

Сравнительные испытания анкерных креплений в автоклавном газобетоне в зависимости от формы дюбеля и плотности, прочности и влажности основания

Гринфельд Г.И., филиал ООО «ЛСР» — «Стеновые», инженер

Сытова Е.Н., ООО «Аэрок СПб», главный технолог

Лисунов П.С., ФБГОУ СПбГАСУ, инженер

Хведченя О.В., ФБГОУ СПб ГПУ, магистрант

Введение

В современном строительстве широко используется механический крепеж для монтажа и построечной сборки элементов конструкций. Повсеместное распространение ручных перфораторов привело к частичной замене закладных деталей в железобетоне на элементы крепежа, монтируемые в пробуренные по месту отверстия. Практически ушли из практики деревянные антисептированные бруски, закладываемые в каменную кладку для последующего крепления к ним гвоздями оконных и дверных коробок, костылей парпетных покрытий и других элементов.

Ячеистый бетон марок по средней плотности D700 и ниже изначально был избавлен от сложностей при креплении заполнения проемов или монтаже панелей. Хорошая гвоздимось позволяла использовать для крепления к бетону строительные гвозди и нагели (пп. 3.8–3.13 [1]).

В настоящее время кладка из штучных материалов является основой малоэтажного строительства. Кладка с поэтажным опиранием широко применяется при заполнении железобетонных каркасов многоэтажных зданий. В малоэтажном строительстве актуальные области применения механического крепежа — это крепление навесной мебели и монтаж фасадной облицовки. В высотном строительстве актуально крепление подконструкций навесных фасадов (к несущему каркасу или к стеновому заполнению) и фасадной теплоизоляции (к кладке заполнения). Допустимость крепления кронштейнов фасадных систем в высотном строительстве к кладке из ячеистого бетона широко обсуждается [2, 3]. Стремление к предсказуемости результатов несущей способности крепежа ведет либо к предложению жесткого ограничения плотности ячеистого бетона основания, либо к прямому запрету на использование ячеистого бетона в качестве основания для устройства навесных фасадов (п. 6.2 Технических рекомендаций [4]).

Работа, показывающая сопротивление осевому вытягиванию анкеров из газобетона марки D500 была проведена в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко по заказу ЗАО "Кселла-Аэроблок-Центр» [5]

Постановка задачи

В рассуждениях о возможности крепления фасадных конструкций на кладку из автоклавного газобетона встречаются следующие предложения/предположения:

- необходимо ввести нижнее ограничение плотности материала основания, поскольку снижение плотности приводит к резкому снижению вытягивающего усилия;
- использование ячеистого бетона в качестве основания для крепления фасадных конструкций недопустимо, поскольку в построечных условиях возможно увлажнение кладки вплоть до водонасыщения, а в водонасыщенном бетоне вытягивающее усилие резко снижается;

- использование ячеистого бетона в качестве материала основания недопустимо, поскольку разброс параметров бетона внутри партии влечет за собой значительный и непредсказуемый разброс вытягивающего усилия дюбелей;

- использование специализированного крепежа значительно удорожает применение ячеистого бетона в строительстве.

Для проверки обоснованности высказываемых предположений, а также для получения более полной картины взаимосвязи характеристик ячеистого бетона с несущей способностью дюбелей, была проведена описываемая работа.

Работа была разделена на два этапа.

На первом этапе были отобраны дюбели, показывающие наибольшее усилие вырыва, но не создающие при монтаже значительных растягивающих напряжений в бетоне в зоне заделки. Такое ограничение было обусловлено выбранной методикой испытания — дюбели устанавливались не в кладку и не в целые блоки, а в кубики 100×100×100 мм. Выбор кубиков в качестве основания для монтажа определен необходимостью контролировать влажность материала. Обеспечить равномерную влажность в зоне заделки дюбеля на крупных образцах практически невозможно.

