



# БЛОКИ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ДЛЯ БЫСТРОГО ВОЗВЕДЕНИЯ ТЕПЛЫХ МОНОЛИТНЫХ ДОМОВ

## ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ

Несъемная опалубка из пенополистирола, выпускаемая ЗАО «ПКП «ТЕПЛЫЙ ДОМ», предназначена для быстрого возведения монолитных зданий различной этажности, как непосредственно несущих конструкций, так и для заполнения проемов наружных стен в рамно-связевых зданиях. Эта теплосберегающая технология по теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте, скорости и стоимости строительства, прочности и долговечности строений относится к высоким технологиям в области строительства.

Возведение стен зданий по системе «Теплый дом» - это одна из новейших технологий монолитного домостроения с использованием блоков несъемной опалубки из пенополистирола, позволяющая возводить коттеджи, многоэтажные здания, и холодильники.

Исходным сырьем для производства несъемной опалубки является полистирол. Полистирол абсолютно безвредный, экологически чистый материал. Возведение стен по технологии «ТЕПЛЫЙ ДОМ» состоит из трех этапов: установка фрагмента стены из блоков несъемной опалубки на существующий фундамент; укладка арматуры; заполнение бетоном внутренней полости полистирольных блоков.

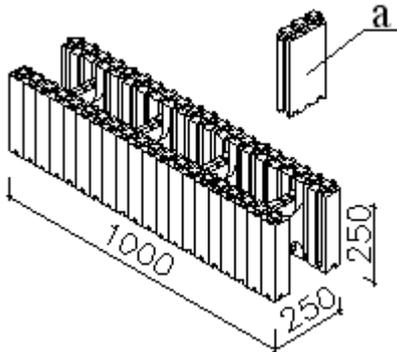
Специальная конструкция замков позволяет быстро и точно соединять блоки, подобно сборке кубиков в популярной детской игре «ЛЕГО» и препятствует вытеканию бетона.

Жесткая каркасно-силовая конструкция монолитных стен при малом весе обеспечивает надежные антисейсмические свойства объектам, построенным по технологии «ТЕПЛЫЙ ДОМ».

Строительная система «ТЕПЛЫЙ ДОМ» обеспечивает простоту прокладки и монтажа канализационных, водопроводных труб и электропроводки.

## ПАРАМЕТРЫ МОНОЛИТНЫХ СТЕН «ТЕПЛОГО ДОМА»

- **Геометрические размеры стенового блока 1000x250x250мм** (100 мм – пенополистирол: по 50мм с внешней и внутренней стороны, 150 мм – бетон).



Заглушка размерами 16x5x25 мм необходима для образования перегородки в торце блока. Допускаемые отклонения блоков по длине не превышают 3 мм, по ширине и высоте 1,2 мм.

Рис. 1 Блок стеновой и торцевая заглушка (а)

- **Вес стен без внешней и внутренней отделки – 280-300 кг/м<sup>2</sup>.**
- **Вес блока 0,75 кг при плотности 26 кг/м<sup>3</sup>.**
- **Коэффициент теплопроводности – 0,036 Вт/(м<sup>0</sup>\* С).**
- **Акустическая изоляция – 49 дБ.**
- **II степень огнестойкости.**  
Содержит антипиреновые добавки марки ППС.
- **Рекомендовано применение в сейсмически опасных районах.**
- **Расход бетона – около 110 л/м<sup>2</sup>.**

Бетонная смесь должна соответствовать ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Для стен класс бетона по прочности должен быть не ниже В-12,5

- **Расход арматуры (в зависимости от проекта) – 3 - 8 кг/м<sup>2</sup>.**

Применяются стали соответствующие ГОСТ 5781-82 диам.6-10 класса А-1 и диам. 8-10 А-III.

### **1. Основной комплект инструментов**

При возведении стен системы "Теплый дом" зданий и сооружений высотой до 2-х этажей потребуются следующие основные инструменты:

- угломер;
- отвес;
- уровень;
- емкость для замешивания бетонной смеси;
- лопаты и ведра;
- жестяная воронка (лоток);
- ножовка.

### **2. Возведение стен**

Строительство по системе «Теплый дом» является весьма простым. По простым элементарным принципам укладываются и соединяются в замки отдельные элементы, а затем заполняются бетоном. Специального мастерства для этого не требуется, здание без отделочных работ можно возвести за 2 недели при участии 4-х рабочих. Таким образом, при хорошей организации цикл строительства «под ключ», не превысит одного строительного сезона.

