

## Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации

*Инженер технической поддержки Г. И. Гринфельд\*,  
филиал ООО «ЛСР» – Стеновые  
магистрант П. Д. Куптараева,*

*ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

**Ключевые слова:** автоклавный газобетон; наружное утепление; влагосодержание; высыхание

### *Введение*

Одним из самых массовых стеновых материалов, используемых в настоящее время для устройства наружных ограждений, является автоклавный газобетон. Кладка из ячеистобетонных блоков с тонким швом из бетона марок по плотности D500 и ниже обладает теплопроводностью в пределах 0,15 Вт/м·°C [1, 2], что позволяет получить достаточное сопротивление теплопередаче при разумной толщине конструкции ( $R_0$  до 4,3 м<sup>2</sup>·°C/Вт при марке бетона D400 и толщине конструкции до 500 мм). Однослойная кладка толщиной до полуметра позволяет соблюдать требования тепловой защиты наружных ограждений жилых зданий практически во всех регионах России.

В некоторых случаях, однако, в силу разных причин, применяются конструкции, в которых по кладке из ячеистого бетона устанавливается слой дополнительной теплоизоляции.

Примеры ситуаций, в которых целесообразно применение наружного утепления:

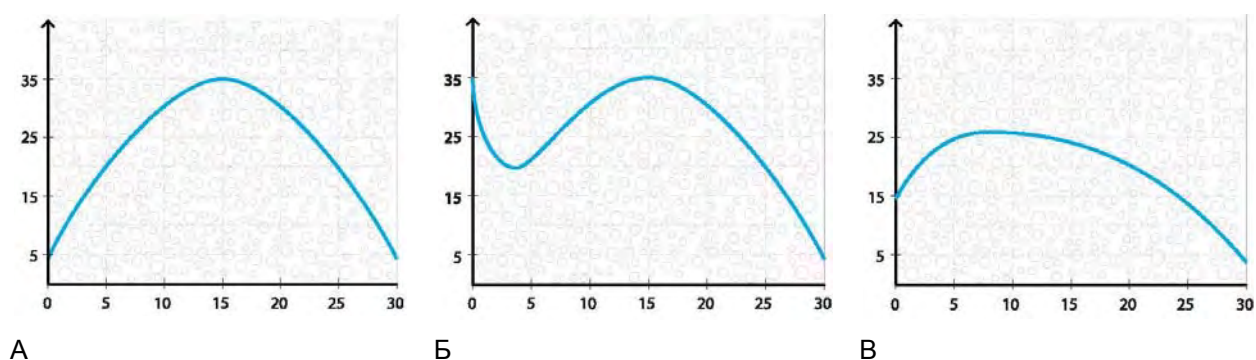
- кладка из блоков высокой плотности;
- заполнение ячеистым бетоном несущих каркасов зданий с выходящими на фасад колоннами/стенами и торцами межэтажных перекрытий;
- исправление ошибок, допущенных при проектировании и строительстве: толстые растворные швы, железобетонные пояса на всю ширину стены, высокотеплопроводные участки в местах сопряжения кладки с цоколем, перекрытиями, конструкциями крыши.

Системы теплоизоляции (клей для монтажа утеплителя, утеплитель, защитный и отделочный слой) влияют на выход начальной влаги из толщи кладки и прохождение транзитной влаги через стену. Специальных конструктивных требований к системам теплоизоляции по кладке из газобетона не предъявляется. Конструкция стены проверяется на соответствие требованиям СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий» в части сопротивления теплопередаче и защиты от переувлажнения. Такая проверка, однако, не учитывает особенностей начального периода эксплуатации конструкции, когда кладочный материал обладает высокой влажностью.

В данной работе результаты натурных обследований конструкций с разным сроком эксплуатации представлены в виде кривых распределения влаги по толщине стены в зависимости от срока и режима эксплуатации. Проведена проверка влажностного режима конструкций из автоклавного газобетона с наружным утеплением с тонким штукатурным слоем – на соответствие действующим нормативным требованиям по ограничению влагонакопления, на возможность образования конденсата в толще данной конструкции при расчетных характеристиках материалов, на возможность удаления из кладки начальной (технологической и построечной) влаги. Дополнительно качественно оценивается интенсивность и пути миграции влаги в начальный период эксплуатации исследуемых конструкций. В конце работы результаты натурных обследований сопоставляются с данными расчетов и формулируются основные рекомендации по учету особенностей начального периода эксплуатации конструкций из автоклавного газобетона с наружным утеплением.

### Общее описание динамики влажностного состояния

На объект газобетон поставляется, как правило, в упаковке из полимерной пленки, с одной стороны, защищающей блоки от увлажнения осадками, с другой – препятствующей удалению из них начальной технологической влаги, содержание которой обычно превышает 1/3 от массы бетона в высушенном состоянии [3]. Интенсивное высушивание начинается после возведения конструкций – обдув способствует интенсивному испарению, капиллярный перенос и диффузия обеспечивают вынос влаги из толщи бетона к поверхностным слоям. В кладке из газобетонных блоков, простоявшей без отделки несколько месяцев, влажность распределяется согласно рис. 1 [3, 4 (рис. 53)], убывая от максимальной в центре до незначительной в наружных слоях. Оштукатуривание приводит сначала к намоканию внешнего слоя (рис. 1 б), а потом отражается на скорости высыхания. В кладке, оштукатуренной с одной стороны, влажность распределяется с некоторой асимметрией, вызванной тормозящим действием штукатурки на выход влаги из стены (рис. 1В). Устройство на поверхности кладки слоя из теплоизоляционного материала также оказывает влияние на скорость удаления из кладки начальной влаги. Пенополистирол практически останавливает выход воды через наружную поверхность кладки (рис. 2А), минеральная вата замедляет данный процесс (рис. 2Б).



