li><li>3. Необходимый для данной конструкции слой пенополистирола ППС16ф – 160 мм</li><li>4. Клеевая смесь для приклейки пенополистирола – 15 мм</li><li>5. Кладка из керамического пустотного кирпича (плотность 1300 кг/м<sup>3</sup>) -380 мм</li><li>6. Наружный слой из цементно-песчаной штукатурки – 15 мм</li></ol> <p><u>Данная конструкция:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- соответствует требованию по тепловой защите</li><li>- соответствует санитарно-гигиеническому требованию</li><li>- соответствует требованию отсутствия влагонакопления и не требует дополнительных мер по защите от переувлажнения</li></ul>	
--	---

Условие отсутствия переувлажнения в конструкции:  $R_n > R_{n2}^{TP}$  и  $R_n > R_{n1}^{TP}$

Конструкция № 16 изначально имела следующие данные:

$R_n$	>	$R_{n2}^{TP}$	
0,078	>	-0,001	Условие выполняется

$R_n$	>	$R_{n1}^{TP}$	
3,278	>	-3,741	Условие выполняется

После изменения конструкции, применения пароизоляционной плёнки на внутренней поверхности получились следующие данные:

$R_n$	>	$R_{n2}^{TP}$	
10,731	>	0,001	Условие выполняется

$R_n$	>	$R_{n1}^{TP}$	
3,278	>	1,337	Условие выполняется

То есть, установив пароизоляцию, как один из вариантов решения для соответствия нормативным требованиям, в данной конструкции близкий порог влагонакопления убран.

### Выводы:

В большинстве случаев применение в качестве теплоизоляции вспененного пенополистирола ППС без дополнительных мероприятий и специальных проектных решений соответствует современным нормативным требованиям, предъявляемым к стеновым конструкциям.

В отдельных случаях, как правило это стеновые материалы с высокой паропроницаемостью (ячеистые бетоны – газобетон и пенобетон), наблюдается возможность влагонакопления или граница, когда наступает такое влагонакопление очень близка.

На примерах данных конструкций, которые по расчёту имеют влагонакопление, внесены определённые изменения, после которых оно было ликвидировано, после чего конструкции без серьёзных затрат и сложных проектных решений приведены с помощью проверки новым расчётом к нормативным требованиям.

В конструкциях, которые в составе имеют слой эффективной теплоизоляции, соответствующий установленным нормированным требованиям по теплоспротивлению нигде не нарушены гигиенические требования, причём до достижения возможного несоответствия таким требованиям имеется существенный запас.

(к настоящей статье имеется **Приложение «Теплотехнический расчёт конструкций»**)