Для того, чтобы сопутствовал успех при возведении зданий системы "Теплый дом", необходимо тщательно подготовить ложе, которым является верх фундамента или монолитного перекрытия (если блоки используются в качестве заполнения проемов наружных стен этажа в каркасном здании). Оно должно быть тщательно выведено по уровню на одну отметку, углы поворотов стен должны строго соответствовать проектным, поверхность ложа должна быть гладкой, чтобы избежать разрывов и проколов в горизонтальной гидроизоляции.

Во многих случаях необходимо применение элементов меньшей длины. Места резки намечены неглубокими рисками на боках, расставленными через каждые 5 см. После отрезки торец блока закрывается заглушкой. Внутренняя полость блоков наполняется бетоном через жестяную воронку (лоток).

В зданиях с подвальными помещениями наружные стены из пустотелых блоков установлены на предварительно выполненном железобетонном фундаменте.

Стены из пустотелых пенополистирольных блоков залитые бетоном, должны быть армированы стальными стержнями.

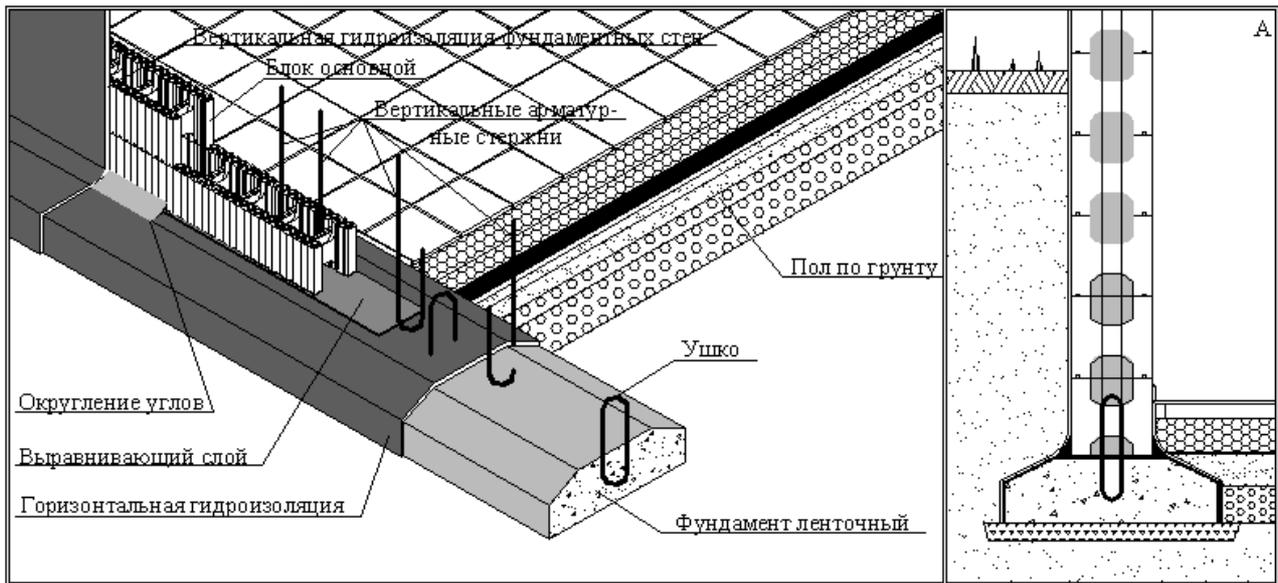
Сдвоенные вертикальные арматурные стержни диаметром 8-10 мм. располагают в углах стен, а также с обеих сторон оконных и дверных проемов. В продольной наружной стене, не стыкующейся с несущими поперечными стенами, необходимо разместить дополнительное армирование отвесными стержнями, расположенными через 6 м. Вертикальные арматурные стержни должны быть прочно соединены с арматурой фундаментной кладки или арматурой перекрытия. В ней (рис. 2 ) забетонированы ушки, гнутые из стержней.

Затем на кладке, сверху выполняется гидроизоляция. В связи с тем, что она соприкасается с пенополистиролом, для нее нельзя использовать битумную массу или рубероид. Она может быть выполнена из двух слоев асфальтового толя или из полиэтиленовой пленки.

Верхняя поверхность фундаментных блоков или перекрытия должны быть тщательно выровнены. Неровности выравниваются тонким слоем цементного раствора, при помощи уровня. Очень важно, чтобы первый слой пустотелых блоков был очень тщательно выровнен. Пустотелые блоки соединены в замок так, что невозможна какая-либо коррекция их горизонтального перекаса, даже небольшого. При традиционной кладке стен такую коррекцию можно производить путем изменения толщины горизонтального шва.

Пенополистирольные блоки можно, разумеется, легко выдвинуть из замков. Однако это невыгодно, так как вследствие этого возникнут тепловые потери.