На втором этапе определялось вытягивающее усилие анкеров при приложении осевой нагрузки. Образцы материала основания различались по плотности, прочности, влажности. Плотность, прочность и влажность контролировались для каждой серии образцов. По результатам определения вытягивающего усилия выявлялись зависимости от контролируемых параметров.

Проведение испытаний

Для испытаний были отобраны (рис. 1):

1. Дюбели Sormat КВТ6 (монтаж в предварительно высверленное отверстие Ø9 мм, глубина заделки 48 мм, диаметр наружной анкерящей резьбы 16 мм, распорный шуруп — шуруп-саморез универсальный УК с неполной резьбой и потайной головкой 6*70 мм);
2. Дюбели ЕКТ KEW G7 (монтаж в предварительно высверленное отверстие Ø8 мм, глубина заделки 52 мм, распорный шуруп — шуруп-саморез универсальный УК с неполной резьбой и потайной головкой 5*70 мм);
3. Шуруп-саморез универсальный УК с неполной резьбой 6*70 мм (монтаж без засверливания закручиванием непосредственно в бетон, глубина заделки 55 мм).

Розничная цена каждого из дюбелей менее 10 рублей, самореза — меньше рубля.

Испытания проводились в лаборатории завода «Аэрок СПб» из продукции собственного производства марки AEROC.

Для испытания были подготовлены образцы в виде кубиков с гранью 10 см. Испытывались четыре вида газобетона: D300 (B1,5), D400 (B2,5), D500 (B2,5) и D600 (B3,5) первой категории (согласно ГОСТ 31360-2007) (рис. 2).

Каждый тип дюбеля был испытан по три раза в каждом из видов бетона при каждой влажности.

На ленточной пиле изготавливались образцы, при этом совершался отступ от внешней, менее однородной и более плотной части блока минимум 2-3 сантиметра. Из газобетона каждой марки изготавливалось 45 кубиков (для каждой из 5 влажностей по 9

кубиков – 3 для испытания на сжатие и 6 для испытания усилия вырыва). Все блоки каждой марки были из одной партии, а также учитывалось направление роста массива.

Испытания проводились при следующих массовых влажностях:

- 5% — эксплуатационная влажность, при которой ведется расчет теплопроводности кладки. Обычно достигается газобетоном в естественных условиях без воздействия атмосферных осадков, за 2-3 года. В нормативном поле Евросоюза [6] «воздушно-сухое» состояние (массовая влажность 4–6%) является эталонным для определения прочности;

- 10% — влажность ячеистого бетона, применяемая в России для определения прочности [7];

- 25% — влажность ячеистого бетона, нормированная в качестве отпускной, используемая в [7] для назначения максимального понижающего коэффициента к расчетной прочности;

- 38–45% — фактическая послеавтоклавная влажность, при которой газобетон отпускается с производства;

- 63–87% — состояние водонасыщения. Насыщение производилось по ГОСТ 31359-2007 путем погружения в воду на 8 часов на 1/3, затем на 8 часов на 2/3, а затем полным погружением в воду на 24 часа.

Сначала определялась фактическая влажность каждой марки и геометрические размеры образцов с точностью до 0,1 мм. Затем образцы доводились до требуемой влажности в сушильных камерах и в изолированной емкости для водонасыщения. В образцах, которые должны были соответствовать отпускной влажности, просто измерялась влажность, и они сразу испытывались. Определение прочности анкеров на вырыв проводилось цифровым тестером отрыва (адгезиметром) Matest E142 на 16 кН с зацеплением головки шурупа адаптером, навинченным на вытяжной шток адгезиметра (рис. 3).

3 кубика каждой плотности и каждой влажности помещались под пресс, затем определялась средняя прочность из трех. Другие 6 кубиков этой же влажности и плотности испытывались на вырыв крепежей (рис. 4). Это повторялось 20 раз (4 вида бетона по 5 влажностей).

Результаты испытаний

Полученные результаты представлены в табл. 1. Графическое представление данных делает наглядными зависимости сопротивления анкеру вырыву от плотности бетона (рис. 5), от прочности (рис. 6) и от влажности (рис. 7).

