

УДК 692.9:691.327.332

## О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОСЕВЫХ НАГРУЗОК В АВТОКЛАВНЫХ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНАХ

М.В. Кафтаева, С.П. Жигулин, С.А. Леухина, П.А. Ренгач, А.Г. Мельников

## ON THE LOAD-CARRYING ABILITY OF ANCHOR CLAMPING UNDER THE INFLUENCE OF AXIAL LOADING IN AUTOCLAVE CELLULAR CONCRETE (ACC)

M.V. Kaftayeva, S.P. Zhigulin, S.A. Leukhina, P.A. Rengach, A.G. Melnikov

**Аннотация.** Приведены результаты исследований несущей способности пластмассовых фасадных анкеров в автоклавном газобетоне в зависимости фактических значений средней плотности, прочности при сжатии и влажности. Установлено, что по степени влияния зависимость распределяется следующим образом: прочность газобетона при сжатии, средняя плотность, влажность. При повышении прочности газобетона, степень зависимости несущей способности анкерного крепления от средней плотности материала основания снижается. Влияние влажности на несущую способность анкеров в автоклавном газобетоне можно учитывать, вводя в расчет при обработке результатов испытаний поправочные коэффициенты.

**Ключевые слова:** ячеистые бетоны; несущая способность; пластмассовые дюбели; фасадные анкера; прочность при сжатии; средняя плотность; влажность газобетона.

**Abstract.** Here are reported the research results of the load-carrying ability of plastic frontal anchors in ACC depending on the actual values of average density, compression resistance and moisture. It was found that the dependence on influence quantity is distributed as follows: compression resistance of ACC, average density, moisture.

At increase of resistibility of ACC, dependence degree of the load-carrying ability of anchor clamping on the average density of base material decreases. Influence of moisture on the load-carrying ability of anchors in ACC can be considered by calculation correction coefficients during processing of tests results.

**Key words:** cellular concrete; the load-carrying ability; plastic expansion bolt shields; front anchors; compression resistance; average density; moisture of ACC.

Тенденции строительства таковы, что в качестве стенового материала все больше применяется энергоэффективный автоклавный газобетон (блоки, плиты, панели) [1-3] и сейчас очень остро стоит вопрос о качественном, прочном и эффективном креплении к нему различного навесного оборудования и мебели. Системных исследований по данному вопросу не проводилось, но появляется много разрозненных сведений, которые нуждаются в систематизации и осмыслении [4-8] в том числе рекламного характера, которые нуждаются в систематизации и осмыслении [9].

Крепление различных изделий, конструкций, оборудования, мебели и т.п. к элементам строительных конструкций – традиционная проблема для строителей. Если крепление к мягким и упругим материалам (дерево, пластмассы, металлы) не составляет особого труда (гвозди, шурупы), то крепление к твердым и хрупким строительным материалам (бетон, кирпич, газобетон) задача несравненно более трудная и требует специальных приспособлений для надежной фиксации и восприятия конструктивных нагрузок [1]. Таковыми на сегодняшний день являются **анкеры и дюбели**.

Наиболее распространены, так как являются наиболее бюджетным вариантом в настоящее время анкеры, изготавливаемые состоящие из пластмассовой гильзы и металлического шурупа или винта (рис. 1).



Рисунок 1 – Некоторые виды пластмассовых дюбелей (анкеров); фасадный анкер фирмы а), б) – FISCHER; в) – TOX; г) –HILTI; д) – SORMAT; е) – ALLFA

Авторы решили проанализировать и дополнить существующую информацию по данному вопросу.

Для этого, на базе ООО «Сибирский элемент – Ренкт-К» были проведены исследования по определению зависимости прочности крепления анкеров в автоклавных ячеистых бетонах торговой марки «Калужский газобетон» различных марок по плотности и прочностных характеристик от прочности при сжатии, фактической средней плотности и влажности.

Определение допускаемой несущей способности анкерного крепления анкеров фасадных под воздействием осевых нагрузок в газобетонных блоках производилось по методике стандарта организации СТО 44416204-010-2010 ФАУ ФЦС «Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натурных испытаний».

Проверка производилась с применением фасадных анкеров SDP-KB 10S×100F фирмы EJOT, состоящих из пластмассовой гильзы и металлического шурупа или винта (рис. 2), предназначенных для крепления кронштейнов систем навесного вентилируемого фасада на всех типах оснований ТС №5205-17 от 30.06.2017.