Рис. 2 Узел сопряжения подвальной стены с фундаментом, разрез подвальной стены



На подготовленный горизонтальный слой нужно уложить первые пустотелые элементарные блоки, а затем, проволокой закрепить вертикальные арматурные стержни так, как, показано на рис. 2. Их привязывают к ушкам, забетонированным в кладке или в фундаментной плите.

Поочередно укладываются блоки в трех или четырех слоях и их полости заполняются бетоном. Полости блоков в верхнем ряду заполняются на  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{2}{3}$  высоты. Это создает своего рода соединение низших слоев с последующими. При заливке бетонной смеси надо обратить внимание, чтобы арматурные стержни не смещались. Их возможное отклонение предотвращается тем, что с каждой стороны они должны иметь фиксаторы, толщиной минимум 2,5 см до внутренней стенки блока.

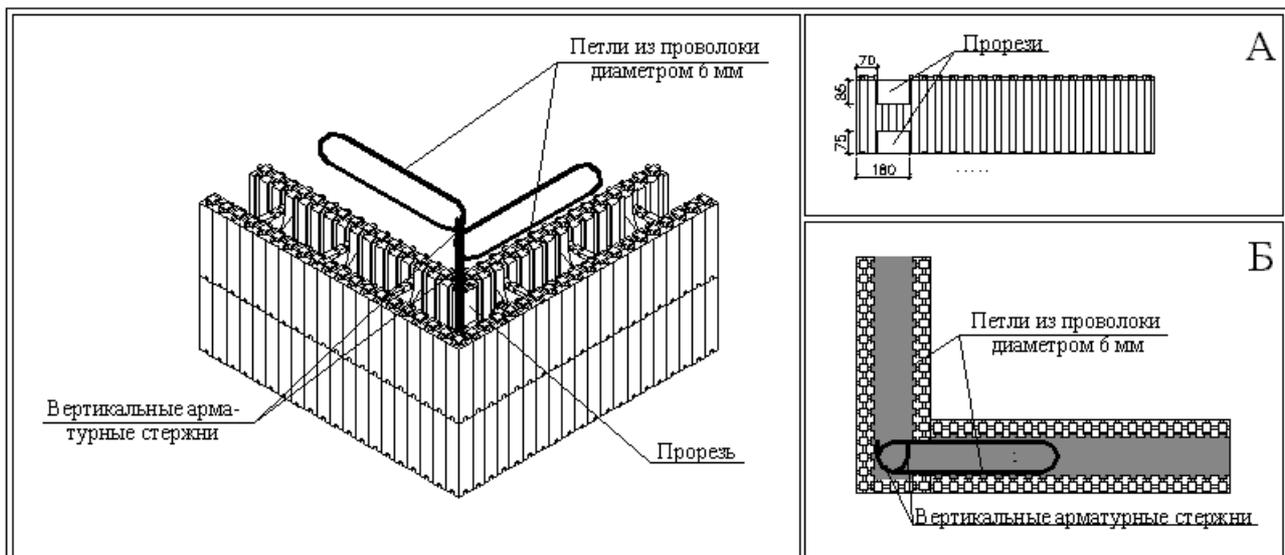
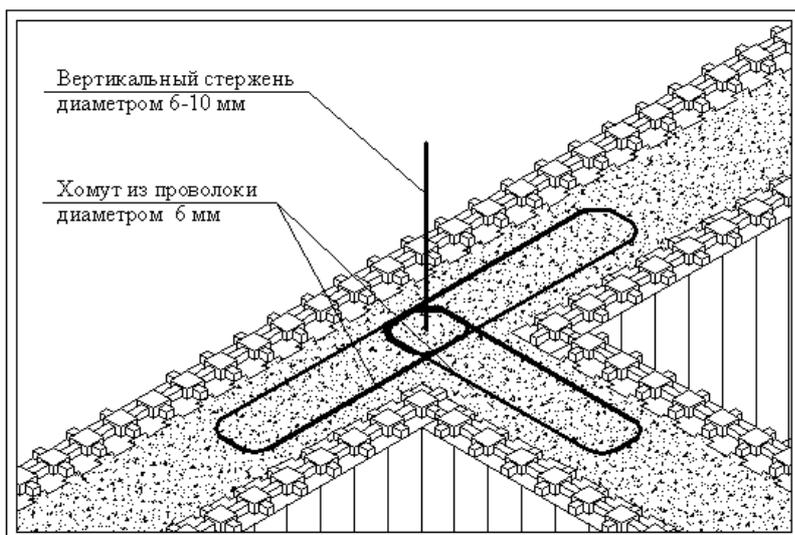


Рис. 3. Конструкция угла стены из элементарных пустотелых блоков

Внутри блоков бетон можно уплотнить, штыкуя деревянными шестами диаметром в 2-5 см приготовленными заранее. Важно, чтоб бетоном было заполнено все пространство внутри блоков.

