

Физико-технические характеристики автоклавного газобетона



Упрощаем строительство

Теплопроводность

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

Коэффициент теплопроводности 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 в Санкт-Петербурге, по данным многочисленных исследований, находится в пределах 5-6 %.

Теплопроводность некоторых строительных материалов приведена в таблице:

Строительный материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, 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 силикат. 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 свободный 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 за один час при разности давлений в 1 Па и выражается в мг/м·ч·Па.

Упрощаем строительство

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	К-т паропроинцености, μ мг/м·ч·Па
Автоклавный газобетон D500	500	0,20
Керамзитобетон	800	0,08
Железобетон	2500	0,03
Полнотелый глиняный кирпич	1800	0,11
Пустотелый глиняный кирпич	1000	0,15
Полнотелый силикатный кирпич	1800	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 избегать 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**.

H+N выпускает изделия из автоклавного газобетона средней плотностью от 400 до 600 кг/м³ следующих марок: D400, D500, D600.

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 блоки из автоклавного газобетона, несмотря на большие размеры, имеют вес до 30 кг. В результате возникают следующие преимущества:*

Значительное снижение нагрузки на фундамент

Дом дает незначительную осадку

Упрощение 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 **B**. Упрощаем строительство

Класс по прочности на сжатие **B** численно соответствует гарантированной прочности на осевое сжатие, определенную в результате испытаний эталонных образцов – кубов с ребром 150 мм и гарантируемую заводом изготовителем.

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

Класс прочности на сжатие		B 1	B 1,5	B 2,0	B 2,5	B 3,5	B 5,0	B 7,5
Сжатие осевое, R_b МПа (Н / мм ²)	1 группа	0,63	0,95	1,30	1,60	2,20	3,10	4,60
	2 группа	0,95	1,40	1,90	2,40	3,30	4,60	6,90
Сопротивление растяжению, R_{bt} МПа (Н / мм ²)	1 группа	0,06	0,09	0,12	0,14	0,18	0,24	0,28
	2 группа	0,14	0,22	0,26	0,31	0,41	0,55	0,63
Сопротивление срезу, R_{sh} МПа (Н / мм ²)	1 группа	0,09	0,14	0,17	0,20	0,26	0,35	0,40
	2 группа	0,20	0,32	0,38	0,46	0,60	0,81	0,93

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.

Упрощаем строительство

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·°C). Это значит, что для повышения температуры 1 кг воды на 1°C требуется 4,19 кДж.

Наиболее важными характеристиками являются способность к аккумулярованию тепла Q_s , измеряемая в Дж/м²·°C и время остывания ограждающей конструкции t_a , измеряемая в часах.

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

t_a рассчитывается по формуле: $t_a = Q_s \cdot R / 3600$, где
 R – сопротивление теплопередаче, м²·°C/Вт.

R для однородной конструкции рассчитывается по формуле: $R = B / \lambda$,
 B – толщина стены, м
 λ – коэффициент теплопроводности Вт/(м·°C)

Удельная теплоемкость некоторых строительных материалов приведена в таблице:

Строительный материал	Удельная теплоемкость, C кДж/(кг·°C)	Плотность, γ кг/м ³	К-т теплопроводности, Вт/(м·°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, благодаря удачному сочетанию технических характеристик, обладают **высокой теплоаккумулирующей способностью**, что не только повышает комфортность проживания т.к. исключает резкие температурные колебания в доме, но и уменьшает затраты на отопление зимой и кондиционирование летом.*



Пожарно-технические характеристики / Огнестойкость конструкций

Упрощаем строительство

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°С прочность автоклавного газобетона увеличивается на 85%, при дальнейшем повышении температуры до 700°С 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:

Толщина стены, мм	Предел огнестойкости, мин				
	30	60	90	120	180
Без штукатурки	150	175	200	240	240
С двухсторонней штукатуркой	115	150	175	200	200

Противопожарные стены (брандмауэры) из автоклавного газобетона имеют 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.



Упрощаем строительство

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 пораами, 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 >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.

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 500 мм, толщиной до 500 мм, плотностью D400, D500 и D600, прочностью от B 1,5 до B 5,0.

Один блок из автоклавного газобетона 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 удается выпускать блоки с очень точными геометрическими размерами (погрешность +/- 1 мм).



Для облегчения работы каменщиков с крупными блоками стеновые блоки выпускаются как гладкими, так и с ручными захватами.

В последнее время становятся популярными блоки с фрезерованными пазом и гребнем. Это позволяет ускорить процесс кладки и отказаться от проклейки вертикальных швов.

Упрощаем строительство

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 - режется, пилится, штробится любым режущим инструментом. 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 позволяют 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 Н+Н производится из экологически чистых сырьевых материалов (кварцевого песка, цемента, извести), что гарантирует полную безопасность выпускаемой продукции для человека.

По радиоактивности автоклавный газобетон относится к первому классу (низкий уровень) с приведенным излучением $A_{эфф}$ менее 54 беккерелей (Бк) на кг массы (веса). Среди его «соседей» здесь дерево, гипс, асбоцементные изделия. Тяжелый бетон и **керамзитобетон** соответствует второму классу ($A_{эфф} = 54-120$ Бк/кг), глиняный кирпич - третьему ($A_{эфф}=120-153$ 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 10тыс. 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 (на 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.



Упрощаем строительство

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.