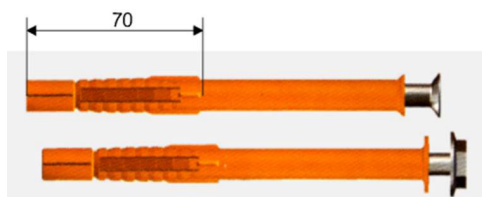


Рисунок 2 – Фасадные анкера SDP-KB 10S×100F фирмы EJOT

В качестве бурильного инструмента использовался перфоратор Metabo, сверло 10 мм.

Испытательное оборудование: измеритель адгезии ПСО-30МГ 4.АД, заводской номер 899, сертификат о калибровке № 41688/16.

В блоках различной плотности и прочности были пробурены отверстия, в них установили пластмассовые гильзы, в которые вкрутили металлические винты различных диаметров (рисунки 3, 4). Прибор ПСО-30МГ 4.АД располагали над смонтированным анкерным креплением, обеспечивая соосность анкера и направления приложения нагрузки, а также расстояния от оси анкера до опорных деталей устройства в соответствии с требованиями СТО 44416204-010-2010.

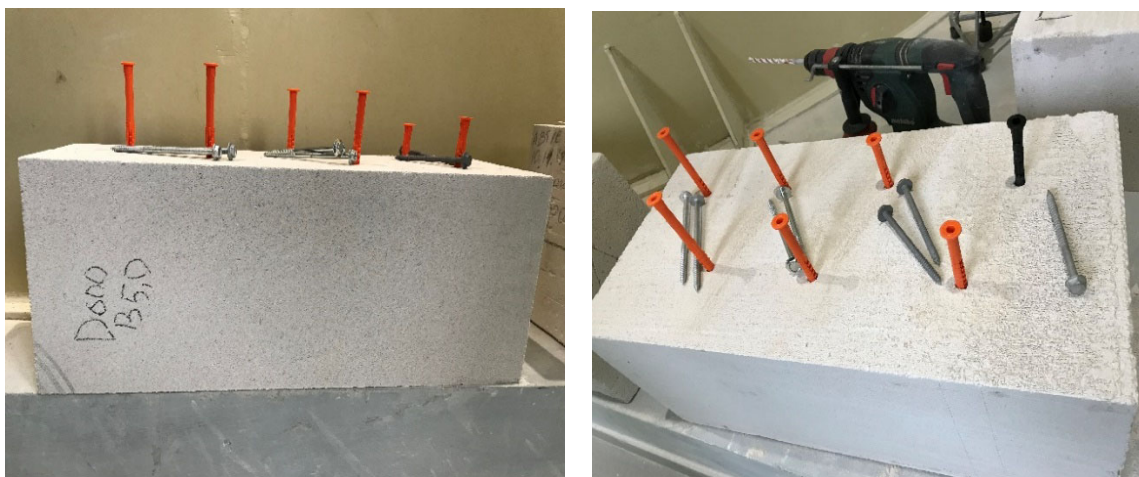


Рисунок 3 – Подготовка к испытаниям на выдергивание анкеров



Рисунок 4 – Проведение испытаний на выдергивание анкера из блока при расположении прибора в вертикальном и горизонтальном положениях

Испытания проводились при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Для получения наиболее достоверных результатов, выдергивание анкеров производилось как при вертикальном расположении прибора, так и аналогично построечным условиям, при боковом расположении (рис. 3). Нагружение производили равномерно с постоянной скоростью, доводя соединение до разрушения в течение 1-2 мин.

В качестве единичных результатов испытаний анкерного крепления принимали максимальное значение вытягивающей нагрузки на анкер, которое на графике зависимости деформаций от нагрузок характеризуется резким изменением динамики зависимости деформаций от нагрузки (переломом кривой) вследствие начала проскальзывания анкера с гильзой по поверхности сопряжения гильзы с газобетонным основанием или вытягивания распорного элемента из гильзы.

После испытаний, из газобетонных блоков было вырезано по три образца-куба размерами  $100 \times 100 \times 100$  мм. Для определения фактического значения средней плотности в сухом состоянии. Они были высушены в сушильном шкафу при  $105^\circ\text{C}$  в течение 24 часов и испытаны на прочность при сжатии. Испытания проведены на прессе фирмы Matest.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний на выдергивание анкеров из газобетона

№	Тип крепежного элемента	Глубина отверстия (мм)	Зона анкеровки (мм)	Предельное значение нагрузки (кН)	Характерный тип отказа
1	2	3	4	5	6
Блок 625×300×250 мм, D500, B3,5					
1	SDP KB 10S*100F	110	70	2,83	выскальзывание
2	SDP KB 10S*100F	110	70	3,17	выскальзывание
3	SDP KB 10S*120F	130	70	3,86	выскальзывание
4	SDP KB 10S*120F	130	70	3,75	выскальзывание
5	SDP KB 10S*140F	150	70	4,26	выскальзывание
Блок 625×300×250 мм, D600, B3,5					
6	SDP KB 10S*100F	110	70	4,23	выскальзывание
7	SDP KB 10S*100F	110	70	4,47	выскальзывание
8	SDP KB 10S*120F	130	70	4,44	выскальзывание
9	SDP KB 10S*120F	130	70	4,8	выскальзывание
10	SDP KB 10S*140F	150	70	4,22	выскальзывание
Блок 625×300×250 мм, D500, B3,5					
11	SDP KB 10S*100F	110	70	3,22	выскальзывание
12	SDP KB 10S*120F	130	70	3,45	выскальзывание
13	SDP KB 10S*140F	150	70	3,34	выскальзывание
14	SDP KB 10S*100F	110	70	3,36	выскальзывание
15	SDP KB 10S*120F	130	70	2,93	выскальзывание
16	SDP KB 10S*140F	150	70	3,80	выскальзывание
Блок 625×200×250 мм, D600, B5					
17	SDP KB 10S*120F	130	70	5,60	выскальзывание
18	SDP KB 10S*140F	150	70	6,13	выскальзывание
19	SDP KB 10S*100F	110	70	5,74	выскальзывание
Блок 625×350×250 мм, D600, B5					
20	SDP KB 10S*100F	110	70	5,49	выскальзывание

1	2	3	4	5	6
21	SDP KB 10S*120F	130	70	6,17	выскальзывание
22	SDP KB 10S*140F	150	70	5,78	выскальзывание
23	SDP KB 10S*100F	110	70	5,25	выскальзывание
24	SDP KB 10S*120F	130	70	5,52	выскальзывание
25	SDP KB 10S*140F	150	70	5,85	выскальзывание
Блок 625×300×250 мм, D500, B3,5					
26	SDP KB 10S*100F	110	70	3,60	выскальзывание
27	SDP KB 10S*120F	130	70	3,89	выскальзывание
28	SDP KB 10S*140F	150	70	4,29	выскальзывание

Таблица 2 – Результаты физико-механических испытаний газобетона

№ п/п	№ крепежных элементов по табл. 1	Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	Влажность в момент испытания, %	Фактическая прочность при сжатии в сухом состоянии, кгс/см <sup>2</sup>
1	1-5	509,1	35,3	40,03
2	6-10	565,6	20,3	43,73
3	11-16	513,7	17,62	37,41
4	17-19	551,5	2,31	53,26
5	20-25	600,8	30,45	50,35
6	26-28	502,9	39,17	45,68

Для анализа все результаты эксперимента объединены в таблицу 3.

Таблица 3 – Объединенные результаты исследования

№ п/п	№ крепежных элементов по табл. 1	Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	Влажность в момент испытания, %	Фактическая прочность при сжатии в сухом состоянии, кгс/см <sup>2</sup>	Предельное значение нагрузки (кН), для анкеров		
					SDP KB 10S*100	SDP KB 10S*120	SDP KB 10S*140
1	26-28	502,9	39,17	43,68	3,6	3,89	4,29
2	1-5	509,1	35,3	40,03	3,0	3,81	4,26
3	11-16	513,7	17,62	37,41	3,29	3,19	3,58
4	17-19	551,5	2,31	53,26	5,74	5,6	6,13
5	6-10	565,6	20,3	45,73	4,35	4,62	4,22
6	20-25	600,8	30,45	50,35	5,37	5,85	5,81

Из приведенных в таблице 3 результатов видно, что основная положительная динамика повышения прочности крепления анкеров наблюдается при росте прочностных характеристик газобетонных образцов, вторым по значимости фактором, влияющим на усилие выдергивания, является средняя плотность и минимальное влияние из трех исследованных факторов оказывает влажность газобетона.

Таким образом, проведенные исследования показали, что:

- несущая способность анкерных креплений под воздействием осевых нагрузок в автоклавных ячеистых бетонах максимально зависит от их фактической прочности. Далее в порядке снижения значимости: средняя плотность и влажность.

- с повышением прочности газобетона, влияние фактора средней плотности на несущую способность анкерного крепления нивелируется.

- влияние влажности на прочность крепления анкера в газобетоне, можно учесть, введя поправочный коэффициент при расчете усилия выдергивания анкеров из газобетона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Левченко В.Н., Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России. История, современность, перспективы // Сборник трудов научно-практической конференции «Современное производство автоклавного газобетона». Санкт-Петербург: Изд-во НАПАГ, 2011. С. 5- 9.

2. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Российский рынок автоклавного газобетона. Итоги 2016 г. // Строительные материалы. 2017. № 3 С. 49-51.

3. Кафтаева М.В., Скороходова О.А. Технологические линии по производству ячеистых бетонов автоклавного твердения // Технологии бетонов. 2013. № 5. С. 21-26.

4. Клементьев С.В. Что мы знаем об анкерах и дюбелях? Волгоград: Изд-во ООО «ОРВИЛ», 2004. 72 с.

5. Воробьев В.Н. Навесные фасадные системы. Рекомендации по проектированию и монтажу анкерных креплений. Владивосток: ПортАктивСтрой, 2017. 44 с.

6. Гринфельд Г.И., Сытова Е.Н., Лисунов П.С., Хведченя О.В. Сравнительные испытания анкерных креплений в автоклавном газобетоне в зависимости от формы дюбеля и плотности, прочности и влажности основания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gazo-beton.org/publikacii/sravnitelnye-ispytaniya-ankernyh-krepleny-v-avtoklavnom-gazobetone-v-zavisimosti-ot> (дата обращения 13.12.2017).

7. Вылегжанин В.П., Пинскер В.А., Гринфельд Г.И. Теоретические и экспериментальные обоснования методики расчета усилий при вырыве анкеров из газобетона // Строительные материалы. 2016. № 4. С. 92-96.

8. Грановский А.В., Киселев Д.А., Аксенова А.Г. Об оценке несущей способности анкерных креплений // Бетон и железобетон. 2016. № 2. С. 17-19.

9. PORITEP: выдержит любые крепления // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 4. С.30 - 31.

## REFERENCES

1. Levchenko V.N., Grinfeld G.I. *Proizvodstvo avtoklavnoy gazobeton v Rossii. Istoriya, sovremennost, perspektivy* [Production of autoclaved cellular concrete in Russia. History, present, perspectives]. Collected works of Research and practical conference «Modern production of autoclaved cellular concrete». St. Petersburg: NAPAG Publ., 2011, pp. 5-9.

2. Vishnevsky A.A., Grinfeld G.I., Smirnova A.S. *Rossiyskiy rynek avtoklavnogo gazobetona. Itogi 2016 g.* [Russian market of autoclaved cellular concrete. Summary of 2016]. *Stroitel'nye materialy*. 2017. No. 3, pp. 49–51.
3. Kaftayeva, M.V., Skorokhodova, O.A. *Tekhtologicheskie linii po proizvodstvu yacheistyykh betonov avtoklavnogo tverdeniya*. [Process lines for production of autoclaved cellular concrete] *Technologiyi betonov*. 2013. No. 5, pp. 21 – 26.
4. Klementyev, S.V. *Chto my znayem ob ankerakh I dyubelyakh?* [What do we know about anchors and expansion bolt shields?] Volgograd. Publ. ORVIL LLC, 2004. – 72 p.
5. Vorobyov, V.N. *Navesnyye fasadnyye sistemy. Rekomendatsii po proektirovaniyu i montazhu ankernyykh kreplesnykh*. [Curtain wall systems. Recommendations for design and installation of anchor clamping] Vladivostok, Portaktivstroy, 2017. 44 p.
6. Grinfeld, G.I., Sytova. E.N., Lisunov, P.S., Hvedchenya, O.V. *Sravnitelnyye ispytaniya ankernyykh kreplesnykh v avtoklavnom gazobetone v zavisimosti ot formy dyubelya I plotnosti, prochnosti I vlazhnosti osnovaniya*. [Comparison tests of anchor clamping in ACC depending on the form of the expansion bolt shield and density, durability and moisture of the base material] [Electronic resource]. Available at: <http://www.gazo-beton.org/publikacii/sravnitelnye-ispytaniya-ankernyykh-kreplesnykh-v-avtoklavnom-gazobetone-v-zavisimosti-ot> (reference date 13.12.2017).
7. Vylegzhanin, V. P., Pinsker, V.A., Grinfeld, G.I. *Teoreticheskiye I eksperimentalnyye obosnovaniya metodiki rascheta usily pri vyryve ankerov iz gazobetona*. [Theoretical and experimental reasons for a method of analysis of forces by pulling out of anchors from autoclaved cellular concrete] *Stroitel'nye materialy*. 2016. No. 4, pp. 92 – 96.
8. Granovsky, A.V., Kiselyov, D.A., Aksenova, A.G. *Ob otsenke nesushchey sposobnosti ankernyykh kreplesnykh* [On evaluation of load-carrying ability of anchor clamping] *Beton I zhelezobeton*. 2006. No. 2, pp. 17 – 19.
9. *PORITEP: vyderzhit lubyye kreplesniya* [PORITEP: it will withstand any anchor] *Stroitel'nye materialy, oborudovaniye, tekhnologii 21veka*. 2014. No. 4. pp. 30 - 31.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Кафтаева Маргарита Владиславна*

ООО «Сибирский элемент – Рента-К», Россия, Калужская обл. Дзержинский р-н, д. Обухово, доктор технических наук, заместитель генерального директора по производству.

E-mail: [m.kaftaeva@sibelrk.ru](mailto:m.kaftaeva@sibelrk.ru)

*Kaftayeva Margarita Vladislavna*

Sibirsky element – Renta-K LLC, Russia, Kaluga Region, Dzerzhinsky district, Obukhovo, Doctor of Engineering, deputy CEO for production.

E-mail: [m.kaftaeva@sibelrk.ru](mailto:m.kaftaeva@sibelrk.ru)

*Жигулин Станислав Павлович*

ООО Торговый дом «Калужский газобетон», Россия, Калужская обл., Дзержинский р-н., д. Обухово, генеральный директор.

E-mail: [s.zhigulin@sibelrk.ru](mailto:s.zhigulin@sibelrk.ru)

*Zhigulin Stanislav Pavlovich*

Kaluga ACC Trading house LLC, Russia, Kaluga Region, Dzerzhinsky district, Obukhovo, CEO.

E-mail: [s.zhigulin@sibelrk.ru](mailto:s.zhigulin@sibelrk.ru)



*Леухина Светлана Анатольевна*

ООО «Сибирский элемент – Рента-К», Россия, Калужская обл., Дзержинский р-н., д. Обухово, начальник лаборатории и ОТК.

E-mail: [s.leuhina@sibelrk.ru](mailto:s.leuhina@sibelrk.ru)

*Leukhina Svetlana Anatolyevna*

Sibirsky element – Renta-K LLC, Russia, Kaluga Region, Dzerzhinsky district, Obukhovo, Chief of laboratory and quality department.

E-mail: [s.leuhina@sibelrk.ru](mailto:s.leuhina@sibelrk.ru)

*Ренгач Петр Александрович*

ООО Торговый дом «Калужский газобетон», Россия, Калужская обл., Дзержинский р-н., д. Обухово, заместитель коммерческого директора.

E-mail: [p.rengach@sibelrk.ru](mailto:p.rengach@sibelrk.ru)

*Rengach Pyotr Aleksandrovich*

Kaluga ACC Trading house LLC, Russia, Kaluga Region, Dzerzhinsky district, Obukhovo, deputy sales director.

E-mail: [p.rengach@sibelrk.ru](mailto:p.rengach@sibelrk.ru)

*Мельников Александр Геннадьевич*

ООО «Эйот Восток» менеджер по продажам

E-mail: [melnikov@ejot.ru](mailto:melnikov@ejot.ru)

*Melnikov Alexander Gennadyevich*

Ejot Vostok LLC Sales manager

E-mail: [melnikov@ejot.ru](mailto:melnikov@ejot.ru)

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:

249832, Калуга, Дзержинский р-н, д. Обухово, д.1 Б. Кафтаева М.В.

+7 960 515 24 22