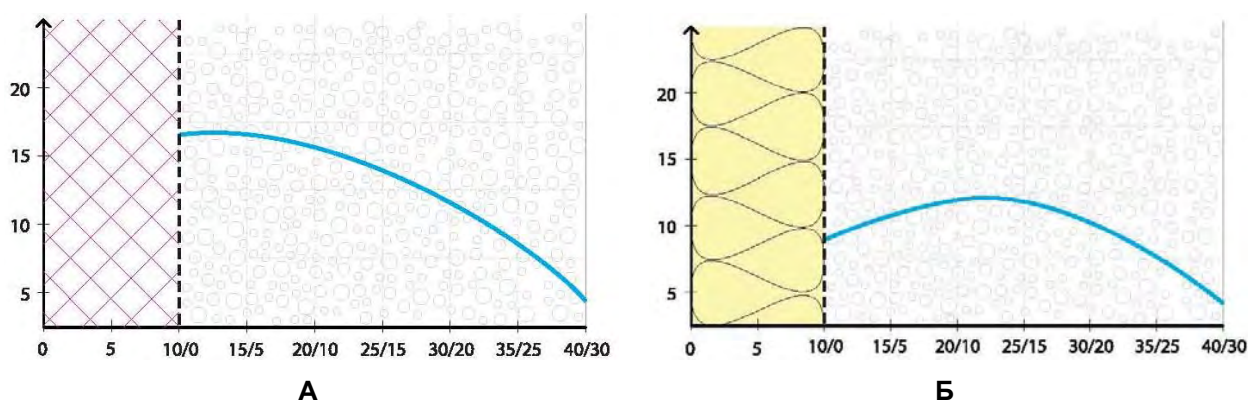
**Рисунок 1. Распределение влаги по толщине стены.**

По оси абсцисс – расстояние от наружной поверхности кладки, см;  
по оси ординат – массовая влажность кладки, %.

**А** – стена здания с незакрытым контуром через месяц после кладочных работ;

**Б** – стена здания после нанесения штукатурки;

**В** – стена здания через месяц после штукатурных работ



**Рисунок 2. Распределение влаги по толщине утепленной стены. Стена здания с незакрытым контуром через четыре месяца после кладочных работ.**

По оси абсцисс – расстояние от наружной поверхности кладки, см;

По оси ординат – массовая влажность кладки, %.

**А** – штукатурка по пенополистиролу; **Б** – штукатурка по минеральной вате

Распределение влаги по толщине стены изменяется, когда кладка с высокой влажностью начинает эксплуатироваться в качестве ограждения отапливаемого помещения.

Температурный перепад, возникающий по обе стороны стены, ограждающей отапливаемое помещение, запускает механизмы, основанные на градиенте температур и связанном с ним градиенте парциальных давлений водяного пара [5]. В результате распределение влаги по толщине стены становится еще менее симметричным: не меняя средней влажности стены, вода из внутренних теплых слоев перемещается в сторону холодной улицы. В наружных слоях газобетона и теплоизоляции влага конденсируется, вызывая их переувлажнение.

Характер увлажнения стены зависит от ее конструктивного решения. Наружное утепление тонкими слоями пенополистирола приводит к переувлажнению поверхностных слоев газобетона, которые оказываются в зоне стабильно отрицательных температур. Минеральная вата со слоем наружной штукатурки сама становится увлажняемым слоем с влагоемкостью практически равной ее объему – поскольку увлажнение происходит не за счет сорбции, а вследствие конденсации, слой минеральной ваты толщиной 50 мм способен сконденсировать в себе до 50 л воды на 1 м<sup>2</sup>. Облицовка на основе значительно снижает количество воды, остающейся в слое минеральной ваты, но не сводит его к нулю.

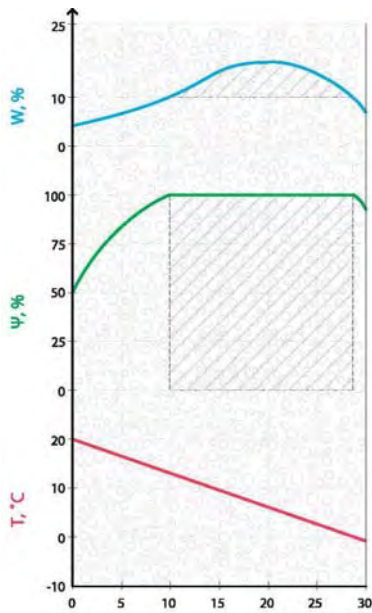
Через 1–3 года, когда влажность газобетонного слоя конструкций снижается до близких к равновесным значений [3, 4, 6], распределение влаги по толщине стены становится более равномерным, а зоны возможной конденсации уменьшаются.

### *Натурное обследование эксплуатируемых конструкций*

Натурное определение влажностного состояния современных конструкций из автоклавного газобетона в условиях эксплуатации Северо-запада является предметом нескольких исследовательских работ [3, 6]. В данной работе приведены обобщающие кривые распределения влаги, полученные на основе обследований, проведенных в 2008–2010 гг. в эксплуатируемых зданиях, расположенных на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. На рис. 3 представлены кривые распределения влаги по толщине ограждающих конструкций помещений с нормальным режимом эксплуатации (жилые и административные здания) в первый отопительный сезон. На рис. 4 представлены аналогичные данные для конструкций со сроком эксплуатации более двух лет.

Верхняя кривая ( $W$ , %) отражает распределение влаги по толщине стены и построена по результатам натуральных обследований. Средняя кривая ( $\psi$ , %) показывает относительную влажность воздуха в порах материала (отношение парциальных давлений реального и насыщенного пара). Кривая построена на основании данных о фактическом распределении влаги в толще стены и данных о сорбционных характеристиках материала (использованы данные [7, 8, 9]). Нижняя кривая ( $T$ , °C) условно показывает среднее распределение температур за отопительный период по толщине стены (построена на основании расчетных значений теплопроводности без учета фактической влажности).

Заштрихованная область ограничивает следующие зоны: в газобетоне – зону, в которой влажность выше сорбционной, в теплоизоляционных материалах – зону, в которой конденсация вероятна при расчетной для периода влагонакопления температуре и влажности наружного воздуха.



А

Рисунок 3. Распределение влаги, температуры и влажности воздуха в порах материала по толщине стены в первый отопительный сезон.

Заштрихованная область – зона, в которой влажность газобетона выше сорбционной.

Влагосодержание утеплителей показано условно.

По оси абсцисс – расстояние от внутренней поверхности, см.

А – однослойная кладка;

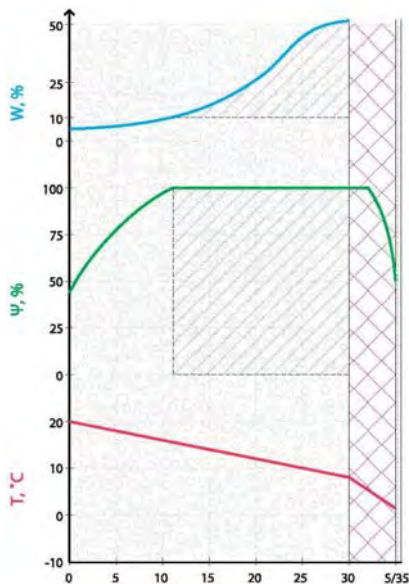
Б1 – мокрое утепление по ППС 50 мм;

Б2 – мокрое утепление по ППС 100 мм;

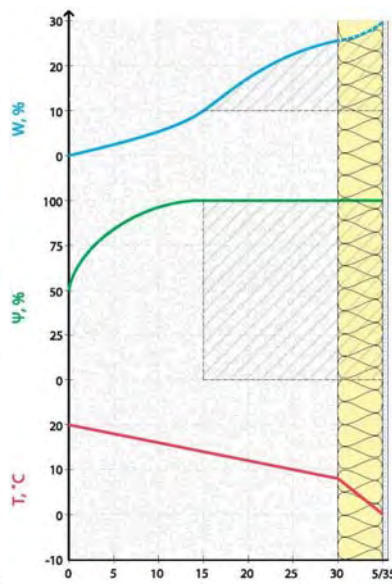
В1 – мокрое утепление по минвате 50 мм;

В2 – мокрое утепление по минвате 100 мм;

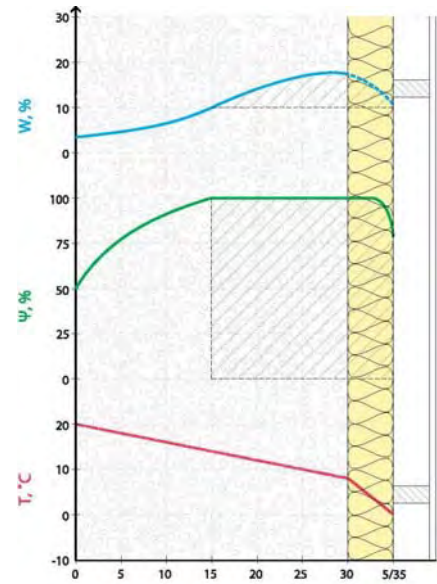
Г1, Г2 – минвата и облицовка на отnose



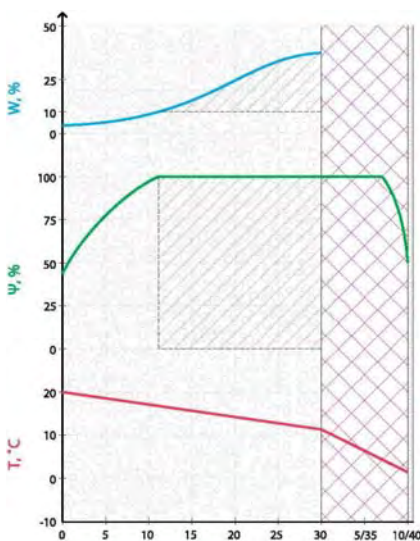
Б1



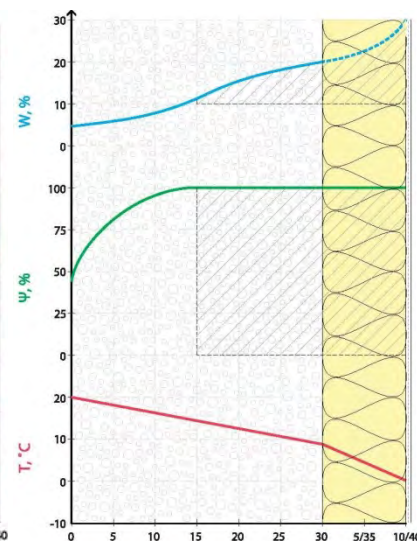
В1



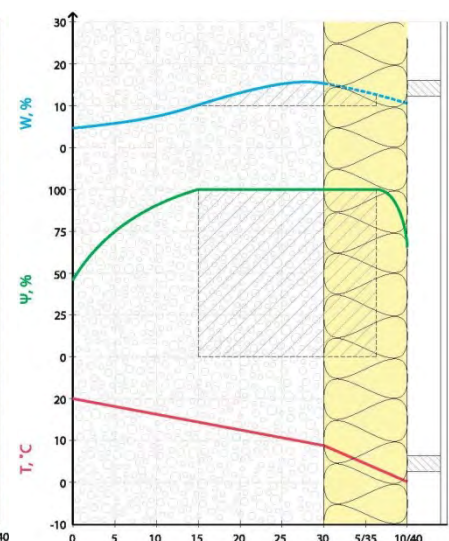
Г1



Б2

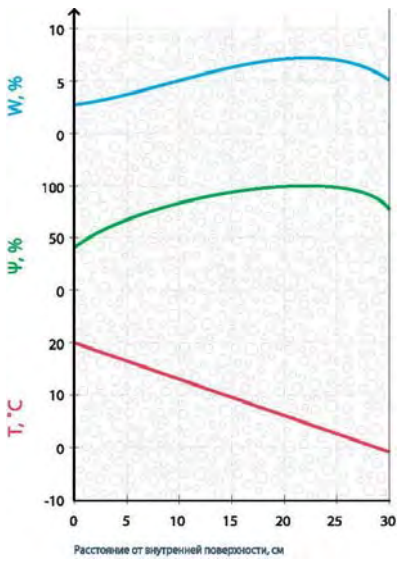


В2



Г2

Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации

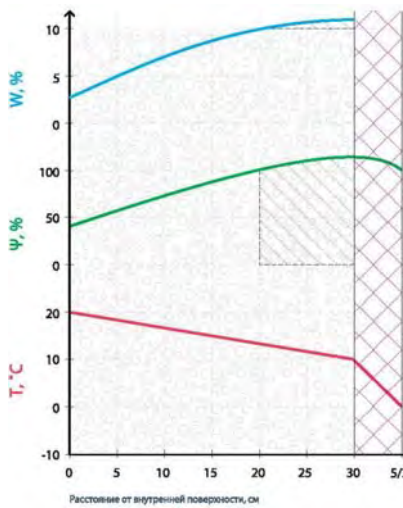


**Рисунок 4. Распределение влаги, температуры и влажности воздуха в порах материала по толщине стены в отопительный период. Установившаяся равновесная влажность кладки.**

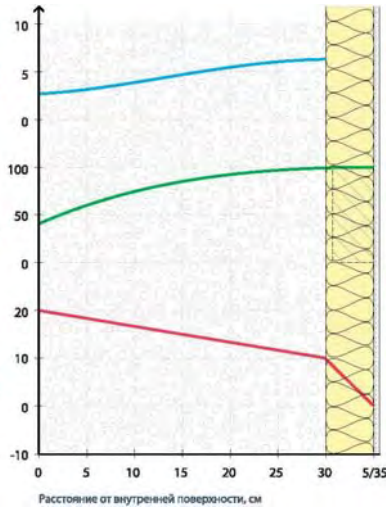
**Заштрихованные области – зона возможной конденсации (при расчете по климатическим параметрам расчетного периода влагонакопления в Санкт-Петербурге). По оси абсцисс – расстояние от внутренней поверхности, см.**

- А – однослойная кладка;**
- Б1 – мокрое утепление по ППС 50 мм;**
- Б2 – мокрое утепление по ППС 100 мм;**
- В1 – мокрое утепление по минвате 50 мм;**
- В2 – мокрое утепление по минвате 100 мм;**
- Г1, Г2 – минвата и облицовка на отnose**

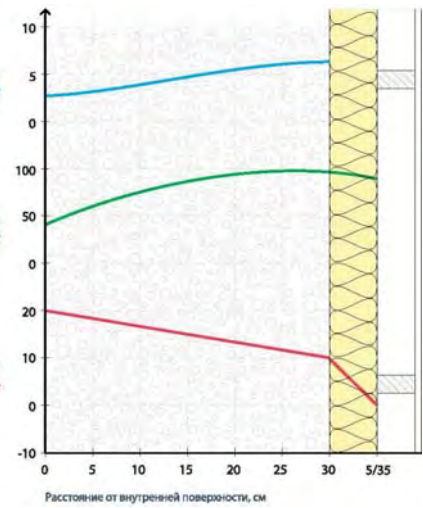
**А**



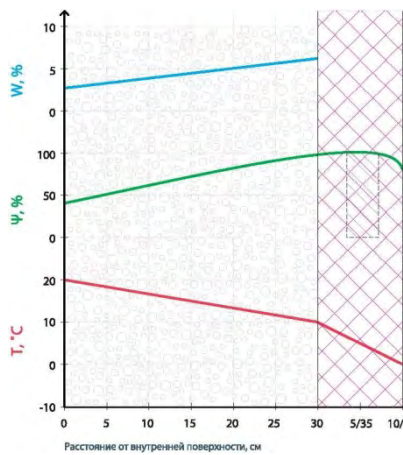
**Б1**



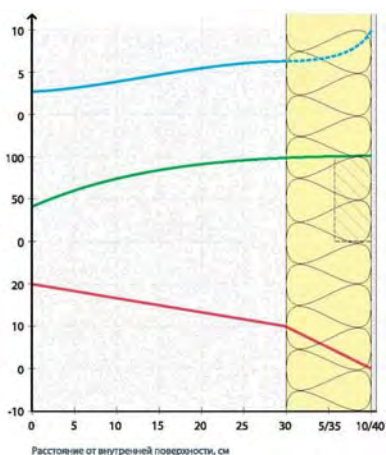
**В1**



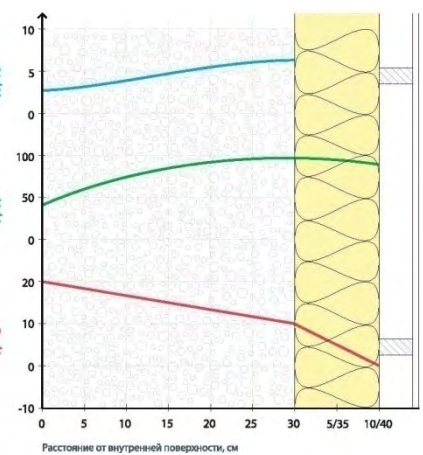
**Г1**



**Б2**



**В2**



**Г2**

## Расчет влажностного состояния конструкций при различной начальной влажности

Влажностное состояние строительных конструкций является предметом исследований на протяжении последних восьмидесяти лет. Методики, позволяющие учитывать различные факторы и механизмы влагопереноса с хорошей сходимостью с практикой, представлены в виде инженерных методов [10, 11, 12].

Здесь мы, однако, приведем расчет, основанный на нормативном методе расчета влажностного состояния наружных ограждений, приведенном в СНиП 23-02-2003. Этот расчет учитывает только перенос парообразной влаги.

Для расчета взяты следующие типы ограждающих конструкций, выполненных из газобетонных блоков толщиной 300 мм:

- 1) кладка из газобетонных блоков с наружным утеплением пенополистиролом толщиной 50 мм с тонким штукатурным слоем;
- 2) кладка из газобетонных блоков с наружным утеплением минеральной ватой толщиной 50 мм с тонким штукатурным слоем;
- 3) кладка из газобетонных блоков без утеплителя.

Характеристики материалов, использованные при расчетах, приведены ниже.

Параметры газобетона:

- толщина 300 мм;
- плотность 400 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность  $\lambda = \lambda_0 + kw = 0,096 + 0,004 \times w, \frac{Вт}{м \times ^\circ C}$ , для  $w = 5\%$
- $\lambda_{5\%} = 0,117 \frac{Вт}{м \times ^\circ C}$ , для  $w = 25\%$   $\lambda_{25\%} = 0,196 \frac{Вт}{м \times ^\circ C}$ ;
- коэффициент паропроницаемости 0,23 мг/(мжчПа);
- коэффициент теплотехнической однородности кладки 0,96 (кладка на клею).

Параметры внутренней штукатурки:

- толщина 5 мм;
- плотность 1100 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность 0,41 Вт/(мжК);
- коэффициент паропроницаемости 0,12 мг/(мжчПа).

Параметры наружного покрытия из полимерной композиции:

- толщина 3,5 мм;
- плотность 1870 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность 0,7 Вт/(мжК);
- коэффициент паропроницаемости 0,12 мг/(мжчПа).

Параметры пенополистирола:

- плотность 35 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность 0,028 Вт/(мжК);
- коэффициент паропроницаемости 0,018 мг/(мжчПа).

Параметры минеральной ваты:

- плотность 100 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность 0,045 Вт/(мжК);
- коэффициент паропроницаемости 0,32 мг/(мжчПа).

Расчетная температура и относительная влажность внутреннего воздуха приняты в соответствии с требованиями ГОСТ 30494 и СНиП 23-02:  $t_{int} = 20^\circ C$ ,  $\phi_{int} = 55\%$ . Расчетные параметры наружного воздуха взяты для климатических условий Санкт-Петербурга согласно СНиП 23-01:  $t_{ext} = -1,8^\circ C$  для отопительного периода,  $\phi_{ext} = 86\%$ .

Расчет нормируемого сопротивления паропроницанию ограждающей конструкции производят по СНиП 23-02 с учетом следующего требования: сопротивление паропроницанию  $\Omega_{req}$  Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации

[м<sup>2</sup>·ч·Па/мг] ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропроницанию:

- 1) из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации:

$$\Omega_{req}^* = \frac{(e_{int} - E)\Omega_e}{(E - e_{ext}^{cp})}; \quad (1)$$

- 2) из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха:

$$\Omega_{req}^{**} = \frac{0,0024z_0(e_{int} - E_0)}{\gamma\delta_w\Delta W_{av} + \eta}. \quad (2)$$

Следует отметить, что условие (2) выполняется для всех рассмотренных в настоящей работе типов стен, при расчетной влажности  $W = 5\%$ . Но начальная влажность кладки из ячеистого бетона всегда выше расчетной эксплуатационной. Поэтому более интересным представляется анализ графических зависимостей, показывающих распределение значений парциальных давлений по толщине ограждающих конструкций при расчетной и начальной влажности. За начальную принята влажность газобетона 25% по массе. Такое значение достигается через 1–3 месяца после производства кладочных работ, т.е. кладка может иметь подобную влажность к началу первого отопительного сезона.

Приведем расчет для оштукатуренной снаружи стены из газобетонных блоков с применением минеральной ваты толщиной 50 мм (схема конструкции представлена на рис. 5).

#### Расчет для влажности газобетона $w = 5\%$

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи стены:

$$\begin{aligned} t_{int} &= 20 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 55\%; \\ e_{int} &= (55/100)2338 = 1286 \text{ Па}; \\ t_{ext} &= -1,8 \text{ }^\circ\text{C}; e_{ext} = 477 \text{ Па}. \end{aligned}$$

Определяем температуры  $\tau_i$  на границах слоев по формуле, нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по графикам зависимости  $E = f(t)$ .

$$\tau_i = t_{int} - (t_{int} - t_{ext})(R_{si} + \sum R_i) / R_o. \quad (3)$$

$$\tau_{12} = 20 - (20 + 1,8) * 0,11 / 3,77 = 19,3^\circ\text{C};$$

$$E_{12} = 2253 \text{ Па};$$

$$\tau_{23} = 20 - (20 + 1,8) * 2,61 / 3,77 = 4,9 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{23} = 866 \text{ Па};$$

$$\tau_{34} = 20 - (20 + 1,8) * 3,72 / 3,77 = -1,5^\circ\text{C};$$

$$E_{34} = 540 \text{ Па};$$

$$\tau_{ext} = 20 - (20 + 1,8) * 3,73 / 3,77 = -1,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{ext}^c = 535 \text{ Па}.$$

Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев по формуле по толщине ограждения (по координате  $x$ ). Результаты расчета представлены в табл. 1; график, построенный на основании данных таблицы 1, приведен на рис. 6.

$$e_i = e_{int} - (e_{int} - e_{ext})(\Omega_{int} + \sum \Omega_i) / \Omega_o. \quad (4)$$

#### Расчет для влажности газобетона $w = 25\%$

Определяем температуры  $\tau_i$  на границах слоев по формуле (3).

$$\tau_{12} = 20 - (20 + 1,8) * 0,11 / 2,8 = 19,4^\circ\text{C};$$

Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации

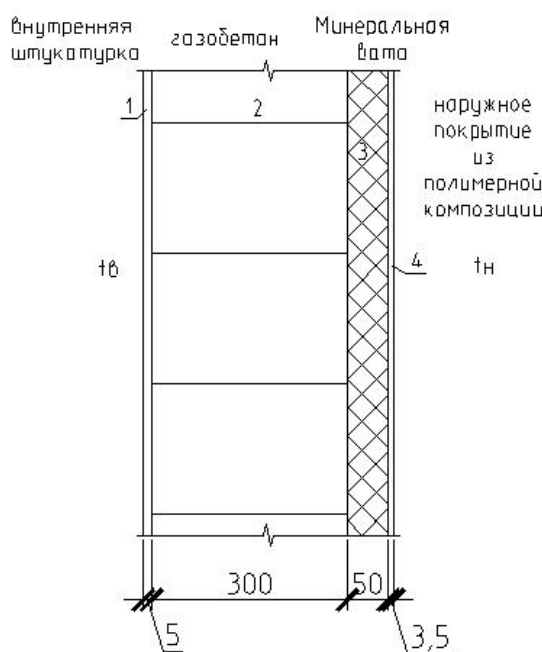


Рисунок 5. Теплотехническая модель ограждающей конструкции

$$E_{12} = 2225 \text{ Па};$$

$$\tau_{23} = 20 - (20 + 1,8) \cdot 1,64 / 2,8 = 7,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{23} = 1016 \text{ Па};$$

$$\tau_{34} = 20 - (20 + 1,8) \cdot 2,75 / 2,8 = -1,4 \text{ }^\circ\text{C};$$

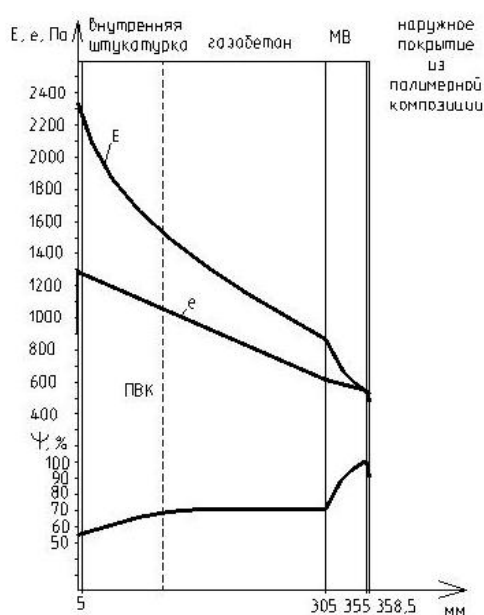
$$E_{34} = 544 \text{ Па};$$

$$\tau_{ext} = 20 - (20 + 1,8) \cdot 2,76 / 2,8 = -1,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

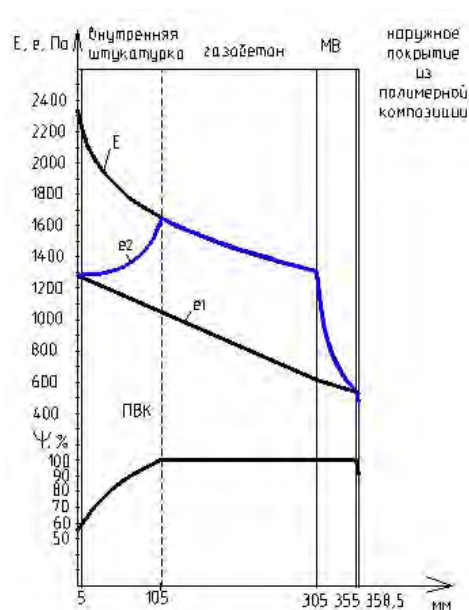
$$E_{ext} = 540 \text{ Па}.$$

**Таблица 1. Результаты оценки возможности конденсации пара внутри стен**

Граница слоев	x, м	$\Sigma R_i, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$\tau_i, ^\circ\text{C}$	$E_i, \text{Па}$	$\Sigma \Omega_i, \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$	$e_i, \text{Па}$
int-1	0	0	20	2338		1286
1-2	0,005	0,11	19,3	2256		
2-3	0,305	2,61	4,9	866	1,5	838
3-4	0,355	3,72	-1,5	540	1,656	614
4-ext	0,3585	3,73	-1,5	535	1,81	544



**Рисунок 6. График распределения значений парциальных давлений по толщине ограждающей конструкции с применением минеральной ваты толщиной 50 мм при расчетной влажности 25%**



**Рисунок 7. График распределения значений парциальных давлений по толщине ограждающей конструкции с применением минеральной ваты толщиной 50 мм при влажности газобетона 25%. Кривая  $e_1$  построена без учета распределения влаги по толщине стены, кривая  $e_2$  учитывает распределение влаги, полученное по данным натурных обследований**

Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев по формуле (4) по толщине ограждения (по координате  $x$ ). Результаты расчета представлены в табл. 2; график, построенный на основании данных таблицы 2, приведен на рис. 7.

**Таблица 2. Результаты оценки возможности конденсации пара внутри стен**

Граница слоев	x, м	$\Sigma R_i, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	$\tau_i, ^\circ\text{C}$	$E_i, \text{Па}$	$\Sigma \Omega_i, \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$	$e_i, \text{Па}$
int-1	0	0	20	2338		1286
1-2	0,005	0,11	19,4	2225		
2-3	0,305	1,64	7,2	1016	1,5	838
3-4	0,355	2,75	-1,4	544	1,656	614
4-ext	0,3585	2,76	-1,6	540	1,81	544

Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации



Аналогичным образом проведем расчеты для стены с наружной теплоизоляцией из пенополистирола и для однослойной конструкции. Результаты расчетов графически представлены на рис. 8, 9.

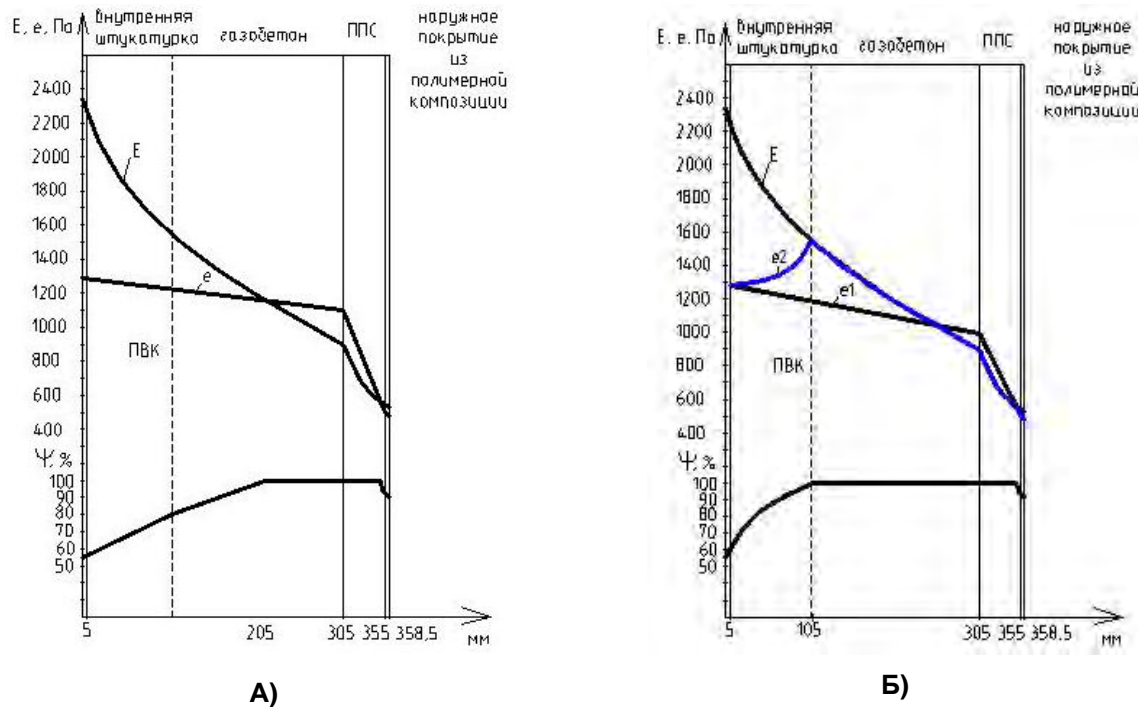


Рисунок 8. График распределения значений парциальных давлений по толщине ограждающей конструкции с применением пенополистирола толщиной 50 мм:  
А) при расчетной влажности 5%; Б) при расчетной влажности 25%

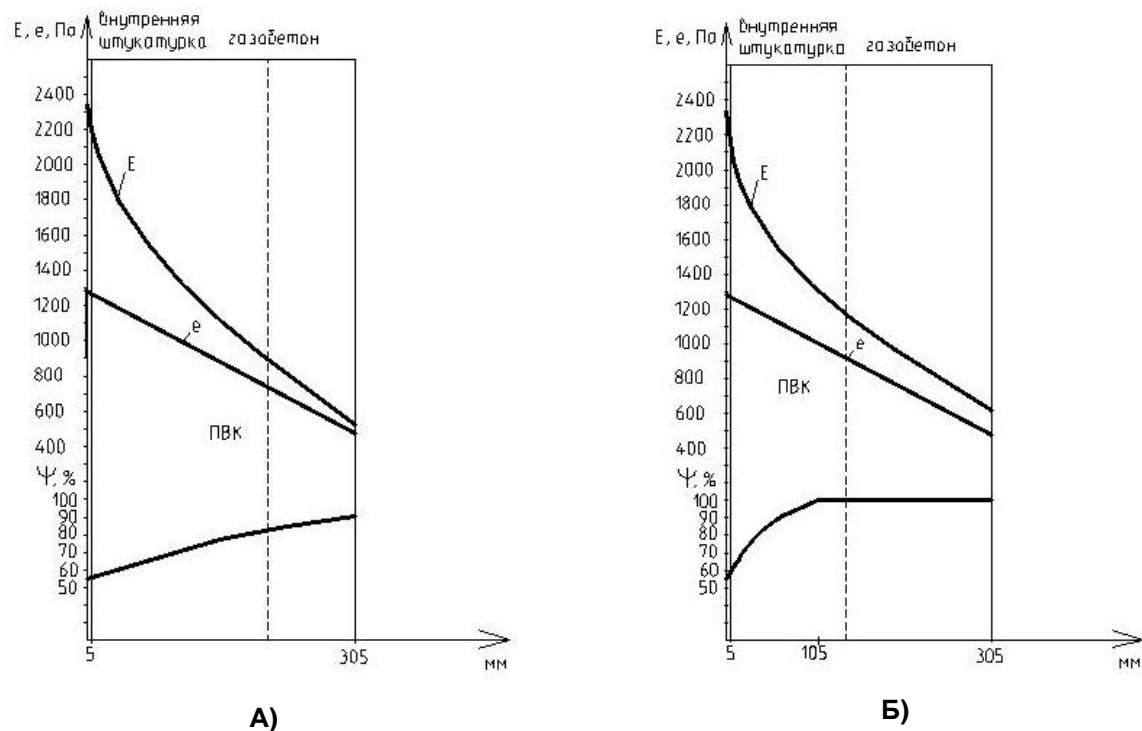


Рисунок 9. График распределения значений парциальных давлений по толщине ограждающей конструкции без утеплителя: А) при расчетной влажности 5%;  
Б) при расчетной влажности 25%

Для всех рассмотренных ограждающих конструкций: кривые:  $e_1$  – действительное парциальное давление водяного пара, полученное по графоаналитическому методу и  $e_2$  – парциальное давление водяного пара, полученное с учетом фактического распределения влаги по толщине стены в разные сроки для разных конструкций.

Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации

## Выводы

1. Начальная влага, содержащаяся в газобетоне, является источником увлажнения утеплителей в первые отопительные сезоны.
2. Характеристики наружного утепления (толщина, паропроницаемость) влияют на влажность газобетонной кладки и всей стены в целом.
3. Тонкие слои полимерной теплоизоляции приводят к вторичному увлажнению стен конденсирующейся влагой – за тонким слоем теплоизоляции происходит конденсация в зоне стабильно низких температур.
4. Монтаж систем теплоизоляции на основе минеральной ваты со штукатурным слоем на основание из свежей газобетонной кладки приводит к переувлажнению утеплителя в первый отопительный сезон.
5. Минеральная вата с экранной отделкой не подвержена значительному увлажнению вне зависимости от начальной влажности кладки основания.
6. При проектировании и монтаже конструкций с наружной теплоизоляцией по основанию из газобетонной кладки следует предусматривать возможность удаления из кладки начальной влаги:
  - системы скрепленной теплоизоляции на основе минеральной ваты монтировать на следующий после кладочных работ строительный сезон;
  - системы скрепленной теплоизоляции на основе полимерных утеплителей проектировать с учетом их низкой паропроницаемости.

## Литература

1. Горшков А. С., Гладких А. А. Влияние растворных швов кладки на параметры теплотехнической однородности стен из газобетона // Инженерно-строительный журнал. 2010. №3(13). С. 39-42.
2. Руководство по теплотехническому расчету наружных стеновых конструкций жилых и общественных зданий с применением изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения в Российской Федерации / ГОУ СПбГПУ, Ассоциация НААГ. СПб., 2011. 40 с.
3. Гринфельд Г. И., Морозов С. А., Согомоян И. А., Зырянов П. С. Влажностное состояние современных конструкций из автоклавного газобетона в условиях эксплуатации // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2(20). С. 33-38.
4. Силаенков Е. С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М. : Стройиздат, 1986. 176 с.
5. Крайнов Д. В., Садыков Р. А. Влияние влагосодержания на теплозащитные свойства ограждающей конструкции из ячеистого бетона // Вестник МГСУ. 2011. №3. Т.1. С. 404–410.
6. Ватин Н. И., Горшков А. С., Гринфельд Г. И., Пестряков И. И. Влажностный режим стеновой ограждающей конструкции, выполненной из газобетонных блоков автоклавного твердения с облицовочным слоем из лицевого силикатного кирпича // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции / под науч. ред. Н. И. Ватина. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. С. 56-70.
7. Киселев И. Я. Метод расчета равновесной сорбционной влажности строительных материалов // Вестник МГСУ. 2011. №3. Т.2. С. 92–98.
8. EN ISO 10456:2007. Building materials and products – Hygrothermal properties.
9. Drochytka R., Zach J. The study of thermal and moisture behavior of autoclaved cellular concrete // Materials of 5<sup>th</sup> International Conference on AAC “Securing a sustainable future”. University of Technology and Life Sciences Press, Bydgoszcz, 2011. Pp. 201–207.
10. Козлов В. В. Метод инженерной оценки влажностного состояния современных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты при учете паропроницаемости, влагонепроводности и фильтрации воздуха: дисс. кандидата технических наук. М., 2004. 161 с.
11. Руководство по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий / НИИСФ. М. : Стройиздат, 1984. 168 с.
12. EN 15026: 2007. Hygrothermal performance of building components and building elements. Assessment of moisture transfer by numerical simulation.

*\*Глеб Иосифович Гринфельд, Санкт-Петербург, Россия  
Тел. раб.: +7(812)640-33-40; эл. почта: gleb.grinfeld@aeroc.ru*

Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации