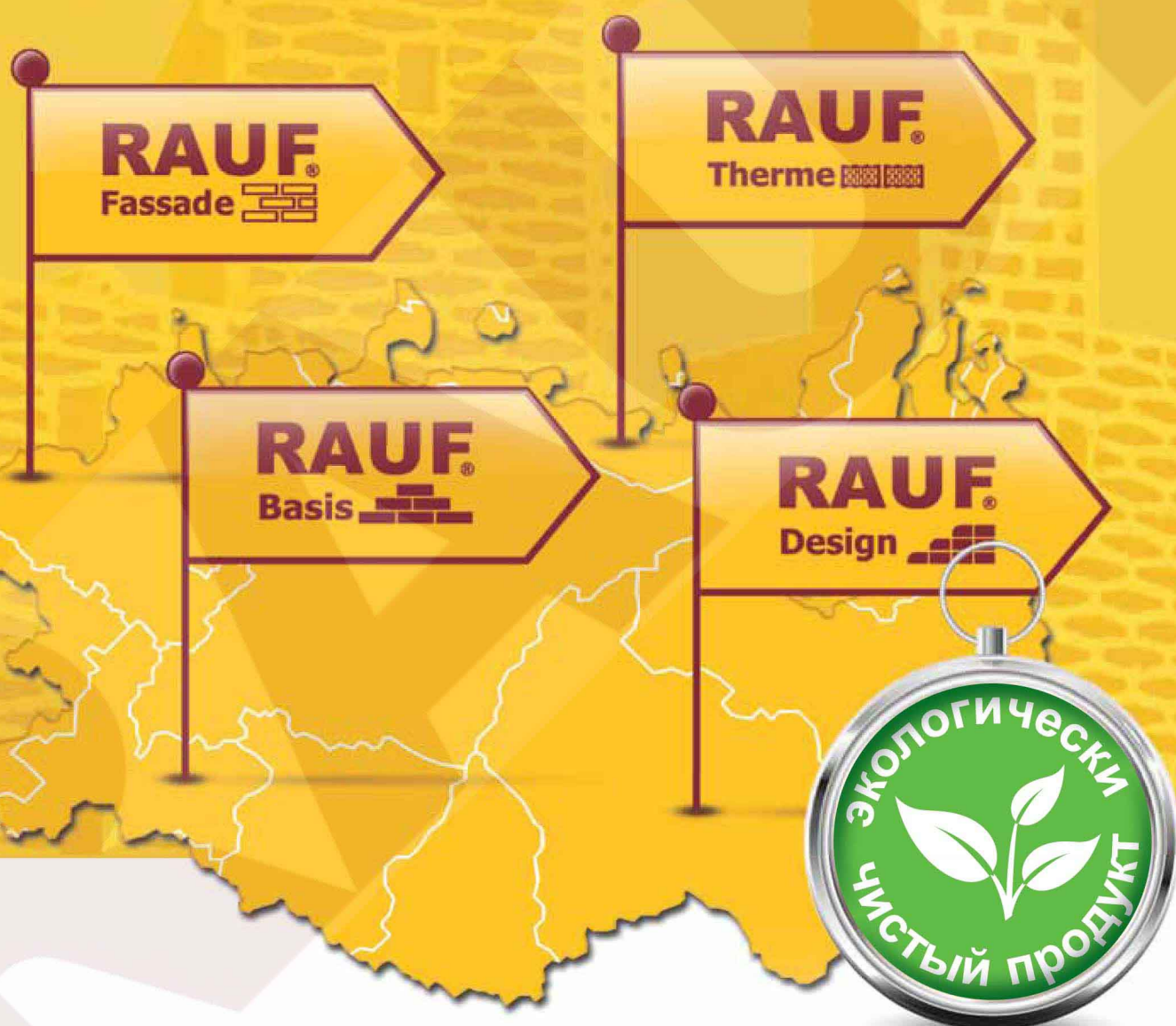


# RAUF

## ТЕРРИТОРИЯ КЕРАМИКИ



АССОРТИМЕНТ • РЕКОМЕНДАЦИИ • РЕШЕНИЯ

# Содержание

<b>Раздел 1. Керамика в современном мире</b> .....		3
<b>Раздел 2. Продукция RAUF</b> .....		4
2.1. RAUF Therme .....		4
2.2. RAUF Basis .....		9
2.3. RAUF Fassade .....		10
2.4. RAUF Design .....		11
<b>Раздел 3. Расчетные характеристики (данные для проектирования)</b> .....		12
3.1. Общие данные .....		12
3.2. Прочность и деформативность .....		13
3.3. Тепловая защита .....		14
3.4. Специальные сведения .....		19
<b>Раздел 4. Правила проектирования</b> .....		21
4.1. Общие положения .....		21
4.2. Конструктивные требования к кладке .....		21
4.3. Растворные швы .....		22
4.4. Армирование и деформационные швы .....		22
4.5. Опираение элементов конструкций на кладку .....		23
4.6. Сопряжение конструкций .....		23
<b>Раздел 5. Производство работ</b> .....		24
5.1. Рекомендации по работе с RAUF Therme .....		24
5.2. Сопутствующие материалы. Инструменты .....		27
<b>Раздел 6. Отделка</b> .....		28
6.1. Общие требования .....		28
6.2. Лицевая кладка .....		28
6.3. Штукатурка .....		29
6.4. Наружное утепление .....		29
<b>Раздел 7. Конструктивные решения</b> .....		30

## Раздел 1

# Керамика в современном мире

Бизнес-направление «ЛСР – Стеновые» (кирпичное объединение заводов «Победа ЛСР») является крупнейшим производителем строительной керамики в России.

В состав объединения входят предприятия, расположенные в Санкт-Петербурге и Ленинградской области:

«Никольский кирпичный завод», г. Отрадное – линия по производству поризованной керамики, лицевого и клинкерного кирпича;

«Победа», г. Колпино – линия по производству поризованной керамики и полнотелого кирпича.

«Победа ЛСР» – давний флагман российской керамической промышленности.

В 1998-м году завод «Победа» первым в России выпустил крупноформатные керамические камни.

В 2004-м первым среди российских производителей строительной керамики создал торговую марку RAUF для продвижения изделий из поризованной керамики.

С 2013 года RAUF – самая массовая керамика в России.

RAUF – первый российский специализированный производитель клинкерного кирпича.



Керамика – первый искусственный строительный материал. До нее были природные камни, дерево и глиняный кирпич-сырец. Но только с появлением целенаправленного обжига человек стал сознательно менять структуру материала, получая изделия с заранее заданными свойствами.

Оставаясь наиболее древним материалом, керамика, производимая современной промышленностью, высокотехнологична. Полнотелый кирпич ручной формовки, который был единственным видом строительной керамики вплоть до середины XIX века, остался только в виде почти сувенирных изделий для облицовки под старину.

Современная керамика – это точность размеров изделий, нарезаемых из одного продавливаемого через экструдер бруска.

Это высокая прочность и однородность черепка, достигаемая тщательным промесом сырьевых компонентов, которые раньше и смешать-то было невозможно, равномерной сушкой по сложно спланированной программе и точно регулируемым обжигом, осуществляемым управляемой подачей газа и кислорода в определенные места печей обжига.

Современная керамика в большинстве своем имеет сложную форму: пустоты в кирпиче носят уже не технологический характер, облегчая сушку изделий, но сами являются продуктом высоких технологий.

Форма и размер пустот тщательно рассчитываются, повышая сопротивление изделий прохождению теплового потока и обеспечивая прочность выше, чем раньше была у полнотелых камней.

Сегодняшний кирпич сильно отличается даже от своего фольклорного прообраза. Сегодня толстую книгу не назвали бы кирпичом – современные изделия выстраивают иную систему образов и создают новые ассоциативные ряды.



### Что такое керамика в современном мире?

**Это природное сырье.** Глины – донные отложения древних морей. Когда они выпадали слой за слоем из толщи воды, разделение планеты на тяжелое ядро и легкую кору уже произошло, а распыление пестицидов над полями еще не началось.

**Это прочность черепка и его уникальная паропроницаемость,** создающая в кирпичных домах узнаваемый микроклимат.

**Это химическая инертность,** делающая кирпич невосприимчивым к агрессивным воздействиям.

Керамика по-прежнему самый массовый строительный материал на планете. «А семь миллиардов человек не могут ошибаться», – здесь такая фраза будет не иронией, а справедливой констатацией.

Керамический кирпич пережил в последние десятилетия второе рождение и сегодня снова оказался на переднем гребне наукоемких технологий, позволяя нам и вам выбирать одновременно традиции и современность.

**RAUF – это второе рождение керамики**

## Раздел 2

# Продукция RAUF



### 2.1 Кирпич и камень рядовой керамический поризованный RAUF Therme

Под поризованной керамикой RAUF Therme понимается кирпич, обладающий поризованной структурой и более крупным форматом.

Поризованная керамика RAUF Therme – современный высокотехнологичный продукт одной из старейших отраслей производства керамического кирпича. Сегодня данная продукция используется в малоэтажном и многоэтажном строительстве для возведения наружных и внутренних стен.

В отличие от традиционного полнотелого кирпича поризованная керамика RAUF Therme обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Благодаря пористой структуре и экологически чистому материалу керамические кирпичи и камни поддерживают здоровый микроклимат в помещении. В отличие от большинства современных утеплителей керамическая продукция является не горючей, не выделяет вредных токсических веществ при действии высоких температур, устойчива к воздействию агрессивных сред.

Сегодня уже практически никто не оспаривает тот факт, что несомненными преимуществами продукции из поризованной керамики по сравнению с другими стеновыми материалами являются:

- **Экологичность**
- **Высокие теплоизоляционные свойства**
- **Прочность**
- **Долговечность**
- **Теплоинерционность**
- **Хорошие звукоизоляционные свойства**
- **Простота кладки**
- **Экономичность**
- **Негорючесть**

#### Экологичность

RAUF производится из экологически чистого природного материала – голубой кембрийской глины. Голубая глина широко используется в косметике и медицине. И как бы ни иронизировали над заботой об экологичности материалов, но согласитесь — каждому приятно есть из керамической посуды, а вот из посуды, сделанной из бетона или других стеновых материалов – вряд ли.

#### Теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства

Теплотехнические свойства крупноформатной керамики формируются за счет трех основных факторов: процента пустотности, плотности керамического черепка (или, как еще ее называют, степени поризации) и структуры пустот. Форма пустот в крупноформатных камнях RAUF выполнена ромбовидной – при таком рисунке длина мостиков холода наибольшая, что позволяет обеспечить наилучшие теплотехнические характеристики. Следует также отметить, что микропоры в структуре теплой керамики также дополнительно увеличивают длину теплового потока.

Относительно высокая пустотность поризованной керамики (52%) в сочетании с микропористой структурой обожженного черепка определяют низкую теплопроводность данного материала (0,16...0,18 Вт/(м·°C)).

По своим теплоизоляционным характеристикам этот материал соизмерим с деревом и конструкционно-теплоизоляционными ячеистыми бетонами (газобетон, пенобетон). За высокие теплоизоляционные свойства в народе поризованные керамические блоки получили название «теплая керамика».

Несмотря на относительно низкую теплопроводность, поризованные изделия, в отличие от ячеистых бетонов, например, имеют достаточно высокое значение плотности (800 кг/м<sup>3</sup>), что позволяет стенам, выложенным из этого материала при-



Камень рядовой поризованный RAUF 2,1NF



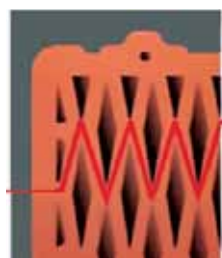
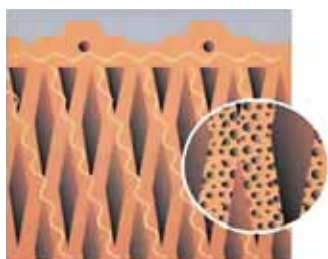
Камень рядовой поризованный RAUF 10,7NF



Камень рядовой поризованный RAUF 11,2NF



Камень рядовой поризованный RAUF 14,3NF



Работа пустот и поризованной структуры в блоке

обретать свойства высокой тепловой инертности. Благодаря этому свойству интервал времени, в течении которого крайнее значение температуры с наружной стороны здания выравнивается с внутренней, существенно увеличивается.

Это же в свою очередь приводит к тому, что при отсутствии систем кондиционирования существенно увеличивает срок комфортных условий жизни, а при их наличии существенно снижает энергопотребление данных систем. То есть зимой снижаются затраты на нагрев наружного воздуха, а летом на его охлаждение.

### Долговечность

Отсутствие необходимости использования эффективных утеплителей, позволяет возводить гомогенные стеновые конструкции из современных керамических строительных материалов либо в один крупноформатный керамический камень, либо в несколько поризованных керамических кирпичей, либо поризованных керамических камней меньшего формата с облицовкой из пустотелого керамического кирпича.

Такие гомогенные, то есть сделанные из одного и того же материала, стены более всего устойчивы к негативному воздействию окружающей среды: температурным перепадам в сочетании с попеременным увлажнением и высушиванием, воздействию кислотных дождей и выхлопных газов, ветровым нагрузкам.

Все это определяет их высокую (более 100 лет) долговечность и экономичность, если в расчет брать не только расходы на строительство, но и эксплуатационные и ремонтные расходы.

### Простота кладки

Самый крупный формат керамического камня – 14,3 НФ. Заменяет в кладке, по своему объему 12 кирпичей обычного формата, с учетом растворных швов. При этом крупноформатный камень благодаря высокой пустотности, остается легким по весу (22...23 кг) и простым в технологии кладки. Размер камня, наличие специальной пазогребневой структуры стыка боковых поверхностей существенно упрощает технологию кладки, снижает требования к профессиональному уровню каменщиков и в совокупности – позволяет в 2... 3 раза увеличить темпы строительства.

### Экономичность

Несмотря на большой формат крупноформатные поризованные камни RAUF на 35-47% легче аналогичных по объему пустотелых кирпичей, что позволяет существенно снизить нагрузку на фундамент, а следовательно и затраты на его изготовление. Кроме этого снижаются и затраты на перевозку данной продукции.

**Большой формат поризованных камней позволяет существенно ускорить ведение кладки – если из обычного кирпича за смену каменщик в среднем выкладывает 1–1,5 куба кладки, то из крупноформатных блоков за аналогичное время – до 8 кубов, что также ведет к снижению себестоимости кладки.**



В ассортиментный ряд поризованной керамики RAUF Therme входит следующая номенклатура изделий:

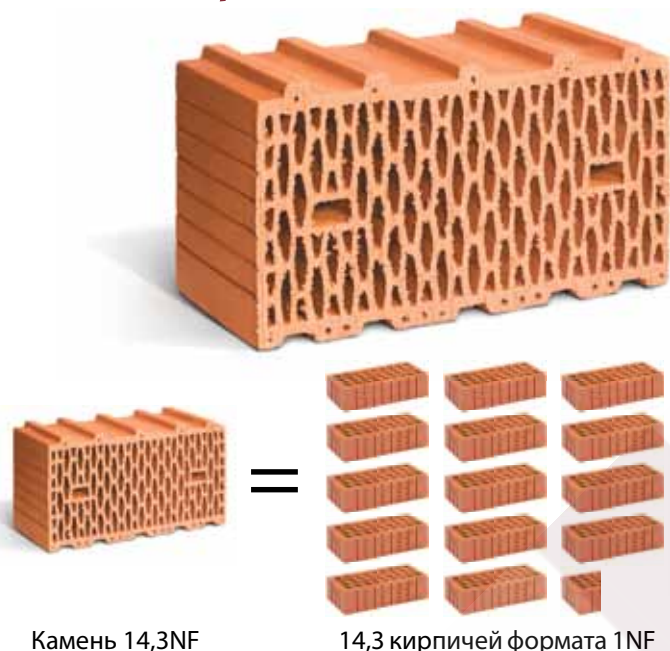
- Камень рядовой поризованный формата 14,3 НФ RAUF 14,3 NF
- Камень рядовой поризованный формата 11,2 НФ доборный RAUF 11,2 NF
- Камень рядовой поризованный формата 10,7 НФ RAUF 10,7 NF
- Камень рядовой поризованный формата 2,1 НФ RAUF 2,1 NF
- Кирпич рядовой поризованный формата 1 НФ RAUF 1 NF

Аббревиатура NF обозначает кирпич стандартного размера. Таким образом, по размеру один блок RAUF равен от 2,1 до 14,3 стандартных кирпичей.

Вся продукция RAUF Therme выпускается в соответствии с ГОСТ 530-2012.

Каждый формат камня имеет свои преимущества и позволяет наилучшим образом решить стоящие перед строителем задачи.

### 2.1.1. Камень рядовой поризованный 14,3 НФ RAUF 14,3 NF



Камень 14,3NF

14,3 кирпичей формата 1NF

Камень 14,3 НФ крупноформатный поризованный является основным материалом при возведении стен домов в малоэтажном домостроении. Размер соответствует 14,3 кирпичей стандартного формата, однако в кладке один камень заменяет 12 кирпичей стандартного формата, с учетом растворных швов. Благодаря крупному формату и меньшему по сравнению с обычными кирпичами весу скорость ведения кладки из таких блоков увеличивается до 7 раз.

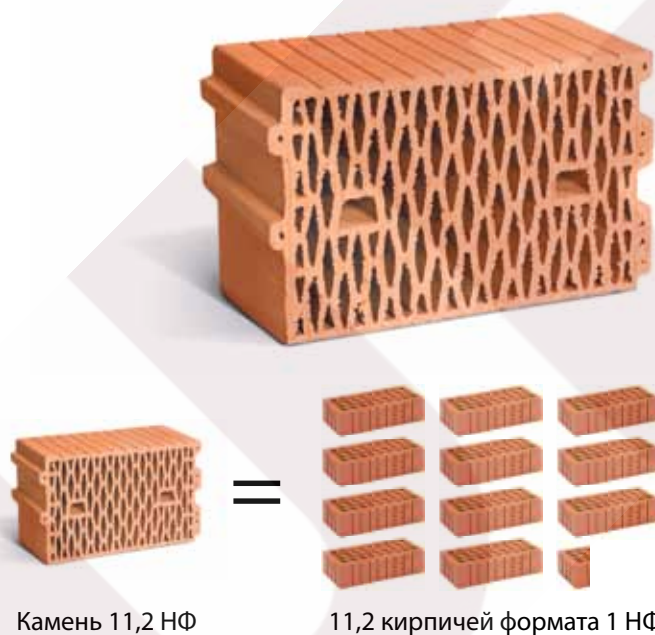
**Крупноформатный камень 14,3 НФ позволяет возвести стену толщиной 510 мм с термическим сопротивлением данного слоя стены равным 3,06 м<sup>2</sup>С/Вт.**

Физико-механические характеристики камня 14,3 НФ в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

RAF 14,3 NF	
Размер, мм	510x250x219
Масса, кг	23
Марка по прочности	M100
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800
Морозостойкость	F100
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,18
Теплопроводность кладки в условиях эксплуатации В (равновесная влажность кладки 1,5 %) (Вт/м <sup>2</sup> С)	0,185
Водопоглощение, %	11

### 2.1.2. Камень рядовой поризованный 11,2 НФ RAUF 11,2 NF



Камень 11,2 НФ

11,2 кирпичей формата 1 НФ

Камень RAUF 11,2 NF выступает доборным элементом для выполнения проемов при возведении стен из камня RAUF 14,3 NF, а также основным элементом при возведении внутренних несущих стен и перегородок толщиной 250 мм. Кроме того, камень 11,2 НФ используется для заполнения пространства нестандартных размеров при ведении кладки из камней 14,3 НФ, для чего он пилится и закрепляется в кладке между камнями 14,3 НФ по системе «паз-гребень».

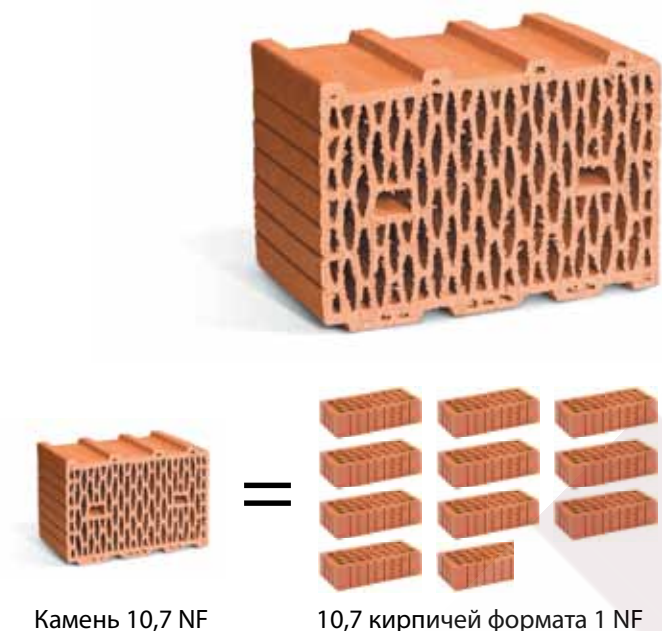
По своим звукоизоляционным характеристикам стеновые конструкции межквартирных и межкомнатных перегородок, возводимые из камня 11,2 НФ, соответствуют требованиям СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

Физико-механические характеристики камня 11,2 НФ в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

RAUF 11,2 NF	
Размер, мм	398x250x219
Масса, кг	17,7
Марка по прочности	M100
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800
Морозостойкость	F100
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,18
Теплопроводность кладки в условиях эксплуатации В (равновесная влажность кладки 1,5 %) (Вт/м <sup>2</sup> С)	0,185
Водопоглощение	11

### 2.1.3. Камень рядовой поризованный 10,7 НФ RAUF 10,7 NF



Камень 10,7 NF

10,7 кирпичей формата 1 NF

Поризованный камень 10,7 НФ является обязательным элементом при формировании угла стеновой конструкции толщиной 510 мм, возводимой из крупноформатных камней 14,3 НФ, а также основным камнем при возведении стеновых конструкций толщиной 380 мм.

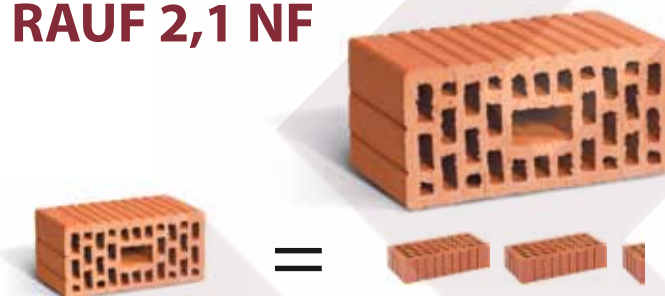
**Крупноформатный камень 10,7 НФ позволяет возвести стену толщиной 380 мм с термическим сопротивлением данного слоя стены равным 2,05 м<sup>2</sup>С/Вт**

Физико-механические характеристики камня 10,7 НФ в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

RAUF 10,7 NF	
Размер, мм	380x250x219
Масса, кг	17
Марка по прочности	M100
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800
Морозостойкость	F100
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,18
Теплопроводность кладки в условиях эксплуатации В (равновесная влажность кладки 1,5 %) (Вт/м <sup>2</sup> С)	0,185
Водопоглощение	11

### 2.1.4 Камень рядовой поризованный 2,1 НФ RAUF 2,1 NF



Камень 2,1 НФ

2,1 кирпичей формата 1 NF

Альтернатива рядовому строительному кирпичу. Легкий и теплый RAUF 2,1 NF применяется при возведении наружных и внутренних стен. В кладке такой камень заменяет 2 кирпича стандартного формата. Его плотность на 25–30% меньше обычного пустотелого кирпича и он значительно легче, что позволяет существенно снизить нагрузку на фундамент.

**Стена в 640 мм из поризованной керамики дает такой же эффект по уровню теплоизоляции, что и обычная кирпичная стена из пустотелого кирпича толщиной 1030 мм.**

В практике отечественного домостроения наиболее распространено возведение стеновых конструкций из камня 2,1 НФ толщиной 640 мм (стена толщиной в 2,5 камня).

Кладка из камня 2,1 НФ не имеет принципиальных особенностей по сравнению с кладкой из кирпича одинарного формата. Термическое сопротивление такой стеновой конструкции составит 2,85 м<sup>2</sup>С/Вт.

В ряде случаев такого значения основного показателя теплозащитных свойств оказывается вполне достаточно для обеспечения комфортного проживания.

По своим звукоизоляционным характеристикам стеновые конструкции межквартирных и межкомнатных перегородок, возводимые из камня 2,1 НФ, соответствуют требованиям СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

Физико-механические характеристики камня 2,1 НФ в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

RAUF 2,1 NF	
Размер, мм	250x120x140
Масса, кг	3,8
Марка по прочности	M150
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	900
Морозостойкость	F100
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,19
Теплопроводность кладки в условиях эксплуатации В (равновесная влажность кладки 1,5 %) (Вт/м <sup>2</sup> С)	0,22
Водопоглощение	11

## 2.1.5. Кирпич рядовой поризованный 1 НФ RAUF 1 NF



Таблица 2.5

RAUF1 NF	
Размер, мм	250x120x65
Масса, кг	1950
Марка по прочности	M150
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1000
Морозостойкость	F100
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,27
Теплопроводность кладки в условиях эксплуатации В (равновесная влажность кладки 1,5 %) (Вт/м <sup>2</sup> С)	0,3
Водопоглощение	8

Альтернатива одинарному пустотелому кирпичу. Поризованный кирпич RAUF 1 NF дополнительно обладает преимуществами малого формата, а именно – позволяет использовать его при изготовлении сложных архитектурных элементов фасада здания (пилястры, карнизы, капители и пр.), не нарушая при этом общих физико-механических характеристик основной кладки. Поризованный кирпич 1 НФ используется как основной, так и вспомогательный элемент кладки при возведении наружных и внутренних стен. Термическое сопротивление стеновой конструкции толщиной 640 мм, выполненной из поризованного кирпича 1 НФ, составляет 1,73 м<sup>2</sup>С/Вт, что на 26% выше, чем у аналогичной стены, выполненной из пустотелого непоризованного кирпича.

Физико-механические характеристики поризованного кирпича 1 НФ в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 приведены в таблице 2.5.



### Так ли прочен крупноформатный поризованный камень RAUF, как и обычный кирпич? Сколько простоит дом из такого материала?

Крупноформатный поризованный камень по прочности сравним с обычным пустотелым кирпичом. Камни размера 2,1 NF имеют марку прочности M175, камни большего формата – 10,7 NF, 11,2NF и 14,3NF выпускаются под маркой M100. Учитывая, что поризованный камень обычно применяется для строительства малоэтажных домов, такой прочности для этой цели более чем достаточно.

Что касается срока службы такого дома, то при надлежащем качестве строительства крупноформатный поризованный камень по долговечности ничем не уступает обычному кирпичу, дома из него могут стоять 100 и более лет.



**RAUF**<sup>®</sup>  
 Basis

## 2.2. Кирпич рядовой полнотелый RAUF Basis



Таблица 2.6

Кирпич рядовой полнотелый	
Размер, мм	250x120x65
Масса, кг	4,0
Марка по прочности	M250
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2000
Морозостойкость	F50
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,61
Теплопроводность кладки в условиях эксплуатации В (равновесная влажность кладки 1,5 %) (Вт/м <sup>2</sup> С)	0,86
Водопоглощение	8,5

Сфера применения полнотелого кирпича RAUF Basis весьма разнообразна, его используют при строительстве следующих элементов:

- Цоколь
- Фундамент
- Наружные лестницы
- Внутриконтатные перегородки
- Стены
- Печи и камины, дымоходы, вентканалы и дымовые трубы
- Колонны и своды зданий
- Стены подвала

Основные преимущества полнотелого кирпича – высокая прочность М150-М300, высокая плотность 2000 кг/м<sup>3</sup>, звукоизоляционные характеристики.

Рядовой полнотелый керамический кирпич RAUF Basis производится по ГОСТ 530-2012 с физико-механическими характеристиками, которые приведены в таблице 2.6.



### Полнотелый керамический кирпич – основа кирпичной промышленности

Это тот самый кирпич, благодаря которому мы с доверием относимся к строительной керамике; тот кирпич, который использовался и в Древнем Вавилоне, и в средневековой Европе, и в домонгольской Руси. С полнотелого кирпича в форме плинфы (широких пластин толщиной 3–4 см) начиналось каменное домостроение у славян. Хорошо сохранился, например, православный храм XI века в Гродно, стоящий на крутом обрывистом берегу Немана, сложенный из комбинации ледниковых валунов, керамических горшков-голосников и плинфы. Из полнотелого керамического кирпича сложен весь дореволюционный Петербург, практически вся купеческая Москва.



## 2.3. Кирпич лицевой пустотелый RAUF Fassade

Основное назначение лицевого кирпича в современном строительстве – декоративная отделка фасадов зданий. Благодаря своим разнообразным цветам и формам, с помощью лицевого кирпича можно воплощать в жизнь самые разнообразные и необычные архитектурные идеи при отделке и возведении фасадов зданий.

Лицевой кирпич RAUF Fassade по своим свойствам отличается высокой долговечностью и прочностью, что является основными незаменимыми качествами для всей лицевой продукции. Имея равномерный окрас по всему телу кирпича его внешний вид с течением времени практически не меняется, а так как цвет кирпичу придают формирующиеся в процессе спекания минералы, он крайне устойчив к воздействию ультрафиолетового излучения и не выгорает со временем.

Цветовая гамма лицевой продукции RAUF Fassade представлена кирпичами красного, белого, кремового и коричневого цветов.

Лицевая продукция RAUF Fassade выпускается в соответствии с ГОСТ 530-2012 и отвечает всем необходимым требованиям, предъявляемым к лицевому кирпичу.

Фасадная поверхность здания, выполненная из лицевого кирпича, долговечна и неприхотлива в обслуживании. В случае загрязнения поверхности лицевого кирпича «высолами», образующимися при использовании растворов с противоморозными добавками, загрязнения могут быть устранены простой смывкой водой, либо специальными растворами на основе слабых органических кислот (уксусной, щавелевой, лимонной и пр.).

Срок службы фасада здания, отделанного лицевым кирпичом, в отличие, например, от фасадных красок, наносимых на слой наружной штукатурки, соизмерим со сроком службы самого здания.

В случае же изготовления фасадного слоя в едином конструктиве с телом основной кладки, по принципу жесткой перевязки, срок службы всей стеновой конструкции вместе с лицевым слоем может и превышать расчетный срок службы всего здания.

Физико-механические характеристики лицевого пустотелого кирпича RAUF Fassade приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7

### Кирпич лицевой коричневый гладкий/ с рельефной поверхностью «Тростник»



Размер, мм	250x120x65
Масса, кг	2,7
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1380
Марка	M 150, M 175
Морозостойкость	F75
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,27
Водопоглощение	6,0

### Кирпич лицевой белый гладкий/ с рельефной поверхностью «Тростник»



Размер, мм	250x120x65
Масса, кг	2,5
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1280
Марка	M 150, M 175
Морозостойкость	F75
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,27
Водопоглощение	8,5

### Кирпич лицевой кремовый гладкий/ с рельефной поверхностью «Тростник»



Размер, мм	250x120x65
Масса, кг	2,4
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1230
Марка	M 150
Морозостойкость	F75
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,27
Водопоглощение	6,0

### Кирпич лицевой красный гладкий/ с рельефной поверхностью «Тростник»



Размер, мм	250x120x65
Масса, кг	2,6
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1330
Марка	M 150, M 175
Морозостойкость	F75
Теплопроводность кладки в сухом состоянии, Вт/м <sup>2</sup> С	0,27
Водопоглощение	6,0



## 2.4. Кирпич клинкерный RAUF Design

Клинкерным кирпичом или клинкером называют кирпич, обожженный до полного спекания черепка без остеклования поверхности и признаков деформации, который по прочности практически не отличается от гранита. Высокая плотность изделия значительно увеличивает прочность и износостойкость.

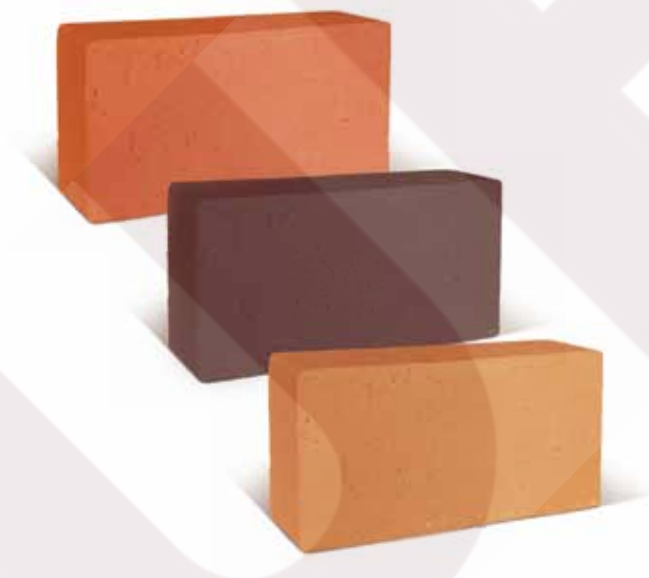
В зависимости от области применения различают следующие виды клинкерного кирпича:

- **фасадный клинкер RAUF**
- **тротуарный клинкер RAUF**

Тротуарный клинкерный кирпич RAUF Design производится в соответствии со стандартом ОАО «Победа ЛСР» СТО 5741-051-03984362-2013.

Достаточно высокие характеристики тротуарного клинкера по прочности, морозостойкости и истираемости позволяют рекомендовать его использование при устройстве дорожных покрытий территорий жилой и общественной застройки, включая мощение:

- пешеходных коммуникаций (тротуары, аллеи, дорожки, тропинки);
- общественных пространств (свободные от транспорта территории общего пользования, в том числе пешеходные зоны, площади, улицы, скверы, бульвары, а также наземные, подземные, надземные части зданий и сооружений);
- транспортных проездов (элементы системы транспортных коммуникаций, не выделяемые красными линиями улично-дорожной сети города).

