

Главный вопрос любого застройщика: «Какой должна быть толщина однослойных стен без дополнительного утепления из дерева, арболита, газобетона, поризованного крупноформатного камня, керамического одинарного эффективного рядового кирпича в Московской области?»

В данном материале я попытался ответить на этот, волнующий всех частных застройщиков вопрос. Подчеркиваю, что в этом материале речь идет исключительно об однослойных стенах без использования какого-либо утеплителя.

До 21.10.2003 г. основным документом, который регулировал строительные нормы, был СНиП II-3-79*

Строительная теплотехника. В этом документе были приведены таблицы и приложения, в которых были указаны конкретные цифры и коэффициенты по теплопроводности различных материалов, а также требования по сопротивлению теплопередаче стен, окон и дверных проемов, перекрытий подвалов и чердаков. Формула определения расчетного сопротивления теплопередачи стены (**R req**), которая использовалась при строительстве жилых домов, выглядит так:

$$R_{req} = 1/a_1 + \text{толщина материала в метрах} / \text{на коэффициент теплопроводности материала} + 1/a_2$$

где a_1 – это коэффициент теплообмена у внутренней поверхности ограждения, равный 8,7 Вт/м²С;

где a_2 – это коэффициент теплообмена у наружной поверхности ограждения, равный 23 Вт/м²С;

Исходя из этой формулы, для Москвы и Московской области норматив на сопротивление теплопередаче для стен высчитывался **3,16 м²С/Вт**. Поэтому огромное количество частных застройщиков, начиная строить свои дома сейчас, пытаются рассчитать толщину стен в своем доме, опираясь именно на эту цифру. Несмотря на то, что СНиП II-3-79* Строительная теплотехника прекратил свое действие 21.10.2003 г. я сделал два расчета на базе этого уже не существующего СНиПа для того, чтобы показать, как реально выглядели сухие и правдивые цифры для толщины стены согласно этому СНиПу:

- для материалов в сухом состоянии;
- для материалов при условиях эксплуатации Б

Расчетная толщина стены, при использовании данных о сопротивлении теплопередаче материалов **В СУХОМ СОСТОЯНИИ** в соответствии с приложениями 1 и 2 СНиП II-3-79* Строительная теплотехника и ГОСТ 19222-84, ГОСТ 25485-89, ГОСТ 530-2007 (без учета штукатурного слоя):

1) сухая сосна плотностью **500 кг/м³**, теплопроводность в сухом состоянии = 0,09 Вт/м²С:
 $1/8,7 + 0,27/0,09 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 =$ **3,16 м²С/Вт = стена 27 см.**

2) арболит плотностью **500 кг/м³**, конструкционный, со средней плотностью свыше 500 до 850 кг/м³, ГОСТ 19222-84 "Арболит и изделия из него. Общие технические условия"; теплопроводность в сухом состоянии = 0,095 Вт/м²С:

$$1/8,7 + 0,29/0,095 + 1/23 = 0,1149 + 3,0526 + 0,0434 =$$
 3,21 м²С/Вт = стена 29 см.

3) газобетон плотностью **500 кг/м³**, конструкционно-теплоизоляционный, марка **D500** по ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ; теплопроводность в сухом состоянии = 0,12 Вт/м²С:

$$1/8,7 + 0,36/0,12 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 =$$
 3,16 м²С/Вт = стена 36 см.

3) газобетон плотностью **400 кг/м³**, теплоизоляционный, марка **D400** по ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ; теплопроводность в сухом состоянии = 0,11 Вт/м°С:

$$1/8,7 + 0,33/0,11 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 =$$

3,16 м°С/Вт = стена 33 см.

Примечание: согласно ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ (этот ГОСТ прекратил свое действие в части касающейся ячеистых бетонов автоклавного твердения 01.01.2009 г.) газобетон марки **D400** являлся **теплоизоляционным**, и его нельзя было использовать для строительства несущих стен. Это было связано с низкой прочностью газобетона марки **D400**. У газобетона марки **D400** класс по прочности на сжатие был **B1; B1,5**

4) камень рядовой поризованный RAUF 14,5NF (510x253x219) плотностью **800 кг/м³**, конструкционный - ГОСТ 530-2007 Кирпич и камни керамические. Общие технические условия; теплопроводность в сухом состоянии = 0,18 Вт/м°С:

$$1/8,7 + 0,54/0,18 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 =$$

3,16 м°С/Вт = стена 54 см.

5) керамический одинарный эффективный рядовой кирпич (250x120x65) плотностью **1280 кг/м³**, конструкционный - ГОСТ 530-2007 Кирпич и камни керамические. Общие технические условия; теплопроводность в сухом состоянии = 0,41 Вт/м°С:

$$1/8,7 + 1,23/0,41 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 =$$

3,16 м°С/Вт = стена 1 м. 23см.