Таблица 1. Характеристики бетона основания и усилие вырыва по видам анкеров

Марка бетона по средней плотности	Характеристики бетона			Усилие вырыва по видам анкеров		
	Влажность, %	R сух, кг/м ³	Rсж, МПа	Rв(КВТ), кгс	Rв(UNI), кгс	Rв(ЕКТ), кгс
D300	5	321	2,01	74,3	42,2	41,6
	10	320	1,84	67,4	38,4	42,3
	25	322	1,74	64,3	34,7	37,6
	45	322	1,58	72,6	32,8	37,2

	87	324	1,49	61,1	33,6	36,6
D400	5	406	2,95	113	67,6	68,9
	10	406	2,81	107	63,9	71,8
	25	401	2,55	114	54,2	66,4
	39	407	2,59	107	55,3	68,6
	71	406	2,19	99,2	57,7	60,3
D500	5	489	3,54	140	100	88,0
	10	489	3,21	142	93,2	95,5
	25	488	2,85	138	100	93,7
	38	491	2,78	123	77,3	87,7
	67	488	2,47	106	74,3	78,7
D600	5	632	6,45	246	194	174
	10	623	5,87	252	185	174
	25	623	5,27	237	168	169
	38	626	5,23	214	148	153
	63	645	5,28	199	139	112

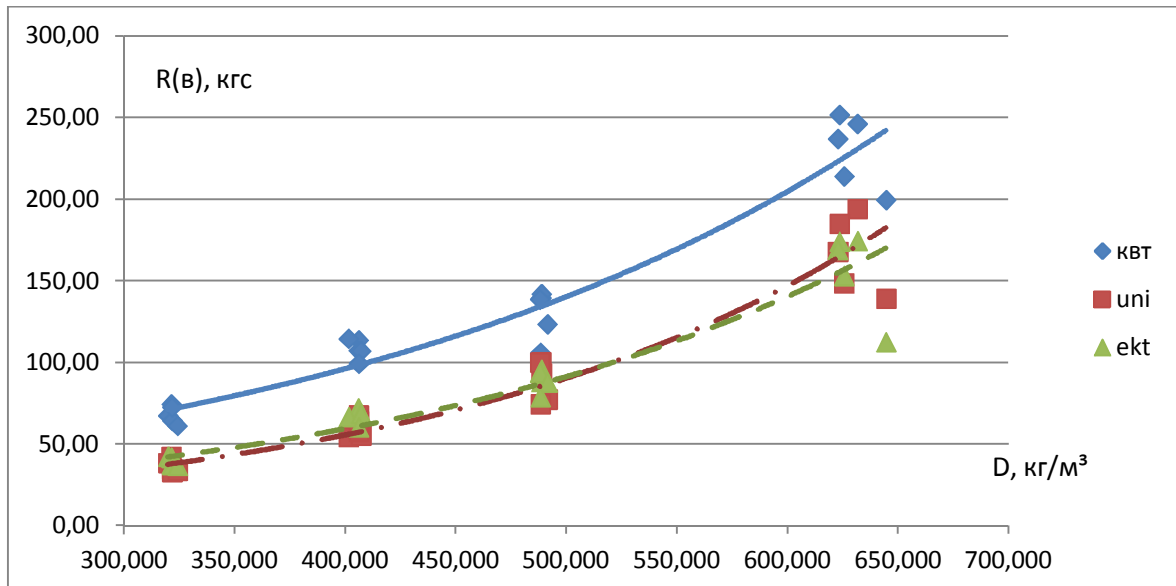


Рис. 5. Зависимость усилия вырыва от плотности бетона

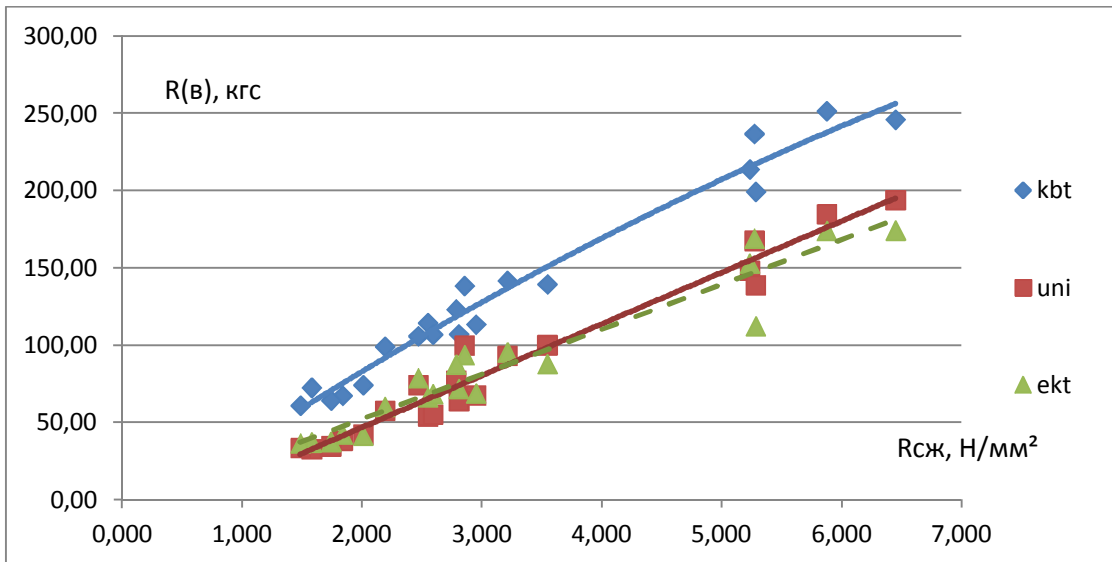


Рис. 6. Зависимость усилия вырыва от прочности бетона

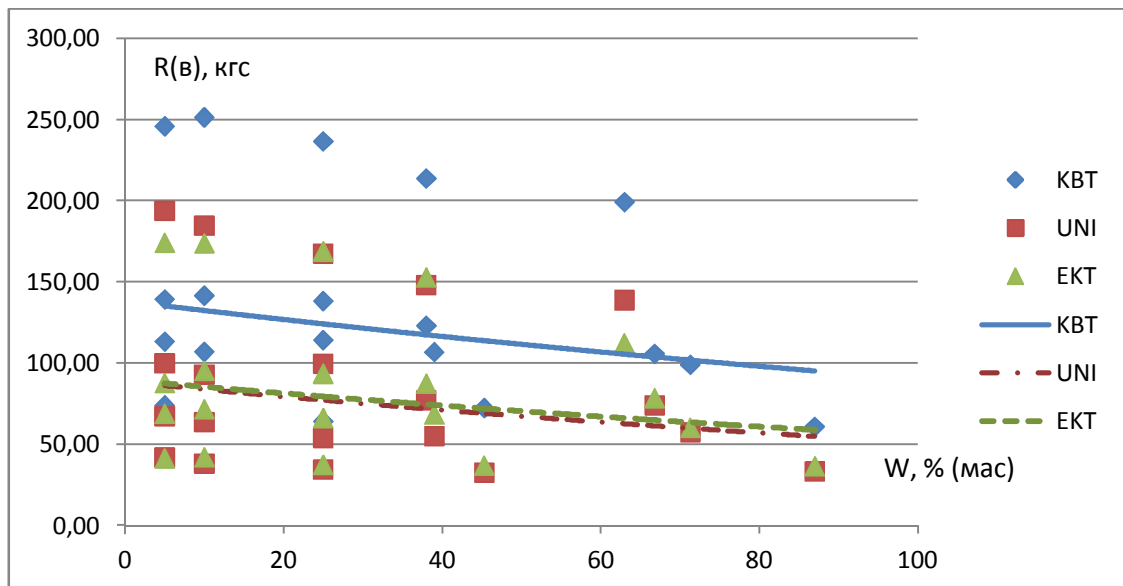


Рис. 7. Зависимость усилия вырыва от влажности бетона

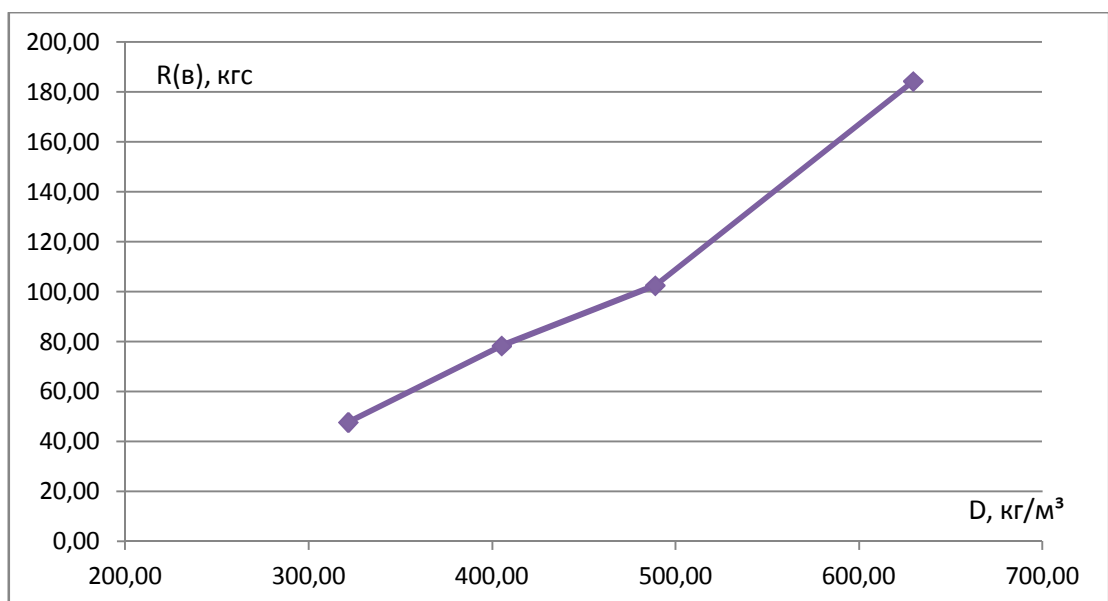


Рис. 8. Средняя для всех испытанных анкеров несущая способность в зависимости от плотности

Выводы

1. Снижение плотности ячеистого бетона не приводит к скачкообразному уменьшению сопротивления вырыву анкеров.
2. Увеличение влажности от эксплуатационных 5% до водонасыщенного состояния ведет к гиперболическому снижению прочности анкерного крепежа на 15–30%, что может считаться учтенным существующими расчетными коэффициентами запаса.
3. Для введения конструктивных ограничений к плотности стенового материала, являющегося основанием для механического крепежа, нет оснований. Фактическая несущая способность анкеров может быть определена испытаниями.
4. Изменения несущей способности анкеров под действием увлажнения могут быть спрогнозированы и учтены.

Литература

1. СТО 501-52-01-2007 Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации. Часть II. Ассоциация Строителей России. М.: 2007. 56 с.
2. Немова Д.В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. 2010. №5(15). С. 7-11).
3. Цыкановский Е. Ю., Гагарин В. Г., Грановский А. В., Павлова М. О. Проблемы при проектировании и строительстве вентилируемых фасадов [Электронный ресурс]. URL: <http://makonstroy.ru/forum/?p=2088> (дата обращения: 26.04.2013).
4. ТР 161-05 Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем. ГУП Центр «Энлаком». М.: 2005.
5. Технический отчет по теме: «Прочностные испытания различных типов анкерных креплений в газобетонные блоки YTONG, изготовленные ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», с учетом их влажности». ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Москва. 2009. 83 с.
6. EN 772-1:2000 Methods of test for masonry units - Part 1: Determination of compressive strength (Методы испытаний изделий для каменной кладки. Часть 1. Определение прочности при сжатии)
7. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам