

biologically active aggregate determined in this work make it possible to recommend it for use in enclosing structures of buildings for various purposes.

**Keywords:** biologically activated sawdust concrete, compositions, design strength characteristics.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

*BELOV Vladimir Vladimirovich* – Adviser of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Building Materials and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

#### CITATION FOR AN ARTICLE

Belov V.V. Construction biocomposites using woodworking waste. Part 4 (determination of design strength biologically activated characteristics sawdust concrete) // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2023. No. 4 (20), pp. 5–11.

УДК 691-431, 692.299

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГАЗОБЕТОННЫХ КЛЕЕНЫХ ПЕРЕМЫЧЕК ПРИ ИЗГИБЕ

*А.В. Левиков, А.В. Гавриленко*

*Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Левиков А.В., Гавриленко А.В., 2023

**Аннотация.** В статье приведено краткое описание нескольких часто используемых на практике вариантов устройства перемычек над проемами в ненесущих стенах и перегородках из газобетонных блоков, указываются их недостатки. Рассмотрен вариант перемычки, представляющей собой элемент, составленный из нескольких блоков, склеенных по торцам кладочной клей-пенной. Дано описание изготовленных образцов таких перемычек, рассмотрены методика и результаты их испытаний на изгиб. Показано, что перемычки пролетом 1,1 м с размерами сечения 100 × 250 мм, выполненные из блоков D400 класса по прочности B2,5, способны выдерживать распределенную нагрузку до 100 кг/м, однако их разрушение происходит хрупко, в связи с чем использование их на практике в настоящий момент не может быть в полной мере рекомендовано. Представлены возможные направления совершенствования конструкции клееных перемычек.

**Ключевые слова:** газобетон, клей-пена, перемычка, испытание на изгиб, несущая способность.

DOI: 10.46573/2658-7459-2023-4-11-16

### **ВВЕДЕНИЕ**

Сочетая приемлемую несущую способность и удовлетворительные теплофизические свойства, газобетон в настоящее время является весьма популярным материалом при возведении стен малоэтажных и индивидуальных жилых зданий [1, 2]. В ряде климатических районов России стены из газобетона могут вовсе не требовать дополнительного утепления, а в других районах может потребоваться устройство дополнительного слоя утеплителя (как правило, относительно небольшой толщины) [3]. При этом несущая способность стен из газобетонных блоков наиболее распространенных классов по прочности В2,5 и В3,5 на клей-пене оказывается достаточной для восприятия нагрузок от деревянных перекрытий жилых зданий и (при устройстве армированных поясов) также перекрытий из облегченных пустотных плит типа ПНО [4, 5, 6]. Нельзя не отметить и удобство работы с изделиями – крупные размеры блоков способствуют быстрому возведению больших объемов кладки, при этом блок способен перемещать даже один рабочий. Возможность использования клеевых кладочных составов позволяет отказаться от мокрых процессов на строительной площадке и убрать мостики холода в виде швов из цементно-песчаного раствора [3].

Для устройства перемычек в стенах зданий, сделанных из газобетонных блоков, производителями создается широкая номенклатура перемычечных изделий. Однако стоят они дороже рядовых стеновых блоков, а их применение в ряде случаев представляется застройщикам экономически нецелесообразным. Вместо этого в ненесущих стенах из газобетона распространены перемычки в виде прокатных уголков или пары стержней арматуры диаметром порядка 16 мм. При кажущемся удобстве и простоте монтажа такие перемычки в дальнейшем создают проблемы во время отделки и эксплуатации зданий. Так, имеют место трудности с нанесением штукатурных растворов на гладкую поверхность прокатного уголка. Далее, при эксплуатации здания, металлические профили или арматурные стержни могут корродировать и портить внешний вид финишной отделки, вызывая необходимость проведения ремонтных работ.

Альтернативным вариантом, доступным частным застройщикам, оказывается устройство перемычек, составленных по длине из нескольких отрезков рядовых блоков, склеенных между собой по торцам при помощи кладочной клей-пены.

В предлагаемой статье проведено экспериментальное исследование несущей способности таких перемычек при изгибе и сделаны выводы о возможностях их применения и вероятных путях улучшения их эксплуатационных показателей.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для изготовления клеевых газобетонных перемычек были приобретены 3 стеновых газобетонных блока номинальными размерами  $250 \times 400 \times 600$  мм с маркой по плотности D400 и классом по прочности при сжатии В2,5.

Для контроля плотности материала и проверки его прочности при сжатии из блоков были вырезаны 4 образца с номинальными размерами  $100 \times 100 \times 100$  мм. По результатам взвешивания и испытаний на сжатие были установлены фактическая плотность материала блоков, которая оказалась равной  $444,7 \text{ кг/м}^3$ , а также прочность материала блоков при сжатии, которая составила  $0,21 \text{ кН/см}^2$ .

Для изготовления перемычек блоки были распилены вдоль обычной ножовкой. Размеры заготовок составили соответственно  $l \times b \times h = 600 \times 100 \times 250$  мм. Каждая перемычка формировалась склеиванием торцов двух заготовок. Склеивание производилось

при помощи кладочной клей-пены, приобретенной в местном крупном строительном магазине. При этом соблюдалась технология работ, рекомендованная на таре клей-пены. В частности, торцы заготовок перед склеиванием очищались от пыли, далее на одну из заготовок наносилась одна полоска клей-пены, после чего на пену устанавливалась вторая заготовка. Заготовки плотно сжимались и оставлялись в вертикальном положении на одни сутки для твердения клея (рис. 1). Всего для исследований было заготовлено 3 образца перемычек.



Рис. 1. Твердение образцов клееных газобетонных перемычек

Спустя сутки перемычки были испытаны на изгиб. Расчетная схема перемычек в испытании соответствовала свободно опертой шарнирной балке. Нагрузка прикладывалась к образцам при помощи гидравлического домкрата в двух точках через траверсу. Точки приложения нагрузок отстояли от опор на величину порядка  $1/3$  пролета. Схема испытаний приведена на рис. 2, а общий вид перемычки, установленной в испытательную установку, показан на рис. 3.

Нагрузка прикладывалась к образцам ступенями. Величина приложенного усилия измерялась динамометром системы Токаря на 0,3 тс. Кроме того, в ходе испытаний при помощи прогибомера ПМ-3 с ценой деления 0,1 мм измерялся прогиб перемычек в середине пролета.

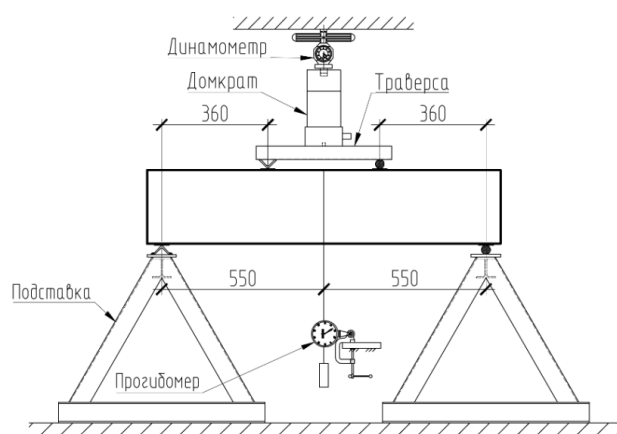


Рис. 2. Схема испытаний перемычек на изгиб



Рис. 3. Общий вид перемычки, помещенной в испытательную установку

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Величина предельной нагрузки, воспринятая блоками, а также прогиб на ступени, предшествующей разрушению, представлены в таблице. Нагрузки, приведенные в таблице, учитывают массу траверсы, домкрата и динамометра.

## Результаты испытаний перемычек на изгиб

Наименование параметра	Величина по образцам		
	Перемычка 1	Перемычка 2	Перемычка 3
Суммарная предельная внешняя нагрузка, кг	110,41	118,06	90,03
Предельный момент сечения, кг·см, без учета собственного веса	1 987,34	2 125,04	1 620,50
Прогиб на ступени нагружения, предшествующей разрушению, мм	0,6	0,8	0,7

Все исследованные перемычки разрушились хрупко в середине пролета вследствие отслоения тонкого слоя материала блоков, пропитанного клеем, от тела блоков. Хотя визуально толщина отслоившегося материала возле шва составила менее 1 мм, следует сделать вывод, что разрушение происходило по материалу блоков, а не по клеевому шву. При этом необходимо учесть, что материал по наружной поверхности блоков может быть ослаблен вследствие контакта с маслом, которым покрываются стенки форм при изготовлении блоков, а также в результате механических и климатических воздействий на данный слой в процессе транспортировки и хранения.

Внешний вид торцевых участков блоков после разрушения перемычки показан на рис. 4.



Рис. 4. Типичный вид торцов блоков после разрушения перемычки

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе исследовались несущая способность и прогиб газобетонных перемычек, полученных склеиванием частей обычных стеновых блоков кладочной клей-пенной. Было установлено, что предельный момент сечения рассмотренных перемычек составляет в среднем 1 910,96 кг·см, а средний прогиб на ступени нагружения, предшествующей разрушению, оказался равным 0,7 мм.

Перемычки разрушаются хрупко, не развивая визуальных признаков, по которым можно было бы сделать суждение о скором исчерпании несущей способности. По воспринятой нагрузке рассмотренные перемычки соответствуют брусковым ненесущим перемычкам типа 8ПБ (порядка 100 кг/м), однако, по мнению авторов, в данный момент не вполне могут заменить последние в ненесущих перегородках стен из газобетонных блоков в силу неудовлетворительного – хрупкого – характера разрушения и недостаточного количества проведенных испытаний, на основании которых можно было бы сделать выводы о пределах безопасного использования клееных газобетонных перемычек.

С целью дальнейшего усовершенствования рассмотренной конструкции могут быть предложены изделия, составленные из 3 частей, с полноценным блоком длиной 600 мм в средней части и двумя половинками блока длиной по 300 мм по краям. Возможно также усиление стыков клеейкой коротышей из композитной арматуры в предварительно засверленные отверстия в торцах составных блоков. Для снижения риска хрупкого разрушения элементов могут быть рассмотрены варианты усиления их растянутой зоны кладочной базальтовой сеткой.

Учитывая преимущества описанных перемычек, среди которых следует выделить простоту изготовления, дешевизну и сохранение однородности стены, тему изучения и поиска способов улучшения свойств клееных газобетонных перемычек можно считать актуальной и требующей проведения дополнительных теоретических и экспериментальных изысканий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гринфельд Г.И., Вишневецкий А.А. Рынок автоклавного газобетона России в 2020 г. // *Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы 11-й международной научно-практической конференции*. Минск: Стринко. 2021. С. 13–17.
2. Рынок автоклавного газобетона: краткий обзор исследования, проведенного инвестиционно-аналитической группой «ПКР». URL: <https://prcs.ru/analytics-article/rynok-avtoklavno-gazobetona/> (дата обращения: 17.09.2023).
3. Конструктивные решения и особенности расчета теплозащиты наружных стен зданий на основе автоклавных газобетонных блоков / А.И. Бедов [и др.] // *Вестник МГСУ*. 2012. Вып. 2. С. 98–103.
4. Повышение теплотехнической однородности стен из ячеисто-бетонных изделий за счет использования в кладке полиуретанового клея / А.С. Горшков [и др.] // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 57–64.
5. Деркач В.Н. Прочность и деформативность каменной кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на полиуретановых швах. Часть 1. Прочность и деформативность при сжатии // *Строительные материалы*. 2017. № 5. С. 29–32.
6. Малахова А.Н., Балакшин А.С. Применение стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов в несущих стенах зданий средней этажности // *Вестник МГСУ*. 2013. Вып. 1. С. 87–93.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*ЛЕВИКОВ Александр Валерьевич* – кандидат философских наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: leviksa@mail.ru

ГАВРИЛЕНКО Алексей Владимирович – старший преподаватель кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: gawaw@mail.ru

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Левиков А.В., Гавриленко А.В. Экспериментальное исследование несущей способности газобетонных клееных перемычек при изгибе // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2023. № 4 (20). С. 11–16.

---

## EXPERIMENTAL STUDY OF BENDING BEARING CAPACITY OF GLUED AERATED CONCRETE LINTELS

*A.V. Levikov, A.V. Gavrilenko*  
*Tver State Technical University (Tver)*

**Abstract.** The article gives a brief description of several variants of lintels over openings in non-load-bearing walls and partitions made of aerated concrete blocks, their disadvantages are indicated. The variant of the lintel is described, which is an element made of several blocks glued at the ends with masonry glue-foam. The description of made samples of such lintels is given, the methodology and results of their bending tests are considered. It is shown that lintels of 1.1 m span with cross-section dimensions 100 × 250 mm, made of D400 blocks of strength class B2.5, are able to withstand distributed load up to 100 kg/m, but their destruction is brittle, in connection with which their use in practice at the moment cannot be fully recommended. Possible directions for improving the design of glued lintels are presented.

**Keywords:** aerated concrete, foam adhesive, lintel, bending test, bearing capacity.

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*LEVIKOV Alexander Valeryevich* – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: leviksa@mail.ru

*GAVRILENKO Alexey Vladimirovich* – Senior Teacher of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: gawaw@mail.ru

### CITATION FOR AN ARTICLE

Levikov A.V., Gavrilenko A.V. Experimental study of bending bearing capacity of glued aerated concrete lintels // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2023. No. 4 (20), pp. 11–16.