Прежде, чем привести расчеты о толщине стены при условиях эксплуатации Б, стоит пояснить, а что же это такое - условия эксплуатации Б? Необходимо ли для вашего дома делать расчеты на основании условий эксплуатации Б или нет, зависит от того, какой у вас в доме влажностный режим, и в какой климатической зоне с точки зрения влажности, ваша местность находится. Все данные и таблицы об этом есть в СНиП II-3-79* Строительная теплотехника, но я в этой статье, приведу лишь 2 таблицы:

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре		
	до 12°С	св. 12 до 24°С	св. 24°С
Сухой	До 60	До 50	До 40
<u>Нормальный</u>	<u>Св. 60 до 75</u>	<u>Св. 50 до 60</u>	<u>Св. 40 до 50</u>
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

Влажностный режим помещений (по табл. 1)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по прил. 1*)		
	сухой	<u>нормальный</u>	влажный
Сухой	А	А	Б
<u>Нормальный</u>	А	<u>Б</u>	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Хочу лишь отметить, что по СНиП II-3-79* Строительная теплотехника есть 3 зоны по влажности: сухая, нормальная и влажная. **Москва и Московская область находятся в нормальной зоне по влажности** и в ней расчеты принимаются **при условиях эксплуатации Б.**

Расчетная толщина стены при использовании данных о сопротивлении теплопередаче материалов **при условиях эксплуатации Б**, в соответствии с приложениями 1 и 2 СНиП II-3-79* Строительная теплотехника и ГОСТ 19222-84, ГОСТ 25485-89, ГОСТ 530-2007 (без учета штукатурного слоя):

1) сосна плотностью **500 кг/м³**, теплопроводность в условиях эксплуатации Б = 0,18 Вт/м^{°С}:

$$1/8,7 + 0,54/0,18 + 1/23 = 0,1149 + 3,0526 + 0,0434 = \quad \mathbf{3,16 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт} = \text{стена } 54 \text{ см.}}$$

2) арболит плотностью **500 кг/м³**, конструкционный - со средней плотностью свыше 500 до 850 кг/м³, СНиП II-3-79* Строительная теплотехника; теплопроводность при условиях эксплуатации Б = 0,19 Вт/м^{°С}:

$$1/8,7 + 0,57/0,19 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 = \quad \mathbf{3,16 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт} = \text{стена } 57 \text{ см.}}$$

3) газобетон плотностью **500 кг/м³**, конструкционно-теплоизоляционный, марка **D500** по ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ; теплопроводность при условиях эксплуатации Б (взята линейная интерполяция между марками 400 и 600 СНиП II-3-79* Строительная теплотехника) = 0,21 Вт/м^{°С}:

$$1/8,7 + 0,63/0,21 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 = \quad \mathbf{3,16 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт} = \text{стена } 63 \text{ см.}}$$

3) газобетон плотностью **400 кг/м³**, теплоизоляционный, марка **D400** по ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ; теплопроводность при условиях эксплуатации Б = 0,15 Вт/м^{°С}:

$$1/8,7 + 0,45/0,15 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 = \quad \mathbf{3,16 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт} = \text{стена } 45 \text{ см.}}$$

Примечание: согласно ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ (в части, касающейся ячеистых бетонов автоклавного твердения, этот ГОСТ прекратил свое действие 01.01.2009 г.) газобетон марки **D400** являлся **теплоизоляционным**, и его нельзя было использовать для строительства несущих стен. Это было связано с низкой прочностью газобетона марки **D400**. У газобетона марки **D400** класс по прочности на сжатие был **B1; B1,5**

4) камень рядовой поризованный RAUF 14,5NF (510x253x219) плотностью **800 кг/м³**, конструкционный, ГОСТ 530-2007 Кирпич и камни керамические. Общие технические условия; теплопроводность при условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%) = 0,24 Вт/м^{°С}:

$$1/8,7 + 0,72/0,24 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 = \quad \mathbf{3,16 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт} = \text{стена } 72 \text{ см.}}$$

5) керамический одинарный эффективный рядовой кирпич (250x120x65) плотностью **1320 кг/м³**, конструкционный, ГОСТ 530-2007 Кирпич и камни керамические. Общие технические условия; теплопроводность при условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%) = 0,58 Вт/м^{°С}:

$$1/8,7 + 1,74/0,58 + 1/23 = 0,1149 + 3 + 0,0434 = \quad \mathbf{3,16 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт} = \text{стена } 1 \text{ м. } 74 \text{ см.}}$$

Как видно из расчетов, несущие стены дома для вышеперечисленных строительных материалов при условиях эксплуатации Б должны быть толщиной 50 см. и более. Но ведь в реальности этого нет. Стены из сосны толщиной в 54 см. не встречаются даже в тайге, где лес бесплатный. Да и стены домов из арболита и газобетона толщиной 57 см. и 63 см. соответственно, тоже представить трудно. Тогда встает резонный вопрос: «А какой толщины должны быть стены, и какими нормами надо руководствоваться при строительстве своего дома сегодня?». Застройщикам Московской области в наши дни следует руководствоваться двумя основными документами:

1. СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003

2. ТСН НТП - 99 МО (Нормы теплотехнического проектирования гражданских зданий с учетом энергосбережения для Московской области)

В нашей стране есть огромное количество жилых домов с толщиной стен в 2,5 керамического или силикатного полнотелого кирпича (**62 см.**) Такой кирпич имеет теплопроводность примерно 0,7 Вт/м°С при условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%). Для того чтобы выполнить условия СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003 и ТСН НТП - 99 МО в наше время стены из такого кирпича в Московском регионе должны иметь ширину **2 м. 10 см.** На этом простом примере видно, что современные требования к условиям энергосбережения почти в 4 раза жестче, чем старые. В Советском Союзе топливо стоило копейки, поэтому вопросам энергосбережения никто не уделял никакого внимания. Ну а как же миллионы россиян, живущих в домах со стенами из полнотелого кирпича толщиной 62 см.? Ведь у них в квартирах те же самые 20 градусов по Цельсию, да и жить в кирпичных домах им так же комфортно, как и современным застройщикам. Просто все дело в том, что СНиП II-3-79* СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА, действовавший до 21.10.2003 г. и последний СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003 не распространяются на дома, построенные до их введения. Поэтому в нашей системе ЖКХ и осуществляется перекрестное субсидирование коммунальных услуг, в результате чего мы получаем «среднюю температуру по больнице» - тариф на отопление одинаков как для жителей старых домов, полностью не соответствующих современным требованиям, так и для домов новых серий и конструкций, полностью удовлетворяющих требованиям СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003.

Итак, какие же требования к толщине стен предъявляет СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003 ?

5.1 Нормами установлены три показателя тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей "а" и "б" либо "б" и "в". В зданиях производственного назначения необходимо соблюдать требования показателей "а" и "б".

5.2 С целью контроля соответствия нормируемых данными нормами показателей на разных стадиях создания и эксплуатации здания следует заполнять согласно указаниям раздела 12 энергетический паспорт здания. **При этом возможно превышение нормируемого удельного расхода энергии на отопление всего здания при соблюдении требований**

пункта 5.3., а именно: нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , м²·°С/Вт, ограждающих конструкций должны соответствовать цифрам, приведенным в СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003, таблица 4.

Также, в таблице 4 используется такое понятие как Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП). Чтобы определить конкретную цифру ГСОП для Москвы, необходимо заглянуть в ТСН НТП - 99 МО. Для Москвы ГСОП (градусо-сутки отопительного периода) равны 5027 °С·сут. и рассчитываются так:

$$D_d = (t_{int} - t_{ext}^{av}) \cdot z_{ht} = (20 + 3,6) \cdot 213 = 5027$$

где, 20 °С – это расчетная температура внутреннего воздуха
 -3,6 °С - средняя температура наружного воздуха за отопительный период
 213 сут - продолжительность отопительного периода

Таким образом, чтобы выполнить требования СНиП ТЕРПОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003 по тепловой защите своего дома, у вас есть два варианта:

Вариант №1.

Вы должны полностью выполнить требования п.5.3 СНиП ТЕРПОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003, и ваши стены должны иметь сопротивление теплопередаче при условиях эксплуатации Б не ниже **3,16 м°С/Вт (для Московской области)**. Помните, что вы должны все расчеты осуществлять на основе реальных расчетных показателей, подсчитанных при условиях эксплуатации Б. И если по таким расчетам, у вас будет получаться стена из какого-либо материала без утеплителя, скажем толщиной в 60 см., то вы должны сделать стену именно такой толщины. При соблюдении данного условия, к вам никто не будет предъявлять требований по удельному расходу энергии на отопление.

Вариант №2.

Вы можете не соблюдать требование по толщине стены, и ваши стены могут иметь сопротивление теплопередаче стены **ниже 3,16 м°С/Вт (для Московской области)**. Но в этом случае, вы обязаны выполнить подпункты **б** и **в** пункта 5.1. СНиП ТЕРПОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003, а именно:

б) санитарно-гигиенический показатель тепловой защиты здания, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Чтобы понять, какой все-таки должна быть толщина стен для домов в Московской области в соответствие с вариантом №2, необходимо пояснить, что такое **уровень санитарно-гигиенического комфорта в помещении**.

Температура внутренней поверхности дома не должна сильно отличаться от температуры воздуха в помещении. Разница должна быть менее заданного значения Δt_n - нормируемого температурного перепада. Чем больше тепловое сопротивление ограждения, тем выше температура на его внутренней поверхности. Вот данные из СНиП ТЕРПОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003, таблица 5 (нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции)

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, для			
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_{int} - t_d$

Из этой таблицы видно, что Δt_n для наружных стен = 4 °С. Почему взяли именно такое значение нормируемого температурного перепада, а не какое-то иное? Все дело в том, что при

таком значении Δt_n , или при значении Δt_n для наружных стен меньше 4 °С не происходит образования конденсата. Чтобы понять, почему это важно, необходимо вспомнить школьные знания. В школьном курсе физики изучалось такое понятие, как «точка росы». Что это такое? «Точка росы» - это такое соотношение температуры и влажности воздуха, при котором на более холодной поверхности конденсируется вода из воздуха. Мы с этим явлением сталкиваемся постоянно в повседневной жизни - например, запотевание посуды, вынутой из холодильника; или стекла автобусов, покрывающиеся инеем в холодную погоду и т.д. Выпадающий конденсат увеличивает влажность стен, тем самым снижая сопротивление теплопередаче этих стен и сокращая срок службы ограждающих конструкций дома. Именно поэтому, для того, чтобы в вашем доме соблюдались условия **санитарно-гигиенического комфорта в помещении**, Δt_n (т.е. значение нормируемого температурного перепада для наружных стен) должно быть равно 4 °С или должно быть ниже 4 °С.

Если произвести соответствующие расчеты, то будет видно, что минимальное значение полного сопротивления теплопередаче наружной стены при условии **санитарно-гигиенического комфорта в помещении** будет не более **1,5 м²·°С/Вт**. Этот показатель можно применить для большинства районов Центрального региона России.

Таким образом, **первым условием** соответствия требованиям СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003 по тепловой защите зданий по варианту №2 будет сопротивление теплопередаче стены вашего дома не ниже **1,5 м²·°С/Вт**.