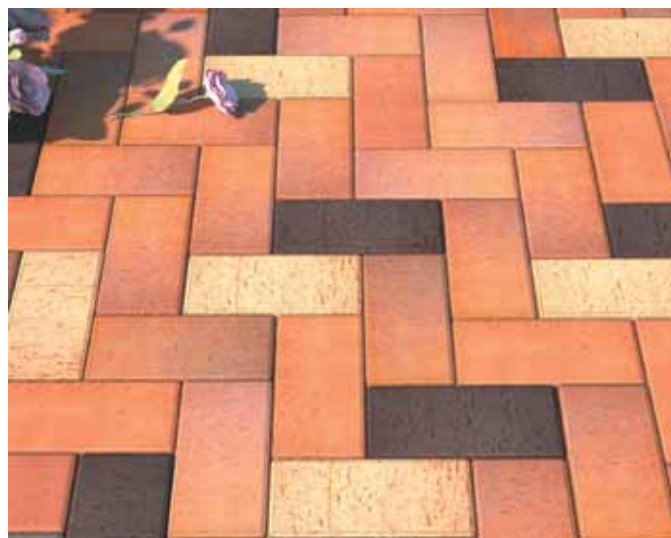


Тротуарный клинкерный кирпич RAUF Design может применяться как для мягкой (укладка на песчаную основу с узкими швами, заполняемыми песком), так и для жесткой укладки (укладка на бетонную основу с заполнением швов между кирпичами бетонным раствором). Цветовая гамма клинкерной продукции представлена коричневым, красным и желтым кирпичами.

Физико-механические характеристики клинкера керамического RAUF Design представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8.

Клинкерный кирпич	
Размер, мм	200x100x50
Класс средней плотности	2,0
Водопоглощение	до 4 %
Морозостойкость	от F100
Вес, кг	2,1–2,4
Прочность на изгиб	от 8 МПа



## Раздел 3

# Расчетные характеристики

## Данные для проектирования

### 3.1. Общие данные

#### Нормативы

Керамические изделия RAUF производятся в соответствии с требованиями ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Технические условия».

Исходные данные для проектирования приняты по действующим нормативным документам:

ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические» [Расчетные сопротивления кладки сжатию]

СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» [Расчетные сопротивления кладки при всех видах напряженного состояния, деформативность кладки, коэффициенты линейного температурного расширения, конструктивные требования]

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [Требования к сопротивлению теплопередаче конструкций]

СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [Требования к звукоизоляционным характеристикам ограждающих конструкций]

#### Расчет расхода материалов

Расход материалов на 1 м<sup>2</sup>/1 м<sup>3</sup> кладки (при толщине кладочного шва 10–12 мм). Таблица 1.

RAUF	Расход на 1 м <sup>2</sup> кладки	Расход на 1 м <sup>3</sup> кладки	Расход кладочного раствора на 1 м <sup>2</sup> /1 м <sup>3</sup>
Кирпич рядовой пустотелый RAUF 1 NF	52 шт.	400 шт.	0,07/0,35
Камень рядовой поризованный RAUF 2.1 NF	26 шт.	200 шт.	0,05/0,26
Камень крупноформатный рядовой поризованный RAUF 10,7 NF	17 шт.	45 шт.	0,07/0,16
Камень крупноформатный рядовой поризованный RAUF 14,3 NF	17 шт.	35 шт.	0,08/0,16

#### Морозостойкость

С тех пор, как в нашей стране стало активно развиваться индивидуальное жилищное строительство, многие вопросы строительной физики, помимо изначальных научной и нормативной трактовки, получили еще и light-версию – «народное» или «бытовое» определение, которое правильно было бы назвать суеверным. Вопрос о морозостойкости строительных материалов тоже имеет суеверные определения.

Марка по морозостойкости, численно равная количеству циклов попеременного замораживания и оттаивания кир-

пича по определенной методике, суеверно приравнивается к расчетному количеству лет эксплуатации. Это не правильно. В лабораторных условиях образцы испытываются в полностью водонасыщенном состоянии (погружаются в воду на определенное время). В условиях эксплуатации водонасыщения стенового материала не происходит и происходить не должно!

Требования СП 15.13330.2012 к морозостойкости материалов для каменной кладки таковы (формулировки приближены к устной речи):

*5.2. Требования к морозостойкости зависят от предполагаемого срока службы конструкций. Для наружных стен нормируется морозостойкость материала для наружных 12-ти см кладки. Для неутепленных фундаментов – на всю толщину. Требования к морозостойкости сведены в таблицу 2.*

**Требования к морозостойкости кладочных материалов в зависимости от вида конструкции и предполагаемого срока ее службы. Таблица 2.**

Вид конструкций	Марка по морозостойкости F при предполагаемом сроке службы конструкций, лет		
	100	50	25
Наружная однослойная кирпичная стена со штукатуркой или кирпичной облицовкой (без слоя утеплителя):			
Жилые здания и неотапливаемые постройки	25	25	25
Бассейны, бани и т.п.	50	35	25
Наружная стена со слоем утеплителя и облицовочной кладкой	75	75	75

Весь кирпич RAUF имеет морозостойкость не ниже F50. Лицевой кирпич RAUF (RAUF Fassade и RAUF Design) имеет марку по морозостойкости не ниже F75.

Весь кирпич RAUF предназначен для конструкций с расчетным сроком службы не менее 100 лет.

#### Взаимодействие керамики с другими материалами, воздействие на окружающую среду

Керамика – наименее реакционноспособный из строительных стеновых материалов. Она столь же химически нейтральна, как стекло. Она не требует специальной защиты от воздействия химических реагентов, которые могут оказаться в соприкосновении с ней в быту или в приусадебном хозяйстве. Не требуется и обратного – ни один из применимых

в хозяйстве материалов не требует защиты от соприкосновения с керамикой.

Не предъявляется специальных требований и к утилизации керамики. Она применима для обратной засыпки котлованов, рекультивации земель сельхоз назначения. Кирпичный бой применяется при отсыпке дорожек и в качестве дренирующих оснований для дорожного полотна.

### Транспортные характеристики кирпича и камней

Вся продукция RAUF устанавливается на поддоны и упаковывается в термоусадочную полиэтиленовую пленку. Такая упаковка позволяет хранить изделия на открытых складах неограниченно долго. Размеры и вес поддонов, а также количество изделий на поддоне приведены в таблице 3.

Таблица 3.

RAUF	МАРКА	Размер поддона, мм (ШхД)	Кол-во, шт./поддон	Масса изделия, кг/шт.	Масса поддона, кг
Basis	Кирпич рядовой полнотелый	980x980	240	4,0	960
Therme	Кирпич рядовой поризованный	1030x1030	540	2,0	1080
	Камень рядовой поризованный 2,1 НФ	1030x1030	280	3,8	1064
	Камень крупноформатный поризованный 10,7 НФ	1030x1030	60	17	1020
	Камень крупноформатный поризованный 11,2 НФ	1030x1030	60	17,7	1062
	Камень крупноформатный поризованный 14,3 НФ	1030x1030	48	23	1104
Fassade	Кирпич лицевой (красный, коричневый, белый, кремовый)	980x980	384	2,5	960
Design	Клинкерная брусчатка (красный, коричневый)	1030x1030	450	2,4	1080

## 3.2. Прочность и деформативность

Изделия RAUF Basis, RAUF Fassade и RAUF Design предназначены для конструкционной кладки, к которой не предъявляются высоких требований по теплопроводности. Основное назначение таких кладок – долгая служба с сохранением внешнего вида, целостности и несущей способности. Кладку из них лучше вести на обычных тяжелых растворах. Для кладки клинкерного кирпича RAUF Design следует использовать специальные растворы, предназначенные для кладки клинкерных изделий с низким водопоглощением.

Изделия RAUF Therme являются конструктивно-теплоизоляционными. Они предназначены для кладки, принимаю-

щей на себя функцию основного теплоизоляционного слоя стены. В этом случае теплопроводность раствора становится важным параметром. Поэтому для кладки камней RAUF Therme мы рекомендуем использовать специальный теплоизоляционный кладочный раствор.

### Несущая способность кладки

Расчетные характеристики кладки из керамического кирпича и камней в зависимости от марки изделий по прочности на сжатие, высоты ряда и пустотности принимаются по СП 15.13330.1012 и ГОСТ 530-2012 и приведены в таблице 4. Расчетные сопротивления кладки из камней RAUF Therme приведены в таблице 5.

Расчетные сопротивления сжатию кладки из кирпича и камня на тяжелых растворах. Таблица 4.

Марка кирпича или камня по прочности	Расчетное сопротивление сжатию кладки на тяжелых растворах из кирпича и керамических камней RAUF Basis, RAUF Fassade и RAUF Design [R], МПа									
	при марке раствора									при прочности раствора, МПа
	M200	M150	M100	M75	M50	M25	M10	M4	0,2	нулевой
M300	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,8	1,7	1,5
M250	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3
M200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
M150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
M125	-	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7
M100	-	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6

**Примечание.** Сопротивление сжатию кладки на растворах марок от М4 до М50 следует уменьшать, применяя понижающие коэффициенты: 0,85 – для кладки на жестких цементных растворах (без добавок извести или глины), легких и известковых растворах в возрасте до 3 мес, 0,9 – для кладки на цементных растворах (без извести или глины) с органическими пластификаторами

Расчетные сопротивления сжатию кладки из камня RAUF Therme на разных видах растворов. Таблица 5.

Марка камня по прочности	Расчетное сопротивление сжатию кладки на тяжелых растворах из камней крупноформатных поризованных RAUF Therme[R], МПа									
	при марке раствора							при прочности раствора		
	M200	M250	M100	M75	M50	M25	M10	M4	0,2	нулевой
150	2,34	2,16	1,98	1,7	1,53	1,12	0,975	0,9	0,75	0,6
125	-	1,98	1,8	1,61	1,44	1,05	0,9	0,82	0,67	0,52
100	-	1,8	1,62	1,44	1,27	0,975	0,75	0,67	0,52	0,45
75	-	-	1,35	1,2	1,1	0,825	0,675	0,52	0,45	0,37

### Деформативность кладки

Для расчета кладок из кирпича RAUF Basis, RAUF Fassade и RAUF Design по деформациям используются следующие исходные данные:

Модуль упругости принимается равным

$$E_0 = 1000 \times 2 \times R = 2000 \cdot R,$$

где R – расчетное сопротивление сжатию, МПа, принимается по табл. 4.

При кладке из камней RAUF Therme модуль упругости принимается равным

$$E_0 = 1000 \times 2 \times R \times 0,7 \times 0,7 = 980 \cdot R,$$

где R – расчетное сопротивление сжатию, МПа, принимается по табл.5.

Коэффициент линейного расширения кладки  $\alpha$ , град.-1 принимается равным 0,000005.

Деформации усадки кладки из керамических кирпича и камней в расчетах не учитываются.

### Ненесущие конструкции

Кирпич RAUF Fassade и клинкерный кирпич RAUF Design используются, как правило, в ненесущих и самонесущих облицовочных кладках. На них не передаются вертикальные нагрузки от перекрытий и покрытий. Эксплуатационные нагрузки и воздействия для них ограничены нагрузками от собственного веса кладок и ветровыми нагрузками, а также температурными и влажностными воздействиями. Температурные воздействия вызываются колебаниями температуры наружного воздуха и нагревом солнечными лучами. Влажностные ограничены увлажнением осадками и высушиванием обдувом и солнечной радиацией. Для облицовочной кладки отапливаемых помещений следует учитывать также зимнее движение влаги из помещения в сторону улицы под действием разницы парциальных давлений водяных паров.

Для ненесущих облицовочных кладок важно обеспечить их устойчивость (закреплением к примыкающим конструкциям и/или к внутреннему слою многослойных стен). Для этих целей применяются, как правило, гибкие связи, изготавливаемые из полосовой и стержневой стали или из базальтовых/стеклянных волокон в полимерном связующем.

## 3.3. Тепловая защита

### Требования к сопротивлению теплопередаче

Теплотехнические характеристики наружных ограждений назначаются исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий, а также из условий энергосбережения.

Проектирование тепловой защиты жилых и общественных зданий с круглогодичной эксплуатацией должно вестись из условий энергосбережения. Для Санкт-Петербурга нормативно рекомендовано приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен  $R_{req} = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ . При этом фактические значения сопротивлений должны приниматься не менее  $R_{req(min)} = 1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»).

Требования эти предъявляются к приведенному сопротивлению теплопередаче стен. Т.е. в расчетах должны учитываться неоднородности, возникающие в узлах примыкания оконных и дверных блоков к граням проемов, зоны опирания перекрытий на кладку, углы здания, верхние и нижние обрезы стен.

Для зданий сезонной эксплуатации, которые периодически используются в холодный период года, тепловая защита должна назначаться из санитарно-гигиенических и комфортных условий. Для Санкт-Петербурга требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен составляет  $R_{comfort} = 1,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ . (для обеспечения температурного перепада  $\Delta t_n$  к концу наиболее холодной пятидневки в пределах 4 °С).



**Для загородных строений,  
используемых как дачи и дома отдыха  
в выходные дни:**

$$R_{\text{comfort}} = 1,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

**Для жилых зданий,  
эксплуатируемых постоянно:**

**Минимальное значение**  
 $R_{\text{norm(min)}} \geq 1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

**Рекомендуемое значение**  
 $R_{\text{norm}} \geq 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Для определения необходимой толщины стен производится расчет сопротивления теплопередаче кладки, утепляющего и облицовочного слоев. Вентилируемая облицовка в расчете не учитывается. По результатам расчета назначается необходимая толщина кладки, обеспечивающая  $R_{\text{comfort}}$  либо  $R_{\text{norm}}$ .

### Теплопроводность и сопротивление теплопередаче кладок RAUF

Расчетные коэффициенты теплопроводности кладок RAUF получены по результатам испытаний фрагментов кладок в климатической камере по методике ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» и приведены в табл. 6.

**Таблица 6. Расчетные теплотехнические показатели кладок RAUF**

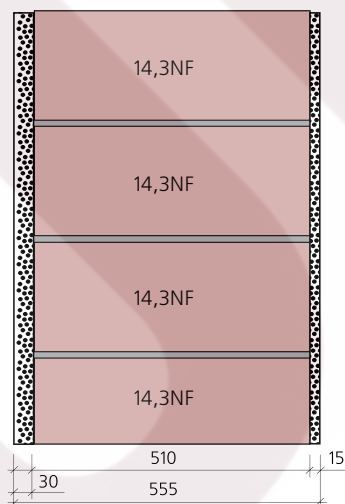
Наименование материала	Коэффициент теплопроводности кладки $\lambda_0$ , Вт/(м·°C)	Рабочая влажность для условий эксплуатации Б, В6, %	Коэффициент теплопроводности кладки $\lambda_6$ , Вт/(м·°C)
Кладка из кирпича лицевого 1 НФ на цементно-песчаном растворе	0,27	2	0,32
Кладка из камня рядового 2,1 НФ на цементно-песчаном растворе	0,19	1,4	0,22
Кладка из камня рядового 10,7 НФ на цементно-песчаном растворе	0,18	0,9	0,185
Кладка из камня рядового 2,1 НФ на цементно-песчаном растворе	0,18	0,9	0,185

Расчетное сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R_i = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}, \text{ где}$$

- толщина слоя;  $\lambda_i$  Вт/м<sup>2</sup>·°C- коэффициент теплопроводности материала слоя;  $\alpha_1$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций = 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $\alpha_2$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций = 23 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)

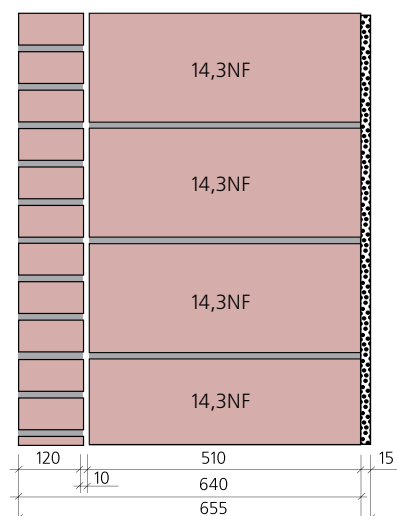
**Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней крупноформатных RAUF 14,3 NF (510 мм) + наружная теплоизоляционная штукатурка (15 мм)**



Камень крупноформатный поризованный RAUF 14.3 NF  
 $\delta = 0,51 \text{ м}$ ,  $\lambda_6 = 0,185 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$   
Наружная штукатурка(теплоизоляционная)  
 $\delta = 0,015 \text{ м}$ ,  $\lambda_6 = 0,1 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$  ;

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,015}{0,1} + \frac{0,51}{0,185} = 3,07 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

**Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней крупноформатных RAUF 14,3 NF (510 мм) + облицовка фасадным кирпичем (120 мм)**

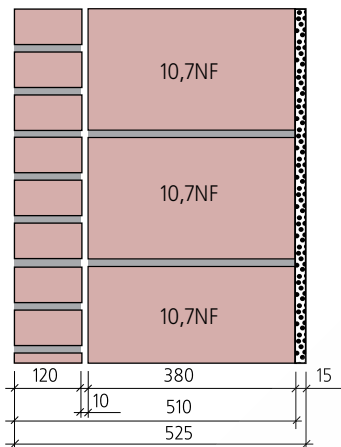


Камень крупноформатный поризованный RAUF 14.3 NF  
 $\delta = 0,51 \text{ м}$ ,  $\lambda_6 = 0,185 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$  ;

Лицевой кирпич RAUF Fassade = 0,12 м,  
λб = 0,32 Вт/(м·°С)

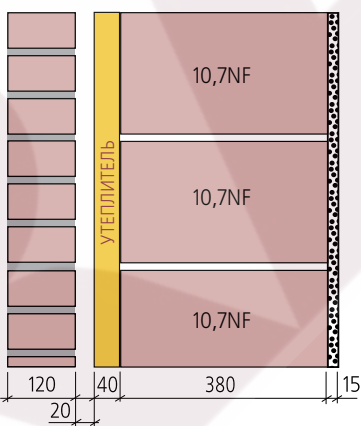
$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,12}{0,32} + \frac{0,51}{0,185} = 3,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

**Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней крупноформатных RAUF 10,7 NF (380 мм) + облицовка фасадным кирпичем (120 мм)**



Камень RAUF 10,7 NF = 0,38 м, λб = 0,185 Вт/(м·°С);  
Лицевой кирпич RAUF Fassade = 0,12 м, λб = 0,32 Вт/(м·°С)  
 $R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,38/0,185 + 0,12/0,32 = 2,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$

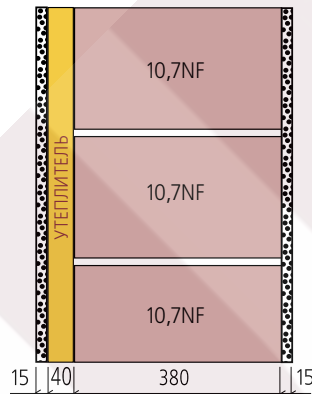
**Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней крупноформатных RAUF 10,7 NF (380 мм) + утепление минераловатными плитами (40 мм) + облицовка фасадным кирпичем (120 мм)**



Камень RAUF 10,7 NF = 0,38 м, λб = 0,185 Вт/(м·°С);  
Утеплитель (минераловатные плиты) = 0,04 м, λб = 0,04 Вт/(м·°С);  
Лицевая кладка с вентилируемым зазором, в расчете не учитывается.

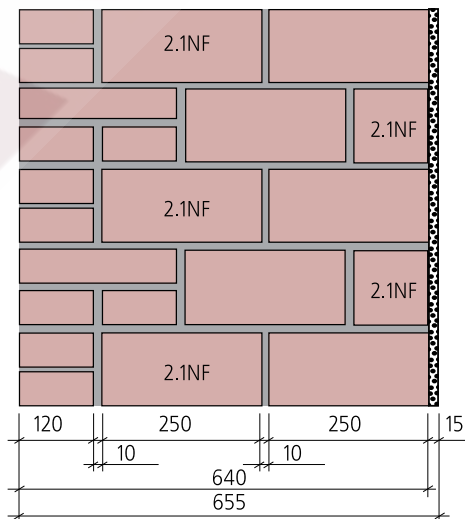
$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,38/0,185 + 0,04/0,04 = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

**Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней крупноформатных RAUF 10,7 NF (380 мм) + утепление минераловатными плитами (40 мм) + наружная теплоизоляционная штукатурка (15 мм)**



Камень RAUF 10,7 NF = 0,38 м, λб = 0,185 Вт/(м·°С);  
Утеплитель (минераловатные плиты) = 0,04 м, λб = 0,04 Вт/(м·°С);  
Наружная штукатурка (теплоизоляционная);  
 $R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,38/0,185 + 0,04/0,04 + 0,015/0,1 = 3,36 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$

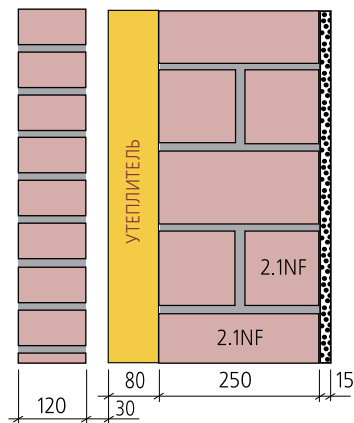
**Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней рядовых поризованных RAUF 2,1 NF (510 мм) + облицовка фасадным кирпичем (120 мм)**



Камень RAUF 2,1 NF = 0,51 м, λб = 0,22 Вт/(м·°С);  
Лицевой кирпич RAUF Fassade = 0,12 м, λб = 0,32 Вт/(м·°С)  
 $R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,51/0,22 + 0,12/0,32 = 2,85 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$



Расчетное сопротивление теплопередаче кладки из камней рядовых поризованных RAUF 2,1 NF (510 мм) + утепление минераловатными плитами (80 мм) + облицовка фасадным кирпичом (120 мм)



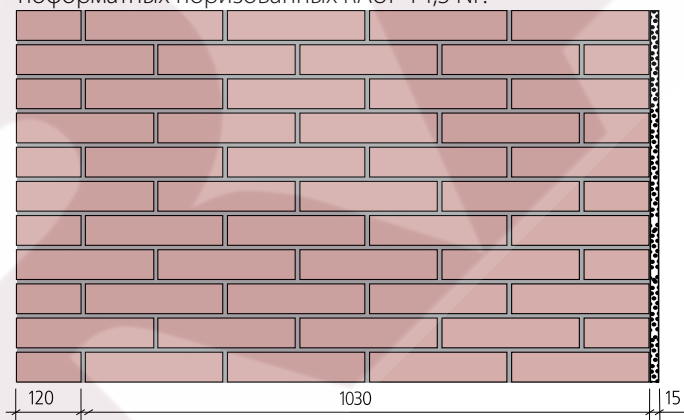
Камень RAUF 2,1 NF = 0,25 м,  $\lambda_b = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ ;  
Утеплитель (минераловатные плиты) = 0,08 м,  $\lambda_b = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ ;  
Лицевая кладка с вентилируемым зазором, в расчете не учитывается.

$$R_o = 1/8.7 + 1/23 + 0.25/0,22 + 0,08/0,04 = 3,29 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

**Из расчетов следует, что уже при толщине 510 мм стена из камней RAUF 14,3 NF удовлетворяет требованиям, предъявляемым к стенам жилых зданий, исходя из условий комфортности проживания и энергосбережения (СП 50.1330.2012).**

### Сравнение с пустотелым рядовым кирпичом

Сравним теплотехнические характеристики стены из керамического пустотелого кирпича RAUF 1 NF и камней крупноформатных поризованных RAUF 14,3 NF.



Кирпич рядовой пустотелый 1НФ = 1,03 м,  $\lambda_b = 0,32 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  ;  
Лицевой кирпич RAUF Fassade = 0,12 м,  $\lambda_b = 0,32 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$   
 $R_o = 1/8.7 + 1/23 + 1,03/0,32 + 0,12/0,32 = 3,29 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Таким образом требуемая толщина стены из рядового пустотелого кирпича 1 НФ с облицовкой фасадным кирпичом составляет 1160 мм. Это эквивалентно стене из камня поризованного крупноформатного 14,3 НФ с облицовкой фасадным кирпичом, общей толщиной 640 мм.

### Летняя теплозащита

Для регионов с расчетной температурой июля выше +21 °С нормируется не только зимняя тепловая защита (через сопротивление теплопередаче), но и летняя (через тепловую инерцию). Однако учитывать тепловую инерцию полезно не только на Ставрополье или в Краснодарском крае, но и в более умеренных широтах. Хорошо организованная летняя тепловая защита позволяет обойтись в жилье без кондиционеров.

Тепловая инерция конструкции характеризует скорость прохождения через нее температурного фронта. Чем выше тепловая инерция конструкции, тем больше времени требуется для того, чтобы на её внутренней поверхности проявилось температурное воздействие, оказанное снаружи. Данное свойство наиболее полезно в условиях резко континентального климата, когда разность дневных и ночных температур сильно отличается. В домах, стены которых обладают высокой тепловой инерцией, в период колебания суточных температур вокруг близких к физиологическому оптимуму 18...23 °С, существенно экономится энергия на работу систем поддержания заданной температуры воздуха в помещениях, так как суточные колебания температуры затухают в толще стены, не проводя в помещение ночной холод или дневной зной.

Другим значимым для пассивной летней теплозащиты параметром является теплонакопительная способность конструкций дома. Теплоемкость не зависит линейно от тепловой инерции и влияет на ощущение комфорта другим образом. Массивные теплоемкие конструкции летом могут охлаждать воздух в помещении, а зимой, при перебоях в работе систем отопления, некоторое время поддерживать комфортный микроклимат, отдавая в помещение запасенное тепло. В таблице 7 приведены теплофизические характеристики нескольких типов стеновых конструкций. Приведенные в таблице данные показывают, что легкие конструкции, обладая высокими теплоизоляционными свойствами (и довольно высокой тепловой инерцией) не обеспечивают достаточного теплонакопления. Стены, выполненные из материала с высокой теплопроводностью (полнотелый кирпич, железобетон) при высоком теплонакоплении обладают низкими теплозащитными свойствами. Следовательно, оба из вышеперечисленных вариантов стен будут требовать дополнительных затрат энергии для работы инженерных систем поддержания комфортных условий проживания. С другой стороны – стены, выполненные из керамических блоков и из газобетона при относительно высоких теплоизоляци-

Сравнительные данные теплофизических характеристик. Таблица 7

Конструкция стены	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>	Толщина стены, см	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	Количество энергии, необходимое для нагрева 1 м <sup>2</sup> стены на 1°С	Сопротивление теплопередаче R расч, (кв.м·°С)/Вт
Полнотелый керамический кирпич	1800	51	0,56	0,88	807,8	0,91
Полнотелый силикатный кирпич	1800	51	0,46	0,88	807,8	1,09
Бревенчатая сосновая стена	500	30	0,17	2,3	345	1,76
Железобетонная панель	2500	30	1,92	0,84	630	0,16
Керамические блоки	800	51	0,18	0,88	359	2,83
Газобетон D400	400	37,5	0,11	0,84	126	3,41
Сэндвич-панель из ЭППС	150	15	0,039	1,34	0,15	3,84
Сэндвич-панель из минваты	145	15	0,046	0,84	18,27	3,26

онных характеристиках обладают и существенными теплонакопительными свойствами и тепловой инерцией. В домах, стены которых выполнены из данных материалов, даже без использования специальных систем подогрева и охлаждения наружного воздуха будут поддерживаться комфортные условия в летний зной, перемежаемый ночными холодами: ночью помещение не будет заметно остывать, а днем в нем сохранится прохлада.

### Теплый раствор RAUF THERMO

Высокие расчетные характеристики кладки из блоков RAUF Thermo достигаются в том числе благодаря применению специального кладочного раствора.

Этот кладочный раствор содержит в своем составе легкий минеральный наполнитель – вспученный перлит. Коэффициент теплопроводности раствора практически совпадает с коэффициентом теплопроводности крупноформатных поризованных камней, благодаря чему кладочный шов из такого материала не вызывает дополнительных теплопотерь. С раствором RAUF Thermo общая теплотехническая однородность стены повышается.



### Воздухопроницаемость

При проектировании тепловой защиты большое внимание должно уделяться также воздухопроницаемости стен и защите их от переувлажнения.

Неконтролируемая воздухопроницаемость («продувание») может свести на нет все усилия по «утеплению» стены. При устройстве многослойных утепленных стен неконтролируемая воздухопроницаемость возникает часто вследствие случайных ошибок при производстве работ либо становится результатом конструктивных просчетов.

### Технические характеристики раствора RAUF THERMO

Вес мешка	27 кг	Теплопроводность	≤0,25
Прочность на сжатие	7,5 МПа	Время использования	при +20° С в течение 2 часов
Марка по подвижности	Пк2	Морозостойкость	не менее 50 циклов
Сухая объемная готовность	≤0,7 кг/дм <sup>3</sup>	Расход воды	≈0,25 л/1 кг
Зернистость	0-4 мм		
Температура применения летнего раствора:		от +5° С до +30° С (ЛЕТ)	
Температура применения зимнего раствора:		от +5° С до -15° С (ЗИМ)	

Однослойная каменная кладка столь проста (и в проектировании, и в строительстве), что риск случайных и сознательных ошибок при ее устройстве стремится к нулю. Если хотя бы с одной стороны кладка оштукатурена – опасность продувания практически исключается.

### Защита от переувлажнения

Защита ограждающей конструкции от переувлажнения заключается в соблюдении двух условий:

1. За зиму внутри конструкции может сконденсироваться не больше воды, чем испарится за лето.

Для однослойных стен в Европейской части России это условие выполняется всегда.

2. За зиму внутри конструкции может сконденсироваться не больше воды, чем принято в СП 50.13330.2012 (табл. 10) для данного материала.

Для однослойных стен жилых зданий в Европейской части России это условие выполняется всегда.

В случае, если стена проектируется с дополнительными слоями (плотная штукатурка, облицовка), необходимо проверить выполнение вышеприведенных условий.

## 3.4. Специальные сведения

### Огнестойкость

Однослойная кладка из минерального негорючего материала – наиболее огнестойкая из стеновых конструкций. Пройдя при своем производстве обработку обжигом, керамический кирпич никак не реагирует на последующие огневые воздействия, возникающие при реальном пожаре.

Пределы огнестойкости кладки из кирпича и камней RAUF на минеральном кладочном растворе приведены в таблице 3.4.1.

**Пределы огнестойкости кладки из кирпича и камней RAUF. Таблица 3.4.1**

Толщина кладки, мм	Пределы огнестойкости
120	EI180*
250 и более	REI240

\*Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (к СНиП II-2-80). М., ВНИИПО, 1981.

### Звукоизоляция

Вопросы звукоизоляции особенно актуальны для стен, разделяющих смежные квартиры (или секции сблокированных многоквартирных домов). При проектировании таких стен важно предотвращать косвенную передачу звука через объединяющие элементы: несущие конструкции и пропуски инженерных систем. В общем случае межквартирные стены должны иметь поверхностную плотность не менее 400 кг/м<sup>2</sup>.

Изоляция воздушного шума зависит главным образом от веса стены, а также от наличия упругих соединений по периметру стен.

В таблице 3.4.2 приведены индексы изоляции воздушного шума, достижимые при устройстве ограждающих конструкций кладки из блоков RAUF с двухсторонней штукатуркой.

**Индексы изоляции воздушного шума, достижимые оштукатуренной кладкой. Таблица 3.4.2**

Толщина стены (мм) / Формат кирпича/камня	Индекс изоляции воздушного шума $R_w$ , дБ
120/1 НФ	49
250/1 НФ	53
250/2,1 НФ	52
380/2,1 НФ	55
380/10,8 НФ	52
510/14,3 НФ	55

### Трещиностойкость (армирование и деформационные швы)

Внешние воздействия (перепады температуры) вызывают линейные деформации в материале – тепловое расширение/сужение. Это приводит к возникновению внутренних напряжений в конструкциях. Каменная кладка, как композитный материал, имеет довольно низкое сопротивление растягивающим напряжениям, поэтому подвижки основания и колебания температур могут привести к образованию трещин. Образующиеся трещины не влияют на несущую способность кладки, но могут испортить внешний вид кладки и привести к локальной воздухопроницаемости стен.

При правильном проектировании и строительстве раскрытия трещин можно избежать. Для этого кладка разделяется на фрагменты деформационными швами или армируется. Особенно важно армировать и разделять на фрагменты лицевую кладку, отделенную от основной стены воздушной прослойкой.

Расчетное армирование и температурно-усадочные швы должны назначаться в соответствии с требованиями СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Методика расчета приведена в Приложении 11 Пособия к СНиП II-22-8.

Конструктивные требования к армированию изложены в Приложении Д к СП 15.13330.2012. Армирование лицевой кладки выполняется сетками, состоящими из двух продольных стержней диаметром 3–5 мм и поперечной арматуры диаметром 3 мм. Рекомендуется армировать нижние 3–4 ряда кладки и затем каждый 6–8 ряд.

На углах облицовочной кладки должны устраиваться деформационные швы или укладываться Г-образные армирующие сетки с шагом не более 25 см по высоте стены.

Вертикальные температурно-деформационные швы в облицовочной кладке рекомендуется устраивать на прямолинейных участках не реже, чем через 6–7 м.

## Крепеж

В индивидуальном строительстве и при освоении городских квартир часто требуется закрепить что-то (мебель, инженерное оборудование или элементы декора) к стенам.

Крепление к поризованной пустотелой керамике имеет свои особенности. Основные рекомендации по применению бытового крепежа следующие:

- применение специальных дюбелей для пустотелого материала. Практически все производители крепежей обозначают тип и назначение изделия в описании;
- сверление в режиме «без удара»;
- применение сверел по керамике и стеклу (перо).

В таблице представлены результаты испытаний различных типов крепежа в поризованных камнях. Для сравнения показаны результаты применения бура по бетону и сверла для стекла и керамики.

Наименование и тип дюбеля	Бур по бетону. Нагрузка на вырыв, кгс (кН)	Сверло по керамике (перо), кгс (кН)
<b>Fisher 6x35 мм</b> 	50 (0,5)	85 (0,85)
<b>Fisher 8x50 мм</b> 	40 (0,4)	105 (1,05)
<b>Нейлоновый номер 8x65 мм</b> 	50 (0,5)	130 (1,3)
<b>Дюбель для листовых материалов Ø 8</b> 	120 (1,2)	120 (1,2)



Наибольшее усилие на вырыв из пустотных камней обеспечивают химические анкеры. Клеевая масса (на основе эпоксидных смол), в которой закрепляется резьбовая шпилька, обтекает стенки перегородок, создавая надежную опору навешиваемым элементам.

Химические анкеры рекомендуются для закрепления на кладке тяжелых навесных элементов и ответственных конструкций (например, навесных фасадов с воздушным зазором, наружных блоков кондиционеров).