

Ячеистый бетон автоклавного твердения (автоклавный газобетон). Основные технические характеристики

Теплопроводность

Теплопроводность — способность материала передавать тепло от одной своей части к другой в силу теплового движения молекул.

Коэффициент теплопроводности λ измеряется количеством теплоты, проходящей за 1 ч через образец материала толщиной 1 м, площадью 1 м² при разности температур на противоположных поверхностях образца 1 градуса Цельсия и выражается в Вт/(м×°С). Теплопроводность автоклавного газобетона в основном зависит от его плотности, равновесной эксплуатационной влажности, качества макроструктуры.

Несмотря на то, что автоклавный газобетон высокопористый материал, он не является гигроскопичным. Равновесная эксплуатационная влажность наружных газобетонных стен даже в регионах с влажным климатом, таких, как Санкт-Петербург, по данным многочисленных исследований, находится в пределах 5 - 6 %.

Теплопроводность некоторых строительных материалов приведена в таблице:

Строительный материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м×°С)	
		Сухое состояние	Эксплуатационная влажность
Автоклавный газобетон D500	500	0,12	0,14
Керамзитобетон	800	0,23	0,35
Железобетон	2500	1,69	2,04
Полнотелый глиняный кирпич	1800	0,56	0,81*
Пустотелый глиняный кирпич	1000	0,26	0,44*
Полнотелый силикатный кирпич	1800	0,70	0,87*
Дерево (сосна, ель)	500	0,09	0,18
Минеральная вата	150	0,042	0,045
Пенополистирол	35	0,028	0,028

* Для кладки на цементно-песчаный раствор плотностью 1800 кг/м³

Низкая теплопроводность автоклавного газобетона позволяет возводить однородные стены без дополнительного утепления, что значительно упрощает монтаж и существенно удешевляет конструкцию.

Диффузионные свойства

Диффузионные свойства или по другому «дышащая» способность ограждающей конструкции характеризуется способностью стены пропускать или задерживать водяной пар и газы.

«Дышащая» стена обеспечивает проход пара и газов (СО, СО₂) из помещения через стену без ее увлажнения и поступление свежего воздуха, т.е. атмосферных заряженных аэроионов — дыхательной компоненты кислорода, в помещение.

Способность «дышать» характеризуется коэффициентом паропроницаемости μ , который определяет количество водяного пара в мг, которое проходит через один метр толщины конкретного материала площадью 1 м² за один час при разности давлений в 1 Па и выражается в мг/м²чПа.

Количество водяного пара, прошедшего через стену будет тем меньше, чем больше ее толщина и меньше коэффициент паропроницаемости.

Паропроницаемость некоторых строительных материалов приведена в таблице:

Строительный материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м ² чПа)
Автоклавный газобетон D500	500	0,20
Керамзитобетон	800	0,08
Железобетон	2500	0,03
Полнотелый глиняный кирпич	1800	0,11
Пустотелый глиняный кирпич	500	0,15
Полнотелый силикатный кирпич	1000	0,11
Дерево (сосна, ель), поперек волокон	500	0,06
Дерево (сосна, ель), вдоль волокон	500	0,32
Минеральная вата	150	0,30
Пенополистирол	35	0,05

Хорошие диффузионные свойства автоклавного газобетона обеспечивают комфортные условия проживания (комфортный микроклимат) благодаря поддержанию влажности внутри помещения и поступлению свежего воздуха, а также помогают избежать образования плесени и грибков.

Плотность и вес

Плотность автоклавного газобетона определяется объемом пустот (ячеек), чем меньше плотность, тем больше пустотность и характеризуется марками по плотности D. Н+Н выпускает изделия из автоклавного газобетона средней плотностью от 400 до 600 кг/м³ следующих марок: D400, D500, D600.

Допускаемые значения объемной массы для разных марок по плотности приведены в таблице:

Марка газобетона по плотности	D400	D500	D600
Браковочный минимум по плотности*, кг/м ³	363	454	551
Браковочный максимум по плотности, кг/м ³	412	515	618

* Браковочный минимум по плотности допускается только в случае сохранения требуемой по проекту прочности.

Транспортный вес изделий из автоклавного газобетона больше чем, вес изделия в сухом состоянии. Это связано с наличием остаточной влажности после автоклавной обработки, которая может достигать 35%.

Автоклавный газобетон сравнительно легкий строительный материал, что ведет к значительному снижению веса стен и в целом конструкции дома. Стеновые газобетонные блоки, несмотря на большие размеры, имеют вес до 30 кг. В результате возникают следующие преимущества:

- Значительное снижение нагрузки на фундамент;
- Дом дает незначительную осадку;
- Облегчение строительных работ;
- Снижение транспортных затрат;
- Можно не использовать специальную технику для перемещения (подъема).

Прочность

Прочность на сжатие является основным показателем, определяющим механические свойства автоклавного газобетона, и характеризуется классами по прочности на сжатие В.

Классом автоклавного газобетона по прочности на сжатие называется округленный до ближайшего норматива и гарантированный на 95 % минимум прочности при осевом сжатии перпендикулярно направлению вспучивания. Испытание проводится для двух серий (из одной партии) из трех выпиленных кубов (всего не менее 6 кубов) с ребром 15 см и влажности 10±2 % по массе.

Характеристики прочности куба автоклавного газобетона:

Класс по прочности на сжатие	В 1,5	В 2	В 2,5	В 3,5	В 5
Средняя прочность* кубов одной партии с ребром 15 см, МПа (Н/мм ²)	2,15	2,86	3,56	5,00	7,15
Браковочный минимум прочности*, МПа (Н/мм ²)	1,94	2,57	3,22	4,50	6,44

* Указанные величины можно уменьшить, если коэффициент вариации прочности по 30 партиям автоклавного газобетона (не менее 180 куб. м) составит менее 17 % с учетом прочности каждого куба газобетона (не менее 180 значений в выборке).

Расчетные сопротивления автоклавного газобетона сжатию, растяжению и срезу для предельных состояний первой и второй группы, а также разных классов прочности приведены в таблице:

		B 1,5	B 2	B 2,5	B 3,5	B 5
Сжатие осевое, Rb [МПа (Н/мм ²)]	1 группа	0,95	1,30	1,60	2,20	3,10
	2 группа	1,40	1,90	2,40	3,30	4,60
Сопротивление растяжению, Rbt [МПа (Н/мм ²)]	1 группа	0,09	0,12	0,14	0,18	0,24
	2 группа	0,22	0,26	0,31	0,41	0,55
Сопротивление срезу, Rsh [МПа (Н/мм ²)]	1 группа	0,14	0,17	0,20	0,26	0,35
	2 группа	0,32	0,38	0,46	0,60	0,81

Предельными считаются состояния, при которых конструкции перестают удовлетворять предъявляемым к ним в процессе эксплуатации требованиям, т. е. теряют способность сопротивляться внешним нагрузкам и воздействиям или получают недопустимые перемещения или местные повреждения. Конструкции должны удовлетворять требованиям расчета по двум группам предельных состояний: по несущей способности — первая группа предельных состояний; по пригодности к нормальной эксплуатации — вторая группа предельных состояний.

Прочность автоклавного газобетона связана с его плотностью. При прочих равных условиях с ростом плотности автоклавного газобетона происходит повышение его прочности. Кроме того прочность автоклавного газобетона зависит от качества макро- (ячеистой) и микро- (структура межпорового пространства) структуры материала, что в свою очередь определяется технологическими параметрами смеси и особенностями технологического процесса. В силу этих причин продукция разных производителей автоклавного газобетона может различаться по прочности при одинаковой плотности, а стандартом задается несколько классов по прочности для одной плотности.

Автоклавный газобетон обладает оптимальным соотношением прочности и плотности (теплопроводности), что позволяет возводить несущие стены высотой до 5 этажей включительно (до 20 метров) без дополнительного утепления стен.

Теплоаккумулирующая способность

Теплоаккумулирующая способность – это способность материала удерживать тепло, которая зависит от удельной теплоемкости материала, его плотности и теплопроводности. Удельная теплоемкость вещества C определяет количество энергии, которую необходимо сообщить/отобрать, для того, чтобы увеличить/уменьшить температуру одного килограмма вещества на один градус Цельсия. Например, вода имеет удельную теплоемкость, равную 4,19 кДж/(кг×°С). Это значит, что для повышения температуры 1 кг воды на 1°К требуется 4,19 кДж.

Наиболее важными характеристиками являются способность к аккумулярованию тепла Q_s , измеряемая в Дж/(м²×°С) и время остывания t_a , измеряемая в часах.

Q_s рассчитывается по формуле: $Q_s = C \times \gamma \times B$, где C — удельная теплоемкость газобетона, кДж/(кг×°С); γ — плотность газобетонной стены, кг/м³; B — толщина стены, м

t_a рассчитывается по формуле: $t_a = Q_s \times R$, где R — сопротивление теплопередаче, $m^2 \times ^\circ C / Wt$. R для однородной конструкции рассчитывается по формуле: $R = B / \lambda$, B — толщина стены, m ; λ — коэффициент теплопроводности $Wt / (m \times ^\circ C)$.

Удельная теплоемкость некоторых строительных материалов приведена в таблице:

Строительный материал	Удельная теплоемкость, C [кДж/(кг \times °C)]	Плотность, γ [кг/м ³]	Коэффициент теплопроводности λ [Вт/(м \times °C)]
Автоклавный газобетон D500	1,0	500	0,14
Керамзитобетон	0,84	800	0,35
Железобетон	0,84	2500	2,04
Полнотелый глиняный кирпич	0,88	1800	0,81
Пустотелый глиняный кирпич	0,88	1000	0,44
Полнотелый силикатный кирпич	0,88	1800	0,87
Дерево (сосна, ель)	2,3	500	0,18
Минеральная вата	0,84	150	0,045
Пенополистирол	1,34	35	0,028

Массивные стены из автоклавного газобетона обладают высокой теплоаккумулирующей способностью, благодаря удачному сочетанию технических характеристик, что исключает резкие температурные колебания в доме и заметно уменьшает затраты на отопление зимой и кондиционирование летом.

Пожарно-технические характеристики. Огнестойкость конструкций

Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарно-техническими характеристиками: горючестью, воспламеняемостью, распространением пламени по поверхности, дымообразующей способностью и токсичностью.

Огнестойкость строительной конструкции — это время от начала теплового воздействия на конструкцию до наступления момента, когда она утрачивает способность сохранять свои свойства.

Показателем огнестойкости является предел огнестойкости конструкции, который устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний: потери несущей способности (R); потери целостности (E); потери теплоизолирующей способности (I).

Автоклавный газобетон — это неорганический материал, относящийся к категории негорючих строительных материалов (НГ), способный выдерживать одностороннее

воздействие огня в течение 3–7 ч и защищать металлические конструкции от прямого воздействия огня.

Многочисленные испытания показали, что при повышении температуры до 400°C прочность автоклавного газобетона увеличивается на 85%, при дальнейшем повышении температуры до 700°C прочность снижается до первоначального значения. Конструкция здания из автоклавного газобетона после пожара остается в неизменном состоянии, а для устранения последствий пожара требуется лишь обновление поверхностных покрытий и внутренней отделки.

Конструкции из автоклавного газобетона удовлетворяют требованиям DIN 4102 по огнестойкости.

Противопожарные стены (брандмауэры) из автоклавного газобетона имеет следующие пределы огнестойкости для разной толщины:

Назначение стены	Толщина противопожарной стены из автоклавного газобетона, мм		
	100	150	200 – 375
Противопожарная ненесущая стена	EI 120	EI 240	EI 240
Противопожарная несущая стена	–	REI 120	REI 240
Несущая стена внутри противопожарного отсека	–	R 120	R 240

R — несущая способность;

E — целостность конструкции;

I — теплоизолирующая способность.

Монолитные стены из автоклавного газобетона и строительные конструкции (в связке с металлоконструкциями или как обшивка) обладают высокой огнестойкостью и, поэтому, идеально подходят для противопожарных стен (брандмауэров), вентиляционных и лифтовых шахт. Благодаря низкой теплопроводности стена из автоклавного газобетона слабо прогревается, даже при контакте с открытым огнем, поэтому камины и печи могут примыкать к таким стенам, а внутри стен можно прокладывать дымовые и вентиляционные каналы.

Морозостойкость

Морозостойкость — способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности.

Морозостойкость оценивается маркой по морозостойкости F, которая принимается по установленному количеству циклов попеременного замораживания и оттаивания, при котором прочность на сжатие снижается не более чем на 15%, а потеря массы не превышает 5%.

Из-за капиллярно-пористой структуры, автоклавный газобетон характеризуется сравнительно высокой морозостойкостью по сравнению с другими материалами,

имеющими капиллярную структуру, например бетон и кирпич. Газобетон слабо «сосет» воду, поскольку капилляры прерываются сферическими порами, а пористая структура обеспечивает высокую морозостойкость т.к. вода, превращаясь в лед и увеличиваясь в объеме, не разрывает материал, а вытесняется в резервные поры. Опасность разрушения конструкции из автоклавного газобетона вследствие замерзания возникает, если эксплуатационная влажность превышает критическую, которая для автоклавного газобетона плотностью 500 кг/м³ составляет более 40%. На практике эксплуатационная влажность составляет только 5-6%, поэтому во многих странах (например, Швеция, Финляндия, Германия) морозостойкость автоклавного газобетона не регламентируется.

Высокая морозостойкость автоклавного газобетона позволяет эффективно использовать этот материал в тяжелых климатических условиях Северо-Запада России, характеризующихся частыми переходами через нулевую отметку в зимний период.

Звукоизоляция

Воздушный шум распространяется звуковыми волнами, которые, встречая ограждающую конструкцию (например, стены или перекрытия), частично отражаются, частично поглощаются и частично проходят сквозь нее.

Звукоизоляция — снижение уровня звукового давления при прохождении волны сквозь преграду. Эффективность ограждающей конструкции оценивают индексом изоляции воздушного шума R_w (усредненным в диапазоне наиболее характерных для жилья частот — от 100 до 3000 Гц), а перекрытий — индексом приведенного ударного шума под перекрытием L_{nw} . Чем больше R_w и меньше L_{nw} , тем лучше звукоизоляция. Обе величины измеряются в дБ.

Звукоизолирующая способность ограждающей конструкции зависит как от материала (плотности, пористости и модуля упругости), так и от примененного конструктивного решения.

Звукопоглощающие материалы имеют пористую структуру. В этом случае при прохождении звуковой волны через толщу материала она приводит воздух, заключенный в его порах, в колебательное движение, мелкие поры создают большее сопротивление потоку воздуха, чем крупные. Движение воздуха в них тормозится, и в результате трения часть механической энергии звуковой волны превращается в тепловую и она ослабевает. Звукопоглощающее свойство материала характеризуется коэффициентом звукопоглощения (α), который представляет собой отношение поглощенной звуковой энергии ко всей энергии, падающей на материал.

Коэффициент звукопоглощения некоторых материалов:

Строительный материал / конструкция	Коэффициент звукопоглощения (α) при частоте 1000 Гц
Открытое окно	1,0
Автоклавный газобетон	0,2
Дерево	0,1
Кирпич	0,05
Бетон	0,02

Автоклавный газобетон, благодаря ячеистой структуре, обладает отличными звукопоглощающими свойствами, что дает бонус в 2 дБ (а по результатам испытаний и до 4дБ) к индексу звукоизоляции по сравнению с другими строительными материалами и конструктивными решениями аналогичной поверхностной плотности.

Технологичность

Современный уровень развития производства позволяет выпускать широкую номенклатуру изделий из автоклавного газобетона, включающую не только стеновые блоки разнообразных типоразмеров, но и армированные изделия: стеновые панели, перемычки, плиты перекрытий и покрытий.

Стеновые блоки, самый востребованный строительный материал из автоклавного газобетона, выпускаются длиной до 625 мм, высотой до 300 мм, толщиной до 500 мм, плотностью D400, D500 и D600, прочностью от В 1,5 до В 5,0.

Один газобетонный блок может заменить до 20 стандартных кирпичей, что заметно ускоряет процесс кладки.

За счет совершенствования технологии производства и, в первую очередь, точности резки, на современных линиях удастся выпускать блоки с очень точными геометрическими размерами (погрешность ± 1 мм).

Высоко технологичные строительные материалы из автоклавного газобетона позволяют очень быстро возводить не только однородные энергоэффективные стены, но и целые дома без образования мостиков холода. Это происходит благодаря крупным размерам блоков, их точной геометрии и использованию специального клея, когда кладочный шов имеет толщину только 1-2 мм, вместо 10-12 мм характерных для цементно-песчаного раствора.

Обрабатываемость

Автоклавный газобетон легко обрабатывается любым режущим инструментом, пилится, штробится. Для быстрой прокладки каналов / штроб может применяться стандартный электроинструмент.

Газобетон может легко резаться практически на любые формы и под любым углом, включая скос и наклон.

Простота и легкость обработки автоклавного газобетона позволяет изготавливать конструкции различной конфигурации, в том числе и арочные, обрабатывать поверхность, прорезать каналы и отверстия для скрытого монтажа инженерных сетей: электропроводки, трубопроводов и т.д.

Экологичность

Автоклавный газобетон производится экологически чистых сырьевых материалов (кварцевого песка, цемента, извести), что гарантирует полную безопасность изделий для человека.

По радиоактивности автоклавный газобетон относится к **первому классу** (низкий уровень) с приведенным излучением Аэфф менее 54 беккерелей (Бк) на кг массы (веса). Среди его «соседей» здесь также дерево, гипс, асбоцементные изделия.

Тяжелый бетон и керамзитобетон соответствует **второму классу** (Аэфф = 54-120 Бк/кг), глиняный кирпич — к **третьему классу** (Аэфф=120-153 Бк/кг).

В группу материалов с **высокой радиоактивностью** от 153 до 370 Бк/кг (четвертый класс) — входят керамзит и керамическая плитка.

Если же пересчитывать с массы на объем, то квадратный метр стены из автоклавного газобетона или деревянной стены имеет радиоактивность менее 2 тыс. Бк, а кирпичной от 10 тыс. до 18 тыс. Бк.

С точки зрения экологической безопасности важным является то, что продукция из автоклавного газобетона не выделяет токсичных веществ, в том числе и при пожаре.

Долговечность

Дома из автоклавного газобетона отличаются высокой долговечностью, так как этот материал не горит, не ржавеет, не гниет, не боится плесени, не взаимодействует с водой (не растворяется и не вымывается), не подвержен воздействию грызунов и насекомых.

Этот материал прошел проверку временем в сложных природно-климатических условиях Северо-Запада России, отличающихся высокой влажностью и большим числом переходов температуры через 0 °С. Так жилые дома со стенами из автоклавного газобетона стоят в Санкт-Петербурге без разрушений с 1960 года. В Риге можно найти дома довоенной постройки со стенами из автоклавного газобетона, которые не защищены какой-либо отделкой, но стоят без трещин и отслоений кладки.

Автоклавный газобетон популярен во всем мире. В настоящее время работают более 240 заводов в 50 странах, которые ежегодно производят порядка 60 млн. м³ строительных изделий из автоклавного газобетона.

ООО «Газобетон-ДВ»
Ул. Шелеста, 22-б, г. Хабаровск
Тел.: +7(4212) 20-90-95