Вторым условием по варианту №2 будет выполнение требований по удельному расходу тепловой энергии всего здания. Согласно п.п. 21 п. ПЗ.VI. «Теплотехнические показатели» ТСН НТП - 99 МО **в случае удовлетворения главному требованию $q_e^{des} \leq q_e^{req}$ по удельному расходу тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление всего здания приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r для отдельных элементов наружных ограждений может приниматься ниже требуемых значений.** Т.е. фактическое сопротивление теплопередаче стены вашего дома, может быть согласовано в сторону уменьшения. На основании этого пункта, вы можете иметь сопротивление теплопередаче стены **ниже 3,16 м²·°С/Вт (для Московской области)**, но при этом ваш дом должен полностью удовлетворять главному требованию $q_e^{des} \leq q_e^{req}$ по удельному расходу тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление всего здания.

Таким образом, чтобы не переживать за то, что ваш дом не будет соответствовать требованиям СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003, вы должны при строительстве своего дома воспользоваться одним из нижеперечисленных вариантов:

1) ваш дом должен иметь такую толщину стен, реальное сопротивление теплопередаче которых при условиях эксплуатации Б будет **не ниже 3,16 м²·°С/Вт (для Московской области)**. Выполнения этого единственного условия будет достаточно.

2) ваш дом должен иметь такую толщину стен, реальное сопротивление теплопередаче которых будет **не ниже 1,5 м²·°С/Вт.**, но при этом весь ваш дом должен удовлетворять главному требованию $q_e^{des} \leq q_e^{req}$ по удельному расходу тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление всего здания. Для того, чтобы выполнить это требование, вам придется очень хорошо постараться с утеплением окон и дверных проемов, перекрытий подвалов и чердаков, устранением «мостиков холода» и с организацией правильного воздухообмена в помещении. В этом случае, чтобы соответствовать требованиям СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003 и ТСН НТП - 99 МО вам будет достаточно иметь сопротивление теплопередаче стен на уровне **2,4 - 2,8 м²·°С/Вт**

С 01.01.2009 г. в применении стандартов по ячеистым бетонам автоклавного твердения (в частности по газобетону) произошли существенные изменения.

До 01.01.2009 г. производители автоклавного газобетона руководствовались ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ. Но с 01.01.2009 г. этот ГОСТ прекратил свое действие в части, касающейся автоклавных ячеистых бетонов, а взамен 01.01.2009 г. в действие вступил новый **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ - ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия.** В этом новом документе прописаны основные моменты, касающиеся ячеистых бетонов. Так как производители газобетона стараются представить свой товар только с положительной стороны и все возможные цифры приводят исключительно так, как выгодно им, то я хотел бы обратить ваше внимание на основные моменты, которые вам следует знать о газобетоне, в связи с изменениями и с учетом **ГОСТ 31359-2007.**

1) в новом ГОСТ 31359-2007 требования по теплопроводности газобетона **В СУХОМ СОСТОЯНИИ** стали немного жестче. Посмотрите на **таблицу 1, п. 4.10, ГОСТ 31359-2007.**

Марка ячеистого бетона по средней плотности	Коэффициент теплопроводности ячеистого бетона в сухом состоянии λ_0 , Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроницаемости ячеистого бетона μ , мг/(м·ч·Па), не менее
D200	0,048	0,30
D250	0,06	0,28
D300	0,072	0,26
D350	0,084	0,25
D400	0,096	0,23
D450	0,108	0,21
D500	0,12	0,20
D600	0,14	0,16

Но при этом, в новом **ГОСТ 31359-2007** есть большой диапазон для маневрирования по коэффициенту теплопроводности. В частности, в примечании к этой же таблице сказано:

Примечание 1. Фактическое значение коэффициента теплопроводности ячеистого бетона в сухом состоянии не должно превышать приведенные значения более чем на 10 %.

2) если в ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ показатель плотности газобетона привязывался к его прочности (например, **D400** – газобетон теплоизоляционный – класс прочности на сжатие **B1-B1,5**), то в новом **ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения** этого нет. В частности, про взаимосвязь марки по плотности, класса по прочности и вида по назначению там написано следующее:

п. 4.8 Ячеистые бетоны в зависимости от назначения должны быть:

- **теплоизоляционный**: класса по прочности на сжатие не ниже В0,35, марки по средней плотности - не выше D400;
- **конструкционно-теплоизоляционный**: класса по прочности на сжатие не ниже В1,5, марки по средней плотности - не выше D700;
- **конструкционный**: класса по прочности на сжатие не ниже В3,5, марки по средней плотности - D700 и выше.

Из этих пунктов видно, что марка по плотности и класс по прочности на сжатие у разных производителей могут значительно отличаться друг от друга, так как простор для вариантов очень большой. Блок **D600** (плотностью 600 кг/м³) и классом по прочности на сжатие **В 1,5** будет **конструкционно-теплоизоляционным**. И блок **D300** (плотностью 300 кг/м³) и классом по прочности на сжатие **В 1,5** исходя из нового **ГОСТ 31359-2007** можно тоже смело считать **конструкционно – теплоизоляционным**. А вот блок **D400** (плотностью 400 кг/м³) и классом по прочности на сжатие **В 1,4** уже будет только **теплоизоляционным**. А так как, в **ГОСТ 31359-2007** не прописано точное соответствие по параметрам марки по плотности, класса по прочности и вида по назначению, то у всех продавцов газобетона открывается достаточно широкое поле возможностей для объяснений, газобетон какой марки по плотности и с каким классом по прочности покупатель должен купить. А учитывая то, что огромное количество людей строят свои дома без профессионального проектирования и привлечения квалифицированных специалистов, а собственными силами или с помощью каких-либо строительных бригад, им зачастую очень легко попасться на удочку недобросовестных продавцов, которых мало заботит дом покупателя. Для них главное – это продать свой товар. Для подтверждения этого факта достаточно поискать информацию на эту тему в интернете, на форумах по строительству, и сразу станет видно, насколько велико число людей, которые не понимают, почему в каких-то случаях они могут использовать газобетон марки **D400** для строительства несущих стен своего дома, а в каких-то случаях нет.

3) если раньше в **приложении 3** СНиП II-3-79* СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА, было четко прописано какую теплопроводность в условиях эксплуатации Б имеет та или иная марка газобетона, то в новом **ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения** такой таблицы нет. Зато там есть **пункт 3.15 - равновесная влажность**: фактическая средняя влажность ячеистого бетона по толщине стены конструкции и сторонам света за отопительный период **после 3-5 лет эксплуатации**. Посмотрите, как выглядит **приложение А** с данными по теплопроводности ячеистых бетонов при равновесной влажности и при этом обратите свое внимание на то, что данное приложение **справочное**, а не обязательное.

Приложение А (справочное)

Коэффициент теплопроводности ячеистых бетонов при равновесной влажности

Таблица А.1

Марка ячеистых бетонов по средней плотности	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С), при равновесной весовой влажности W	
	4%	5%
D200	0,056	0,059
D250	0,070	0,073
D300	0,084	0,088
D350	0,099	0,103
D400	0,113	0,117
D450	0,127	0,132
D500	0,141	0,147
D600	0,160	0,183

Отсутствие в новом **ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения** такого понятия как теплопроводность газобетона при условиях эксплуатации Б и замена его на такое понятие, как равновесная влажность (**W 5%**), которая наступает по ГОСТу минимум **через 3-5 лет**, приводит к тому, что продавцы газобетона не доводят до сведения покупателей очень важную информацию, связанную с характеристиками газобетона по влажности. В частности, отпускная влажность газобетона минимум 25%. К началу стройки, если вы сразу распакуете целлофан с упаковок блоков, реальная влажность опустится до 20%, а при самом идеальном варианте до 15% и все. Реальная цифра влажности газобетона в стене вашего дома будет колебаться в районе 9-15% в первые 3-5 лет после строительства. И это при условии, что вы осуществите правильную внешнюю отделку ваших стен и не создадите непреодолимых препятствий для выхода влаги из помещения на улицу. Чтобы понять, насколько это важный и существенный момент для стен из газобетона, взгляните на следующие цифры:

Теплопроводность газобетона D400 по ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения в сухом состоянии W = 0%	0,096 Вт/м°С
Теплопроводность газобетона D400 по ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения в условиях равновесной влажности W = 5%	0,117 Вт/м°С
Теплопроводность газобетона D400 по данным производителей газобетона при влажности газобетона W = 10%	0,15 Вт/м°С
Теплопроводность газобетона D400 по данным производителей газобетона при влажности газобетона W = 15%	0,18 Вт/м°С

Из цифр, приведенных в таблице видно, что при влажности газобетона **W = 15%** его

теплопроводность увеличилась вдвое. Поэтому, когда вы будете делать расчеты по толщине стены из газобетона, вам желательно сразу определиться с тем, какая у вас будет внешняя отделка дома. Потому что неправильный подход к внешней отделке стены из газобетона, может очень резко снизить его теплоизоляционные качества. Одним из самых распространенных примеров такой ошибки, является облицовка стен газобетона лицевым кирпичом без вентилируемой воздушной прослойки, что приводит к значительному увлажнению газобетона и снижению всех его свойств, в первую очередь, теплоизоляционных.

А какова же реальность, ставшая результатом строительства домов и коттеджей в современной России? Какая толщина стен достаточна для того, чтобы вы могли чувствовать себя комфортно в своем доме, и при этом не видеть страшных снов о том, как плохо утепленные стены уничтожают вашу наличность в виде затрат на газ, уголь, электричество или солярку? Какие основные факторы влияют на выбор той или иной толщины стен для вашего дома? Выводы, которые будут сделаны ниже, являются моим частным мнением и это мнение основано на изучении реальной практики применения строительных правил и норм, а так же на свойствах тех или иных строительных материалов.

Толщина стен подбирается исходя из нескольких факторов, но главными из них являются:

- 1) прочность и устойчивость стены.
- 2) ее теплотехнические характеристики.
- 3) комфортность проживания в доме со стенами из такого материала.

Существующая реальность и практика показали, что в Московской области частные застройщики без использования утеплителей строят стены следующей толщины:

1) сосна плотностью **500 кг/м³**, конструкционный, теплопроводность в сухом состоянии = 0,09 Вт/м^{°C}, реальная теплопроводность при условиях эксплуатации Б = 0,15 Вт/м^{°C}.

Основная толщина стен для срубов и домов из бруса находится в диапазоне 21-28 см. Реальное сопротивление теплопередаче такой стены в условиях эксплуатации Б вместе с отделкой вагонкой, блокхаусом и т.д. будет: **стена 21-28 см = 1,6 – 2,0 м²·°C/Вт**

2) арболит плотностью **500 кг/м³**, конструкционный, теплопроводность в сухом состоянии = 0,095 Вт/м^{°C}, реальная теплопроводность арболита при условиях эксплуатации Б = 0,15 Вт/м^{°C}:

Основная толщина стен для домов из арболита составляет 30 см. При условии использования кладочного раствора на перлите и штукатурки с перлитом, реальное сопротивление теплопередаче такой стены при условиях эксплуатации Б вместе с отделкой штукатуркой на перлите будет: **стена 30 см = 2,5 м²·°C/Вт**

Примечание: кладочные и штукатурные смеси на основе перлита имеют коэффициент теплопроводности от 0,09 до 0,18 Вт/м^{°C}. Таким образом, использование штукатурного слоя на основе перлита общей толщиной 3-4 см. (внешняя сторона стены + внутренняя сторона стены) добавит **0,35 м²·°C/Вт** к общей цифре сопротивления теплопередачи вашей стены.

Для справки: стена толщиной в один рядовой строительный кирпич (25 см.) теплопроводностью при естественной влажности 0,7 Вт/м^{°C} имеет такое же сопротивление теплопередачи **0,35 м²·°C/Вт**

Штукатурки с использованием перлита:

Таблица (1): Примерные варианты дозировки штукатурок на основе перлита:

	Цемент / <i>перлит</i> Пропорция по объёму	цемент, кг	<i>Перлит</i> , м ³	Вода, л	Воздухововлекающие добавки, литр
A	1:4	375	1	300	4.1
B	1:5	300	1	290	4.1
C	1:6	250	1	270	4.1
D	1:8	188	1	270	4.1

Таблица (2): Ожидаемые физико-технические характеристики таких смесей:

	<i>Perlite</i> cement /aggregate Пропорция по объёму	Compressive strength (прочность на сжатие), кг/см ²	Плотность в сухом виде кг/м ³	Плотность во влажном состоянии кг/м ³	Thermal conductivity (теплопроводность), Вт/м °С
A	1.4	24.1-34.4	544-640	808± 32	0.10-0.11
B	1.5	15.8-23.4	448-544	728± 32	0.09-0.10
C	1.6	9.6-13.7	384-448	648 ±32	0.08-0.09
D	1.8	5.5-8.6	320-384	584±32	0.07-0.08

Кладочные растворы с использованием перлита:

Таблица (3): Примерные варианты дозировки кладочных растворов (легкие бетоны)

	Цемент, м ³	Перлит, м ³	Песок, м ³	Вода, м ³	Воздухо вовлекающие добавки, литр
E	1	3	2.2	1.51	3.2
F	1	3	2.0	1.08	3.2
G	1	1.6	2.5	1.24	3.2
H	1	1.1	2.1	1.05	3.2
I	1	3	1.75	1.13	3.2

Таблица (4): Характеристики кладочных растворов:

	Плотность в сухом виде кг/м ³	Compressive strength (прочность на сжатие), кг/см ²	Плотность во влажном состоянии после укладки, кг/м ³
E	1040	55.2-62.1	1312±80
F	1200	62.1-82.8	1280±80
G	1312	75.9-89.7	1568±80
H	1408	158.7-172.5	1680±80
I	1584	138.6-151.8	1760±80

Примечание: существуют также растворы и штукатурки на основе гипса, известны с различными теплотехническими и прочностными характеристиками.

3) газобетон D-500 (вариант №1).

газобетон плотностью **500 кг/м³**, конструкционно-теплоизоляционный, теплопроводность в сухом состоянии = 0,12 Вт/м^{°C}, реальная теплопроводность при условиях эксплуатации Б в зависимости от производителя будет = от 0,17 Вт/м^{°C} до 0,22 Вт/м^{°C}:

Основная толщина стен для домов из газобетона D-500 на территории Московской области составляет 50 см. Все такие дома были построены до 01.01.2009 г. и опирались на ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ. В соответствии с действующим ГОСТ 31359-2007, реальное сопротивление теплопередаче стены толщиной 50 см. в условиях эксплуатации Б вместе с отделкой штукатуркой, сайдингом, облицовочным кирпичом будет примерно:

стена 50 см = от 2,4 м²·°C/Вт до 3,1 м²·°C/Вт

А теперь, что касается газобетона D-400. Несмотря на то, что в ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ автоклавный ячеистый бетон **D-400** (т.е. плотностью 400 кг/м³) был записан как **теплоизоляционный**, почти все современные производители газобетона такой плотности уверяют, что D-400 имеет класс по прочности В 2- 2,5, которого достаточно для строительства 2-3 этажных домов. Изменения в технологию производства газобетона были внесены ими в связи с тем, что несущие стены, из газобетона D-500 толщиной 50 см. хотят строить не все застройщики, потому что не всегда получается выгодно, по сравнению с другими строительными материалами и конструкциями. Опираясь на данные производителей автоклавного газобетона можно сделать вывод о том, что реальная теплопроводность блоков газобетона D-400 при условиях эксплуатации Б у всех производителей очень сильно отличается и находится в пределах от 0,14 Вт/м^{°C} до 0,18 Вт/м^{°C}. Поэтому, если взять для правдивости и качества излагаемого материала газобетон D-400, который получил достаточно широкое распространение в современной России, то получится следующее:

3) газобетон D-400 (вариант №2).

газобетон плотностью **400 кг/м³**, конструкционно-теплоизоляционный, теплопроводность в сухом состоянии = от 0,096 Вт/м^{°C} до 0,12 Вт/м^{°C}, реальная теплопроводность при условиях эксплуатации Б = от 0,14 Вт/м^{°C} до 0,17 Вт/м^{°C}:

Основная толщина стен для домов из газобетона D-400 при использовании в качестве кладочного раствора клея, составляет 40 см. Реальное сопротивление теплопередаче такой стены в условиях эксплуатации Б вместе с отделкой штукатуркой, сайдингом будет примерно:

стена 40 см = от 2,5 м²·°C/Вт до 3,0 м²·°C/Вт

Примечание: строить дома с толщиной несущих стен меньше 375 мм. из газобетона марки D-400, классом по прочности на сжатие В 2-2,5 для Московской области не рекомендуют не только подавляющее большинство специалистов, но и производители газобетона!!! Такие документы, как ГОСТ 25485-89 БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ и СНиП II-3-79* СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА готовили сотни специалистов из нескольких специализированных институтов. И та информация, которая была заложена в эти документы, проверялась десятки раз на натуральных испытаниях. Поэтому полагаться только на информацию продавцов не стоит. Газобетон, как материал, достаточно хрупкий. Именно поэтому производители газобетона настоятельно рекомендуют стены из газобетона любой плотности обязательно армировать, иначе они могут треснуть при малейших подвижках фундамента, а межэтажные перекрытия класть только на армопояс.

4) камень рядовой поризованный (вариант №1).

камень рядовой поризованный RAUF 14,5NF (510x253x219) плотностью **800 кг/м³**, конструкционный, теплопроводность в сухом состоянии = 0,18 Вт/м^{°C}, реальная теплопроводность в условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%) = 0,24 Вт/м^{°C};

Основная толщина стен для домов из камня рядового поризованного составляет 51 см. Такую стену кладут в один блок толщиной 51 см. При условии использования кладочного раствора на перлите и штукатурки с перлитом, реальное сопротивление теплопередаче такой стены при условиях эксплуатации Б вместе с отделкой штукатуркой на перлите будет примерно:

стена 51 см = 2,6 м²·°C/Вт

При использовании обычного цементно-песчаного раствора с обычной песчано-цементной штукатуркой реальное сопротивление теплопередаче такой стены в условиях эксплуатации Б будет примерно:

стена 51 см = 2,3 м²·°C/Вт

4) камень рядовой поризованный + облицовочный керамический кирпич (вариант №2).

камень рядовой поризованный RAUF 14,5NF (510x253x219) плотностью 800 кг/м³, конструкционный, теплопроводность в сухом состоянии = 0,18 Вт/м²·°C, теплопроводность в условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%) = 0,24 Вт/м²·°C + облицовочный керамический кирпич, теплопроводность в сухом состоянии = 0,44 Вт/м²·°C, реальная теплопроводность при условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%) = 0,58 Вт/м²·°C;

Основная толщина стен для домов в таком варианте составляет 64 см. Такую стену кладут в один блок толщиной 51 см. + облицовочный кирпич 12 см. Реальное сопротивление теплопередаче такой стены в условиях эксплуатации Б при использовании обычного цементно-песчаного раствора будет 0,26 Вт/м²·°C:

стена 64 см = 2,5 м²·°C/Вт

5) керамический одинарный эффективный рядовой кирпич (250x120x65) плотностью 1320 кг/м³, конструкционный - ГОСТ 530-2007 Кирпич и камни керамические. Общие технические условия; теплопроводность в сухом состоянии = 0,41 Вт/м²·°C; реальная теплопроводность в условиях эксплуатации Б (при влажности материала 2%) = 0,58 Вт/м²·°C.

Без утепления стены из керамического одинарного эффективного рядового строительного кирпича сейчас не строят.

Потери тепла типичных жилых домов и зданий происходят по трем основным направлениям:

- 1) потери тепла через стены, чердачные перекрытия и перекрытия первого этажа, а также вследствие (но в значительно меньшей степени) излучения и конвекции;
- 2) потери тепла через оконные и дверные проемы, а также вследствие (но в значительно меньшей степени) излучения и конвекции;
- 3) потери тепла путем конвекции и перетока воздуха через элементы наружного ограждения здания, который обычно происходит через открытые окна, двери и вентиляционные отверстия (принудительная или естественная вентиляция) или путем инфильтрации, т.е. проникновения воздуха через щели в ограждающих конструкциях здания, например по периметру дверных и оконных проемов.

Говоря о теплозащите дома, мы часто забываем, что **через стены теряется не более 30% всего тепла в доме**, поэтому увеличение толщины стен часто не ведет к значительной экономии теплотерь в доме. Например, возьмем арболит.

Как повлияет на экономию теплотерь в доме увеличение толщины стены из арболита с 30 см. до 40 см.?

Посмотрите на 2 таблицы, которые приведены ниже (таблицы взяты из открытых источников, цифры в разных источниках отличаются друг от друга, но незначительно).

Таблица 1: потери тепла в обычном жилом доме из арболита со стенами толщиной 30 см. Общие потери тепла взяты за 100%.

Элементы зданий, через которые происходят потери тепла	Доля потерь, %
Стены, перекрытия подвалов и чердаков	51
Оконные и дверные проемы	26
Воздухообмен (вентиляция и инфильтрация воздуха)	23
Всего:	100

Таблица 2: потери тепла в этом же доме, но со стенами 40 см. Общие потери тепла взяты не как 100%, а как результат, который получился вследствие экономии по потерям тепла, после увеличения толщины стены дома из арболита с 30 см. до 40 см.

Элементы зданий, через которые происходят потери тепла	Доля потерь, %
Стены, перекрытия подвалов и чердаков	42
Оконные и дверные проемы	26
Воздухообмен (вентиляция и инфильтрация воздуха)	23
Всего, по сравнению с домом, где стены толщиной 30 см.	91

Из этих таблиц видно, что с увеличением толщины стены ((было 30 см. - сопротивление теплопередаче $2,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, а стало 40 см.- сопротивление теплопередаче $3,18 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$) реальная экономия в потерях тепла через стены составила порядка 9 % от всех потерь тепла в доме, или порядка 25% от всех потерь тепла через стены. Много это или мало? При постоянном перепаде температур между внутренним и наружным воздухом в 1 °C , через стену будет проходить тепловой поток плотностью $1/3,18 = 0,314 \text{ Вт/м}^2$. А при средней разнице температур в 22 °C за отопительный период, плотность теплового потока составит $6,9 \text{ Вт/м}^2$. За все 213 суток отопительного периода в Московской области через каждый квадратный метр стены будет потеряно около $35,27 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ тепловой энергии ($6,9 \text{ Вт/м}^2 \times 5112 \text{ часов}$ - это количество часов в 213 сутках / 1000). Если взять дом размером $10 \times 10 \text{ м}$., высотой в 2 этажа и высотой потолков $2,8 \text{ м}$., то можно принять площадь стен такого дома за вычетом окон и входной двери в районе 200 м^2 . Таким образом, экономия в потерях тепла составит: $200 \text{ м}^2 \times 35,27 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \times 25\% = 1785 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

- На этом простом примере видно, что если вы сделаете стену своего дома из арболита толщиной 40 см., а не 30 см., то вы за год на этом сможете **съэкономить всего лишь 1785 кВт·ч. за год** (т.е. не более 3900 рублей).
- Для сравнения: через каждый квадратный метр окна теряется почти в 6 раз больше энергии – около **200 кВт·ч. в год.**

Мои выводы и варианты по необходимой толщине стен (без использования утеплителя) для домов в Московской области, предназначенных для постоянного проживания:

Вариант №1:

Вы должны полностью выполнить требования п.5.3 СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003, и стены вашего дома должны иметь **реальное** сопротивление теплопередаче **не ниже 3,16 м°С/Вт (для Московской области)**. В этом случае к вам никто не будет предъявлять требований по удельному расходу энергии на отопление вашего дома. А толщина стен вашего дома должна быть следующей:

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1) сосна + вагонка, блокхаус: | стена 45 см. |
| 2) арболит плотностью 500-550 кг/м ³ + штукатурка на перлите: | стена 40 см. |
| 3) газобетон на клею плотностью 500 кг/м ³ + сайдинг: | стена от 50 см. до 66 см. |
| газобетон на клею плотностью 400 кг/м ³ + сайдинг: | стена от 40 см. до 51 см. |
| 4) камень рядовой поризованный RAUF 14,5NF + штукатурка на перлите: | стена 63 см. |
| камень рядовой поризованный + облицовочный кирпич: | стена 77 см. |

Вариант №2:

Вы можете не соблюдать требование по толщине стены, и ваши стены могут иметь сопротивление теплопередаче стены **ниже 3,16 м°С/Вт (для Московской области)**. Но тогда, вы обязаны выполнить подпункты **б** и **в** пункта 5.1. СНиП ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ 23-02-2003., а именно ваши стены должны удовлетворять главному требованию $q_e^{des} \leq q_e^{req}$ по удельному расходу тепловой энергии системой теплоснабжения на отопление всего здания. В этом случае приведенное сопротивление теплопередаче R'_o для отдельных элементов наружных ограждений может приниматься ниже требуемых значений. Поэтому варианту вам необходимо максимально хорошо утеплить окна и дверные проемы, перекрытия подвалов и чердаков, устранить «мостики холода», а также организовать правильный воздухообмен в помещении. В этом случае, вам для комфортного проживания с приемлемыми затратами на отопление, без дополнительного утепления наружной стены дома в Московской области можно делать следующую толщину стен:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1) сосна + вагонка, блокхаус: | стена 24-28 см. |
| 2) арболит плотностью 500-550 кг/м ³ + штукатурка на перлите: | стена 30 см. |
| 3) газобетон на клею плотностью 500 кг/м ³ + сайдинг: | стена 40- 50 см. |
| газобетон на клею плотностью 400 кг/м ³ + сайдинг: | стена 40- 45 см. |
| 4) камень рядовой поризованный RAUF 14,5NF + штукатурка на перлите: | стена 51см. |
| камень рядовой поризованный + облицовочный кирпич: | стена 64 см. |

Рекомендации по арболиту.

Если вы решили построить 2-3 этажный дом в Московской области из блоков арболита, то я рекомендую делать стены толщиной 30 см.; в качестве кладочного раствора и штукатурки использовать смеси на основе перлита; максимально хорошо утеплить окна и дверные проемы, перекрытия подвалов и чердаков; организовать правильный воздухообмен в помещении.

А по прочности, стены из арболита плотностью от 500 до 600 кг/м³ , классом по прочности на сжатие минимум В2, толщиной в 30 см. без всяких проблем выдержит ваш дом как с деревянными перекрытиями, так и с железобетонными.

Генеральный директор ООО «Арболит» Бекетов Андрей.