Очередной блок укладываем на ранее уложенные, соблюдая смещение не менее 250мм. Пустотелый блок вставляется в месте привязки так, чтобы замки, на которых поставлены верхние и нижние крайние блоки, были связаны взаимным вхождением. Крайние блоки в углах закрываются заглушками. В верхних слоях, в оконных и дверных проемах необходимо закрывать торцы пустотелых блоков заглушками.

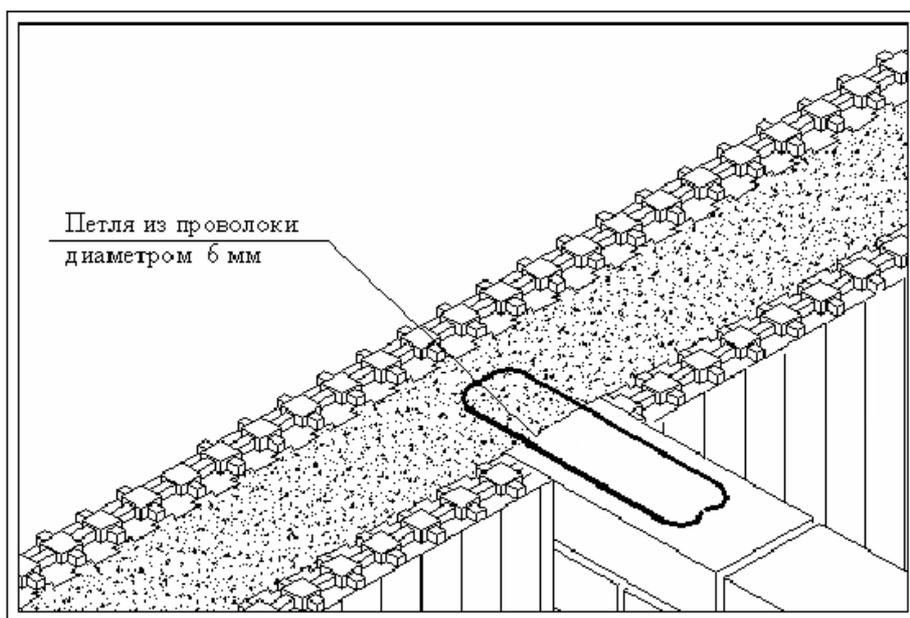
В углах стен данной конструкции должно обязательно быть горизонтальное армирование (рис. 3), в форме овальных вытянутых петель из проволоки диаметром 6 мм. Две такие петли надеваются на вертикальные арматурные стержни и вставляются во внутреннее пространство перпендикулярно лежащих элементарных блоков. Для этой цели необходимо вырезать отверстие на боковой стенке одного из пустотелых блоков (рис.3). Вырезают их на верхней и нижней грани блока (рис.3 А). На рис. Даны размеры вырезов, обеспечивающие соответственное размещение армирования углов стен, а также свободную укладку бетонной смеси внутри пустотелых блоков.



**Рис. 4. Соединение двух несущих стен из пустотелых пенополистирольных блоков**

Если внутренняя несущая стена выполнена так же из пустотелых пенополистирольных блоков, обе стены надо выполнять одновременно, что позволит забетонировать хомуты из стальной проволоки диаметром 6 мм в форме, показанной на рис.4. Овальные петли надеваются на арматурный стержень диаметром 10 мм. Другой конец хомута входит внутрь пустотелого блока внутренней стены.

Хомуты размещаются в каждом ряду блоков.



Другую форму могут иметь хомуты, соединяющие наружные стены из пенополистирольных блоков с внутренней стеной из кирпичей или гипсовых блоков (рис.5).

**Рис. 5 Соединение наружной стены внутренней перегородкой**

В этом случае в первую очередь возводятся элементы наружной стены с установкой выпусков арматуры (хомутов) шагом 20-25 см по высоте. Затем блоки заполняются бетоном. После затвердевания бетона наружной стены и набора им 10-15% от проектной прочности, что составляет 3-4 дня, производят возведение внутренних несущих стен. С внутренней стороны блока производят вырезание пенополистирола на ширину примыкания внутренней стены или перегородки, на всю высоту этажа. В данном случае жесткость стыка достигается за счет непосредственного примыкания материала внутренней стены или перегородки к бетону наружной стены с использованием заранее установленных выпусков арматуры.

Перегородки ставятся уже после возведения здания. Поэтому, заранее необходимо обозначить места и забетонировать хомуты так, чтобы они выступали за стены.

В современном строительстве всё чаще применяются лёгкие перегородки из гипсокартонных плит, крайние металлические профили или бруски которых крепятся к боковым стенам 3 анкерами.

Чтобы избежать сверления отверстий под них, можно в предусмотренном месте на стыке обеих стен забетонировать внутрь блоков вертикальный деревянный брусок с сечением 6\*6 см и к нему прикрепить крайние вертикальные стойки изготавливаемой стены, подобно тому, как в проемах оконных или дверных коробок, см. рис. .

### **3. Устройство окон и дверей**

Изготовление оконных и дверных проемов по системе «Тёплый дом» основано на обрезке пустотелых блоков в проемах необходимого размера с установкой заглушек.

В случае бетонирования слоями необходимо, оконный или дверной проём прикрыть сверху пустотелыми блоками-перемычками, сложенными без заполнения. Блоки-перемычки готовятся заранее из одного, двух или более стыкуемых торцами блоков.

Армирование перемычки производится 4 арматурными стержнями  $\varnothing 8$  мм А-III, по два, сверху и снизу. Стержни стягиваются между собой хомутами - арматурной проволокой,  $\varnothing 3-4$  мм Вр-I, шагом 15 см.

Длина перемычки вычисляется по формуле:

$$L_{\text{пер}} = L_{\text{проема}} + 2 \times L_{\text{заст}},$$

где  $L_{\text{пер}}$  - длина перемычки,

$L_{\text{проема}}$  - длина дверного или оконного проема,

$L_{\text{заст}}$  - длина минимальной анкеровки перемычки, равна 0,25 м.

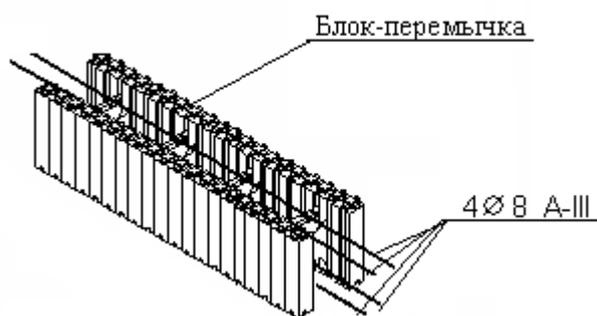


Рис. 6. Установка арматурных стержней в блоки перемычки

Под блок-перемычку снизу заводится поддерживающая доска, которая выполняет функции опалубки и препятствует протеканию бетонной смеси и разрушения блока-перемычки при бетонировании. Доска подпирается в проеме стойками.

По системе "Тёплый дом" можно также выполнить перекрытие арочной или любой другой формы. В таких случаях проёмы прикрываются элементарными блоками, а затем на их боках

размечается форма перекрытия. И ручной пилой с мелкими зубцами вырезают выбранную форму.

Последующее действие это приложение к низу выреза металлической полосы или древесной - волокнистой плиты. Ее нужно подпереть деревянными стойками, а во внутрь уложить соответствующее армирование.

Окна и двери в готовых проёмах можно закреплять как при помощи длинных разжимных анкеров, так и при использовании анкеров жестяных. В случае закрепления этими элементами, коробку необходимо установить таким образом, чтобы анкеры были закреплены в бетоне, заполняющем полости блоков.

Система "Тёплый дом" позволяет выполнить на оконных коробках выемки, предохраняющее выпадение оконной коробки.

На рис. 7. показана рама, выполненная после бетонирования путём вырезания части торца блока со вставленными заглушками.

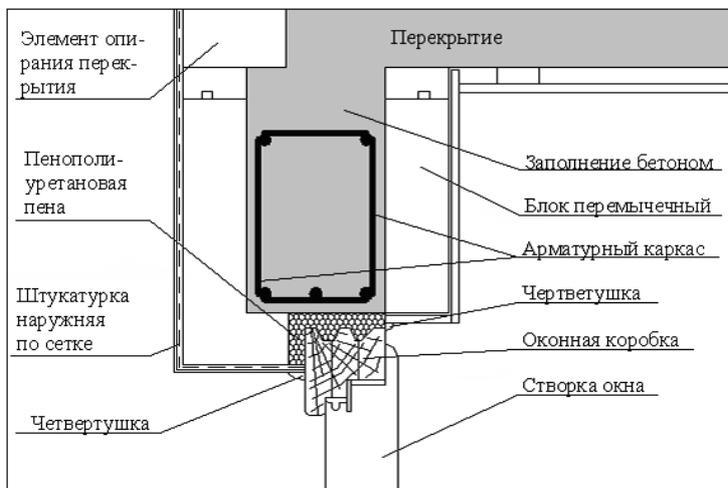


Рис. 7 Закрепления оконного блока за счет вырезки.

Ещё одним способом выполнения рамы больших размеров является размещение внутри блоков перед бетонированием деревянного бруска соответствующего сечения, см. рис.8 .

После бетонирования вырезается часть пенополистирольных стенок и брусок удаляется.

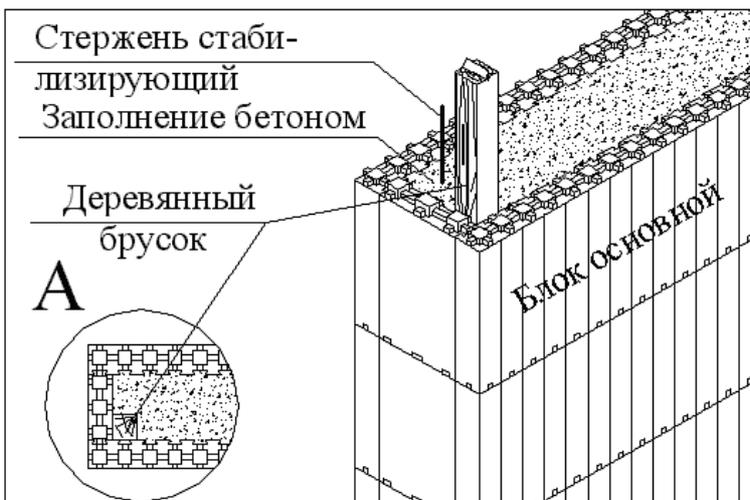
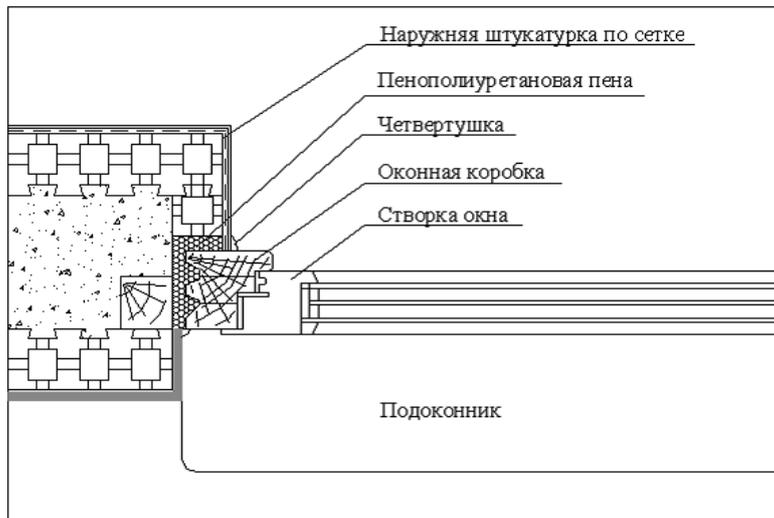


Рис. 8 Расположение деревянного бруса удаляемого при установке оконного блока

В этих случаях обязательно размещение в бетоне около рамы стабилизирующего прута диаметром 8 или 10 мм.

В стене из пенополистирольных блоков с забетонированными брусками коробку можно закрепить к дереву только длинными металлическими шурупами, см. рис.8. Тогда в бетонных стенах не требуется сверлить отверстия под анкеры.



**Рис. 9** Расположение забетонированного деревянного бруса

Оконная коробка нижней частью опирается забетонированные деревянные бруски сечением 6х6 см (или на подоконную доску, закрепляемую анкерными шурупами). Позднее оконную раму к ним достаточно привинтить металлическими шурупами.

Верхнюю и нижнюю обвязку пространства оконной рамы между обвязкой и бетоном заполняют полиуретановой пеной.

#### **4. Внутренняя и наружная отделка**

Наружная отделка выполняется всеми традиционными способами..

При облицовке кирпичом предусматриваются выпуски арматуры  $\varnothing$  4-6 мм Вр-I (12-15 выпусков на м<sup>2</sup>).

Наиболее рациональна наружная отделка цементно - клеевым составом по армирующей сетке (например, «Петромикс -КС» ),который наносится в два слоя. Отделка завершается нанесением фактурного декоративно- защитного слоя «Сенарджи» с добавлением колера.

Внутренняя отделка выполняется традиционными способами:

- штукатуркой по армирующей сетке;
- гипсокартонном или кафельной плиткой на обыкновенной клеевой мастике.

## ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

### 1. Теплотехнический расчет наружной монолитной стены из несъемной опалубки из ППС (1 вариант)

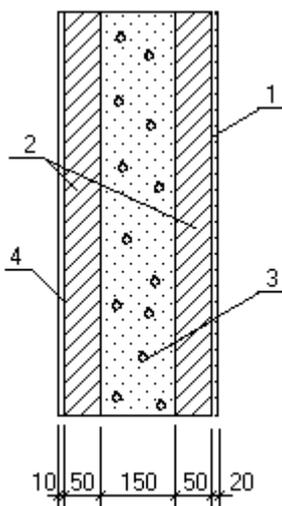


Таблица 1. Характеристика многослойной ограждающей конструкции

№ п/п	Название	Толщина, м	Теплопроводность материала, Вт/(м·°С)
1	Штукатурка по стекловолоконной сетке в 2 слоя	$\delta_1 = 0,008$	$\lambda_1 = 0,16$
2	Несъемная опалубка из пенополистерола (ГОСТ 15588-70*), плотностью 26 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_2 = 0,10$	$\lambda_2 = 0,036$
3	Железобетон, плотностью 2500 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_3 = 0,15$	$\lambda_3 = 1,69$
4	Лист гипсовый облицовочный (сухая штукатурка), плотностью 800 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_4 = 0,012$	$\lambda_4 = 0,15$

Рис.10 Наружная стена (1 вариант)

1. **Определим требуемое сопротивление ограждающей конструкции  $R_{tr}^o$**  исходя из ГСОП (градус - сутки отопительного периода)

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{ср}) * Z_{от. пер.} \quad (1a) - [ \text{СниП II-3-79}^* ];$$

где:

$t_{в} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$  – температура внутреннего воздуха для жилых зданий ,

$t_{ср} = - 3,8 \text{ } ^\circ\text{C}$  – средняя температура воздуха за отопительный период по г. Атырау см.[СНиП 2.01.01-82]

$Z_{от. пер.} = 182$  – число суток отопительного периода по г. Атырау, см. [СНиП 2.01.01 - 82 ].

$$\text{ГСОП} = (20+3,8)*182 = 4331,6 \text{ } ^\circ\text{C}*\text{сут.}$$

Из табл. 16\* СниП II-3-79\* выпишем значения ГСОП и  $R_{tr}^o$  для жилых зданий.

ГСОП	2000	4000	6000
$R_{tr}^o$	2,1	2,8	3,5

$$R_{tr}^o = (4331,6-4000)/(3,5-2,8)/(6000-4000)+2,8 = 2,92 \text{ м}^2 * ^\circ\text{C}/\text{Вт.}$$

2. **Фактическое термическое сопротивление ограждающей конструкции  $R_o$ :**

$$R_o = 1/\alpha_{н} + 1/\alpha_{в} + \Sigma R_i, \text{ согласно формулам (4 - 5) - [ СниП II-3-79}^* ],$$

где:

$\alpha_{н} = 8,7 \text{ (Вт /м}^2 * ^\circ\text{C)}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей поверхности ,

$\alpha_{в} = 23 \text{ (Вт /м}^2 * ^\circ\text{C)}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей поверхности ,

$\Sigma R_i = \Sigma(\delta_i/\lambda_i)$  - сумма термических сопротивлений многослойной ограждающей конструкции.

$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,008/0,16 + 0,10/0,036 + 0,15/ 1,69 + 0,012/0,15 = 3,15 \text{ м}^2 * ^\circ\text{C}/\text{Вт.}$$

**Вывод:** Условие  $R_o \geq R_{tr}^o$  полностью соблюдается. Стена имеет запас сопротивления теплопередачи 8%.

## 2. Теплотехнический расчет наружной монолитной стены из несъемной опалубки из ППС (2 вариант).

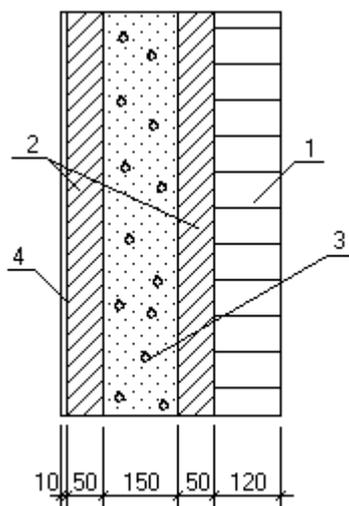


Таблица 2. Характеристика многослойной ограждающей конструкции

№ п/п	Название	Толщина, м	Теплопроводность материала, Вт/(м·°С)
1	Кирпич керамический облицовочный на цементно-песчаном растворе, плотностью 1300 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_1 = 0,12$	$\lambda_1 = 0,41$
2	Несъемная опалубка из пенополистерола (ГОСТ 15588-70*), плотностью 26 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_2 = 0,10$	$\lambda_2 = 0,036$
3	Железобетон, плотностью 2500 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_3 = 0,15$	$\lambda_3 = 1,69$
4	Лист гипсовый облицовочный (сухая штукатурка), плотностью 800 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_4 = 0,012$	$\lambda_4 = 0,15$

Рис.11 Наружная стена (2 вариант)

### 1. Фактическое термическое сопротивление ограждающей конструкции $R_o$ :

$$R_o = 1/\alpha_n + 1/\alpha_v + \sum R_i, \text{ согласно формулам (4 - 5) - [СниП II-3-79*],}$$

$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,12/0,41 + 0,10/0,036 + 0,15/1,69 + 0,012/0,15 = 3,398 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

**Вывод:** Условие  $R_o \geq R_{o,тр}$  полностью соблюдается. Стена, выполненная с использованием несъемной опалубки, имеет запас сопротивления теплопередачи 45%.

## 3. Теплотехнический расчет наружной кирпичной стены.

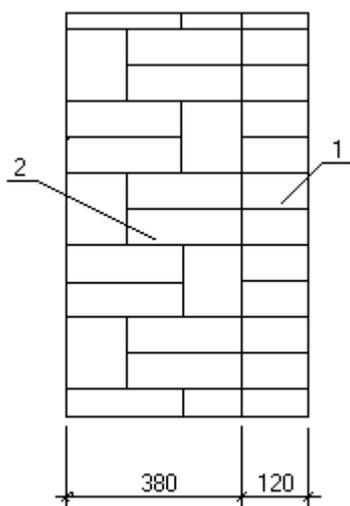


Таблица 2. Характеристика двухслойной ограждающей конструкции.

№ п/п	Название	Толщина, м	Теплопроводность материала, Вт/(м·°С)
1	Кирпич керамический облицовочный на цементно-песчаном растворе, плотностью 1300 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_1 = 0,12$	$\lambda_1 = 0,41$
2	Кирпич глиняный обыкновенный на цементно-песчаном растворе, плотностью 1800 кг/м <sup>3</sup>	$\delta_2 = 0,38$	$\lambda_1 = 0,56$

### 1. Фактическое термическое сопротивление ограждающей конструкции $R_o$ :

$$R_o = 1/\alpha_n + 1/\alpha_v + \Sigma R_i, \text{ согласно формулам (4 - 5) - [ СНИП II-3-79* ],}$$

где:

$\alpha_n = 8,7 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей поверхности ,

$\alpha_v = 23 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей поверхности ,

$\Sigma R_i = \Sigma(\delta_i/\lambda_i)$  - сумма термических сопротивлений многослойной ограждающей конструкции.

$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,12/0,41 + 0,38/0,56 = 1,130 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

**Вывод:** Условие  $R_o \geq R_{o,тр}$  не соблюдается. Кирпичная стена в 2,1 раза имеет меньшее термическое сопротивление, чем это необходимо по ГСОП; и в более чем 3 раза меньше по сравнению со стеной выполненной с использованием несъемной опалубки.

### 4. Сравнительный анализ ограждающих конструкций по теплотехническим свойствам

Выполним сравнительный анализ ограждающих конструкций выполненных из различных материалов с определением толщины, при их одинаковом термическом сопротивлении.

Таблица 3. Сравнение ограждающих конструкций.

№ п/п	Состав и описание ограждающей конструкции	Термическое сопротивление $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$	Толщина, м	Теплопроводность материала, $\text{Вт/(м} \cdot \text{°C)}$
1	Стена выполненная с использованием несъемной опалубки из ППС (1 вариант)	3,15	0,25	-
2	Стена из обыкновенного глиняного кирпича, плотностью $1800 \text{ кг/м}^3$	3,15	$\delta_1$	$\lambda_1 = 0,56$
3	Стена из керамзита, плотностью $1400 \text{ кг/м}^3$	3,15	$\delta_2$	$\lambda_2 = 0,47$

Определим  $\delta_1$ :

$$R_o = 1/\alpha_n + 1/\alpha_v + \Sigma R_i,$$

$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + \delta_1/0,56 = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

$$\delta_1 = (3,15 - 1/8,7 - 1/23) \cdot 0,56 = 1,68 \text{ м.}$$

Определим  $\delta_2$ :

$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + \delta_2/0,47 = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

$$\delta_2 = (3,15 - 1/8,7 - 1/23) \cdot 0,47 = 1,41 \text{ м.}$$

**Вывод:** При одинаковой теплопроводности со стеной выполненной с использованием несъемной опалубки из ППС, ограждающая конструкция из керамзита толще 5,6 раза, а стена из глиняного кирпича в 7,2 раза.