

УЮЛДУК БЕТОН БЛОКТОРУ МЕНЕН КОШКУЧ ҮЧҮН ПОЛИУРЕТАН КӨБҮГҮ ЖАБЫШЧААК ӨТҮНМӨЛӨР

Калмахан С.К.¹, Акмалайулы К.²

¹студенти, sagatqalmuratuly@gmail.com;

²профессор, Казакстан Республикасы, Алматы, Сатбаев университети, kakmalaev@mail.ru

Кыскача. Учурда Казакстандын аймагында имараттардын дубалдарын тургузганда, талапка ылайык даярдалган автоклавдалган уюлдук бетон блокторунан жасалган кирпич кеңири колдонулат. Мындай кирпичтин популярдуулугу керамикалык кыш мезгилине салыштырмалуу бир катар артыкчылыктарга байланыштуу: жогорку жылуулук изоляция касиеттери, өрттүн коопсуздугунун жогорку деңгээли, блоктордун салыштырмалуу төмөн салмагы, ошондой эле чоң өлчөмдөр жана формалар ошондой эле жеңилдирээк жана так төшөө процесси. Уюлдук бетон блоктору биринчи кезекте турак жайлардын, дүкөндөрдүн, кеңсе имараттарынын тышкы жана ички дубалдарын куруу үчүн колдонулат. Дизайн боюнча, бул материалдан жасалган дубалдар жүк көтөрүүчү (жеке аз кабаттуу үйлөрдүн дубалдары, коттедждер, дүкөндөр) жана көтөрбөй турган (сырткы дубалдары жана көп кабаттуу турак жайлардын жана кеңсе имараттарынын бөлүктөрү) болушу мүмкүн.

Ачык сөздөр: уюлдук бетон блоктору; автоклав; катуулоо; полиуретан көбүк желим; кыш; клатч; кирпич аралашмасы.

ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВОГО КЛЕЯ ДЛЯ СЦЕПЛЕНИЯ ЯЧЕИСТО-БЕТОННЫХ БЛОКОВ

Калмахан С.К.¹, Акмалайулы К.²

¹студент, sagatqalmuratuly@gmail.com;

²профессор, Satbayev University. г. Алматы, Республика Казахстан, kakmalaev@mail.ru

Аннотация. В настоящее время на территории Казахстана при возведении стен зданий широко используется кладка из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения, которые изготавливаются в соответствии с требованиями. Популярность такой кладки вызвана наличием ряда преимуществ по сравнению с кладкой из керамического кирпича: высокие теплоизоляционные свойства, высокая степень пожаробезопасности, относительно малый вес блоков, большой ассортимент размеров и форм, а также более легкий и точный процесс укладки. Ячеисто-бетонные блоки применяются прежде всего для возведения наружных и внутренних стен жилых домов, магазинов, офисных зданий. По конструктивному исполнению стены из этого материала могут быть несущими (стены частных малоэтажных домов, коттеджей, магазинов), так и ненесущими (наружные стены и перегородки высотных жилых и офисных зданий).

Ключевые слова: ячеисто-бетонные блоки; автоклав; твердения; пенополиуретановый клей; кладка; сцепления; кладочный раствор.

APPLICATIONS OF POLYURETHANE FOAM ADHESIVE FOR COUPLING CELLULAR CONCRETE BLOCKS

Kalmakhan S.K.¹, Akmalaiuly K.²

¹student, sagatqalmuratuly@gmail.com;

²professor, Satbayev University. Almaty, Republic of Kazakhstan, kakmalaev@mail.ru

***Annotation.** Currently, in the territory of Kazakhstan, when erecting the walls of buildings, masonry from autoclaved cellular concrete blocks, which are manufactured in accordance with the requirements, is widely used. The popularity of such masonry is due to the presence of a number of advantages compared to ceramic brick masonry: high thermal insulation properties, a high degree of fire safety, relatively low weight of the blocks, a large range of sizes and shapes, as well as an easier and more accurate laying process. Cellular concrete blocks are used primarily for the construction of external and internal walls of residential buildings, shops, office buildings. By design, walls made of this material can be load-bearing (walls of private low-rise buildings, cottages, shops) and non-bearing (exterior walls and partitions of high-rise residential and office buildings).*

***Key words:** cellular concrete blocks; autoclave; hardening; polyurethane foam glue; masonry; clutch; masonry mortar.*

Введение.

При проектировании стен из ячеисто-бетонных блоков необходимо руководствоваться требованием СП15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». В данном нормативе главенствующую роль среди показателей прочности кладки занимает расчетное сопротивление сжатию кладки R , характеризующее ее прочность при осевом растяжению R , которое характеризует ее прочность при осевом растяжении и играет важную роль в вопросе определения нормального сцепления растворной смеси с ячеисто-бетонными блоками и, как следствие этого, в определении монолитности кладки.

При возведении стен с использованием ячеисто-бетонных блоков в качестве связующего элемента (кладочного раствора) в настоящее время применяют разнообразные составы, как традиционные цементные растворы, так и современные полимерцементные растворы, а также и пенополиуретановые клеевые составы [1,2]. Однако некоторые производители газобетонных блоков не рекомендуют при возведении стен использовать цементно-песчаные растворы, обосновывая это рядом недостатков такой кладки: значительная толщина шва (10-12 мм); продолжительный период подготовительных работ; значительная пыльность работы; наличие мокрых процессов на строительной площадке, вследствие чего усложняется проведения работ при отрицательной температуре; дополнительные теплопотери из-за наличие мостиков холода в месте швов кладки; неоднородность раствора, приводящая к возникновению в кладке помимо сжимающих усилий, растягивающих усилий при изгибе, в результате чего прочность кладки существенно снижается [3,4,5].

Всех этих недостатков кладки на цементном растворе, как показывают исследования различных авторов, можно избежать, используя в качестве кладочного раствора полимерцементные растворы или пенополиуретановые клеевые составы. Но остается вопрос, как замена широко распространенного цементно-песчаного кладочного раствора на полимерцементный или клеевой состав повлияет на монолитность кладки [6,7,8].

Цель исследования – определения прочности сцепления в кладке из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения классов по прочности при сжатии В1,5-В3,5 на пенополиуретановых клеевых составах.

Формулировка проблемы – Проведение экспериментальных исследований определения прочности нормального сцепления (при осевом растяжении) в кладке из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на различных цементных растворах и пенополиуретановых клеях позволяет сделать что, образцы, изготовленные на цементных растворах марок М200 и М300, показали по результатам испытаний самые низкие значения сопротивления кладки при осевом растяжении, Характер их разрушения (все образцы разрушались по шву) показывает, что сцепление таких составов с материалом кладки недостаточно и не зависит от прочности кладочного раствора.

Использование раствора более высокой марки М300 приводит к увеличению прочности кладки осевому растяжению по неперевязанному сечению на 1-3%, что несущественно и находится в рамках погрешности измерений. При использовании в кладке из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения классов по прочности при сжатии В1,5; В2,5 и В3,5 различных пенополиуретановых клеевых составов вместо цементных растворов марки М200 расчетное сопротивление осевому растяжению по неперевязанному сечению (нормальное сцепление) кладки повышается соответственно на 9-15% (В1,5), 10-30% (В2,5) и 9-25% (В3,5) [9,10,11].

Прочность при осевом растяжении по неперевязанному сечению (нормальное сцепление) кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения класса В1,5, выполненной на цементных и клеевых составах, ниже нормируемого значения, представленного в табл. 11 СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Таким образом, использование в кладке из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения класса по прочности при сжатии В1,5 пенополиуретанового клея нецелесообразно. Характер разрушения образцов, выполненных на пенополиуретановых клеях (разрушение происходило по телу бетона), указывает на монолитность кладки [12,13].

Характер разрушения образцов и анализ результатов испытаний позволяют сделать вывод, что сопротивление осевому растяжению по неперевязанному сечению (нормальное сцепление) кладки зависит от прочности осевому растяжению материала, из которого изготовлен блок, а не от прочности на сжатие используемого кладочного (связующего) раствора, как указано в СНиП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Это фактор необходимо учитывать при расчетах кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на пенополиуретановых составах.

Предлагаемое решение: При использовании в кладке ия ячеисто-бетонных блоков классов по прочности при сжатии В1.5-В3.5 различных пенополиуретановых клеевых составов сопротивление осевому растяжению по неперевязанному сечению кладки повышается, приблизительно на 9-25%. Испытания проводилась в лаборатории кафедры «Строительства и строительные материалы» КазНИТУ им. Сатпаева. Эксперимент проводился на образцах-кубах размером 150*150*150 мм, которые выпиливались из ячеисто-бетонных блоков, склеенных между собой с помощью пенополиуретанового клея.

Нормальное сцепление в кладке определялось на опытных образцах в соответствии с требованиями ГОСТ 24992- 2014 «Конструкции каменные, Методы определения прочности сцепления в каменной кладке» путем испытания их на осевое растяжение. Сущность метода заключается в определении характеристики удельной работы для разделения блока и раствора при действии осевого растягивающего усилия, направленного перпендикулярно плоскости их контакта (по неперевязанным швам), Для испытаний опытных образцов была применена соответствующая требованиям ГОСТ 28840-90 «Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб». Общие технические требования» электромеханическая универсальная испытательная машина WDW-300E с максимальной нагрузкой 300 кН и хватные приспособления. Опытный образец представляет собой два куба размерами 150×150×150 мм, выпиленные из ячеисто-бетонных блоков и скрепленные (склеенные) между собой в лаборатории с помощью цементного раствора либо пенополиуретанового клеевого состава. На каждом блоке были выпилены пазы размером 20×20 мм под хватное устройство. Перед нанесением связующих растворов все образцы были тщательно обеспылены, Склеенные опытные образцы в течение 28 сут выдерживались в нормальных тепловлажностных условиях под небольшим давлением (порядка 9-10 кг) для обеспечения лучшего сцепления связующего раствора с поверхностью ячеистого бетона [14].

Практические исследование и выводы: В испытаниях были применены блоки различной прочности, соответствующий классам бетона В1,5; В2,5; В3,5. До испытаний на осевое растяжение опытных образцов были проведены испытания на сжатие кубов из ячеистого бетона размером 150×150×150 мм с целью определения класса бетона по прочности на сжатие в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам», а также испытания кубов из цементных растворов размером 70,7×70,7×70,7 мм по методике ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные, Методы испытаний» для определения их прочности. Эти испытания гарантировали применение в опытных образцах для испытаний на осевое растяжение кубов необходимого класса бетона

(В1,5, В2,5, В3,5) и кладочного цементно-песчаного раствора с известным значением прочности при сжатии (табл. 1).

Таблица 1. Результаты испытаний опытных образцов

Кладочный раствор	Среднее значение временного сопротивления осевому растяжению $R_t^u = \frac{F}{A}$, кПа	Среднее значение расчетного сопротивления осевому растяжению R_t , кПа	Повышение прочности относительно серии №1, %
Ячеисто-бетонный блок класса по прочности на сжатие В1,5			
Серия №1	102,5	48,1	-
Серия №2	104,2	49,5	1
Серия №3	117,8	52,4	15
Серия №4	114,1	53	11
Серия №5	115,5	53,8	13
Серия №6	112	50,9	9
Ячеисто-бетонный блок класса по прочности на сжатие В2,5			
Серия №1	142,6	62,8	-
Серия №2	146,3	64,4	3
Серия №3	185,7	86,5	30
Серия №4	172,3	79,2	21
Серия №5	178,8	80,4	25
Серия №6	156,5	71,5	10
Ячеисто-бетонный блок класса по прочности на сжатие В3,5			
Серия №1	159,8	71,9	-
Серия №2	164,1	74,5	3
Серия №3	186,9	86	16
Серия №4	200,1	91	27
Серия №5	188,3	84,2	19
Серия №6	175,2	79,3	8

В качестве кладочного (связующего) раствора использованы следующие составы: серия № 1 - цементно-песчаный раствор М200; серия № 2 - цементно-песчаный раствор М300; серия № 3 - пенополиуретановый клей «Титан профессионал»; серия № 4 - пенополиуретановый клей «Техно-николь»; серия № 5 - пенополиуретановый клей «Вополит»; серия № 6 - пенополиуретановый клей «KUDO».

Таким образом, и каждой серии было изготовлено по девять опытных образцов, три - на кубах из бетона В1,5; три -- на кубах из бетона В2,5; три - на бетона В3,5. В общей сложности в сравнительном анализе были использованы данные по результатам испытаний 54 образцов.

В эксперименте применялась схема жесткого захвата, в качестве которого допускается использовать опорные части испытательной машины, при условии, что

эти части обеспечивают соосность передачи между ними (частями) растягивающего усилия. Для обеспечения соосности передачи усилия между захватами они были соединены с опорными устройствами испытательной машины через шарнир Гука. Концевой элемент устанавливался в опорном устройстве испытательной машины.

Перед каждой установкой нового образца в испытательную машину части бетона, оставшиеся от предыдущего испытания в захватах, удалялись. Максимальное усилие, достигнутое в процессе испытания, принималось за разрушающую нагрузку, а предел прочности нормального сцепления кладки R_t^u (временное сопротивление осевому растяжению) определялся по формуле (1) ГОСТ 24992-2014

$$R_t^u = \frac{F}{A}$$

где F - разрушающая нагрузка, Н; A - общая площадь отрыва, мм².

Заключение: Предел прочности нормального сцепления (при осевом растяжении) в кладке в каждой серии опытных образцов R_t^u (среднее значение временного сопротивления осевому растяжению) определялся как среднее арифметическое значение всех испытаний трех образцов.

Переход от среднего значения временного сопротивления осевому растяжению к среднему значению расчетного сопротивления осевому растяжению производился в соответствии с требованиями СП 15.13330.2012 путем использования коэффициента $k=2,2$

$$R_t = \frac{R_t^u}{k}$$

Сопротивление осевому растяжению по неперевязанному сечению кладки зависит от прочности материала из которого изготовлен блок, а не от прочности при сжатии используемого кладочного(связующего) раствора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Акмалаев К.А. Қоспаның аралас байланыстырғышқа тигізетін әсері. Алматы, Известия химии НАН РК, №3, 2001, С. 68-69.
2. Акмалаев К.А. Влияние вида гидравлической добавки на свойства гипсоцементно-пуццоланового камня. Новосибирск, Известия ВУЗов, №3, 2002 г.
3. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В., Кыдыр М., Каримов А. Применение фосфогипса для мелиорации слитных почв (щелочных, магниевого осолнцевания) в Южном Казахстане. //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, - №4. – 2006. – С.37-40.
4. Деркач В.Н., Демчук И.Е. Прочность и деформативность каменной кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного гвердения на полиуретановых швах. Ч. 3. Прочность

и деформативность при сдвиге // *Строительные материалы*, 2017. № 8. С. 32-35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2017-751-8-32-35>

5. **Лу С., Каса М., Хабиан Э.** Инновация в области каменной кладки, склеенной полиуретановым клеем на месте, 8-я Международная выставка 15. Лу С. Каса М., Хабиан Э. Инновации в каменной кладке, конференция по мASONству 2010 года. Дрезден, 2010.

6. **Граубом М., Брамешубер В.** Исследование склеивания каменных блоков полиуретановым клеем, 8 часов 16 минут. Международная конференция по мASONству 2010 года, Дрезден, 2010 год.

7. **Лазэр И.И., Джамусв Б.К.** Повышение монолитности кладки стен из ячеисто-бетонных блоков при использовании в швах полимерцементных растворов. Сборник материалов семинара молодых ученых XXII Международной научной конференции «Строительство - формирование среды жизнедеятельности». Ташкент, 2019. С. 333-335 .

8. **Джамусв Б. К.** Сравнительный анализ прочности, нормальной адгезии кладки из газобетонных блоков автоклавного твердения, выполненных на различных цементных и полимерцементных растворах. Серия конференций *Journal of Physics*. 1425: 012040. DOI: 10.1088/1742-6596/1425/1/012040

9. **Деркач В. Н.** Прочность и деформируемость каменной кладки из ячеистых бетонных блоков автоклавного твердения с полиуретановыми швами. Часть 2. Предел прочности при растяжении при изгибе. *Строительные материалы [Строительные материалы]*, 2017. № 7, стр. 30-33. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2017-750-7-30-33> ,

10. **Деркач В. Н., Демчук И.Е.** Прочность и деформируемость каменной кладки из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения с полиуретановыми швами. 2017-751-8-32-35.

11. **Горшков А.С., Мишин В.Е., Ватин Н.И.** Повышение теплотехнической однородности стен из ячеисто-бетонных изделий за счет использования в клалке полиуретанового клея // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 57-64.

12. **Глумов А.** Кладка на полиуретановых составах: как устранить мостики холода // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. 8. 2014. № 4. С. 30-31.

13. **Грановский А.В., Джамусв Б.К.** Испытания стеновых конструкций из ячеисто-бетонных блоков на сейсмические воздействия. Современное производство автоклавного газобетона: Сборник докладов научно-практической конференции. СПб., 2011. С. 104-108 .

14. **Грановский А.В., Джамусв Б.К., Винневский А.А. Гринфельд Г.И.** Экспериментальное определение нормального и касательного сцепления кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного гвердения на различных клееных составах // *Строительные материалы*, 2015, № 8. С. 22-25.