

# Керапен – материал будущего



**Инновационная технология крупноразмерных пеноблоков из стеклокерамики.**



## Пенокерамика – материал XXI века

Тенденции мировой строительной индустрии, по требованиям Europe Construction Technology Platform (ECTP) к 2030 году:

- снижение на 30% энергоемкости при производстве строительных материалов
- снижение на 30% изъятия природных ресурсов
- снижение на 30% стоимости жизненного цикла зданий
- снижение на 50% сроков строительства объектов капитальной застройки
- снижение на 50% строительного травматизма
- снижение на 40% отходов строительства, увеличение переработки до 99%
- внедрение автоматизации и роботизации строительных технологий





## Пенокерамика – материал XXI века

Данные международной экспертизы показывают, что здания всего в мире потребляют порядка 40% всей первичной энергии, 67% всего электричества, 40% всего сырья и 14% запасов питьевой воды, 35% дают выбросов всего углекислого газа, и почти половину всех ТБО.

(В России из-за климата и качества строительных материалов (СМ), используемых для ограждающих конструкций зданий и кровли, эти показатели значительно выше, например ТБО составляют 95% всех отходов).

Основные требования к технологиям теплоизоляционно--конструкционных материалов: энергоэффективность, экологичность, возможность автоматизации производства. Высокопористые силикатные материалы, например, пеностекло (ПС) обладает пожаробезопасностью, достаточной прочностью, долговечностью. Однако ПС выпускается в основном по технологии, предложенной И.И.Китайгородским в 1932 году и запатентованной во Франции в 1934 году. Сложная, энергоемкая технология обуславливает стоимость отечественного продукта «Неопорм» около 20000 руб/м<sup>3</sup>, а Фоам-Гласс более 40000 руб/м<sup>3</sup>. Отсюда небольшой объем производства ПС и значительные трудности с его сбытом, что привело к закрытию всех заводов, работающих ранее в СССР, и банкротству в 2017 году завода «СТЭС Владимир».





## Преимущества технологии производства



Рассмотрим возможности снижения стоимости продукции с теми же свойствами как у ПС, произведенной по инновационной технологии пористой стеклокерамики.

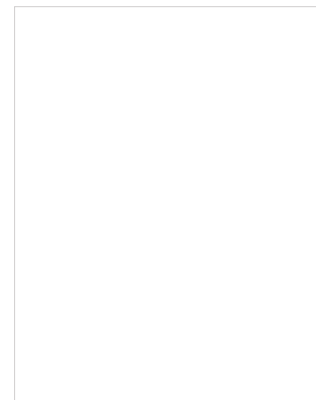
**1. СЫРЬЕ** . Для ПС это стеклобой, или эрклез. Средняя стоимость стеклобоя составляет 4500 руб/т, а стоимость эрклеза еще выше. В состав масс для керапена (КП) входит до 65% низкосортной местной глины, стоимость которой не превышает 450 руб/т, т.е в 10 раз дешевле стеклобоя. В качестве плавней могут использоваться отвальные хвосты обогащения апатита, нефелин-сиенит, липедолит, гранитные отсевы и такие природные материалы, как перлит, вермикулит и т.д, которые в среднем в 3 раза дешевле стеклобоя. Таким образом сырьевые материалы для производства керапена будут дешевле в 6-7 раз с одновременным сокращением логистических расходов при использовании местных глин.

**2. Энергопотребление** при использовании помола в водной среде существенно ниже, чем при сухом помоле из-за расклинивающего действия воды и меньшей коалесценции мелкодисперсных частиц.



## Преимущества технологии производства

Использование одного и того же газообразователя, SiC, в количествах от 0,1 до 0,5%, для вспенивания различных составов масс при температурах от 820 до 1350 град.С позволяет использовать одно и тоже оборудование для производства широкого спектра высокопористой стеклокерамики, как для строительных целей, так и для атомной, радиотехнической,, космической промышленности. Возможность применения отходов производства SiC еще более позволит снизить стоимость исходного сырья.





## Преимущества технологии производства



**Использование БРС** для сушки шликеров с влажностью до 40% обеспечивает получение качественного **пресс порошка** с влажностью 6-7% для гидравлического прессования плиток с линейными размерами до 1000 x 1000 мм толщиной до 14-17 мм. **Сушка плиток** до влажности не более 0,5% проводится в стандартных многоярусных роликовых сушилках при температурах до 250 С в течение 4-5-ти часов.



## Преимущества технологии производства

Применение роликовых печей для спекания и вспенивания пористой стеклокерамики основано на теоретических и практических работах, проведенных в 70 е годы прошлого века в институте НИИСтройкерамика, которые легли в основу мирового производства керамической плитки всех видов, которое в настоящее время превышает 13 млрд кв.м/год

***Именно вспенивание плиток на роликовом транспортере без вагонеток, металлических форм и поддонов, дорогостоящего оборудования для пылеудаления, сокращает расход тепловой и электрической энергии и позволяет создать высокопроизводительное автоматизированное производство пенокерамики.***





## Преимущества технологии производства

- **Разделение** вспененного бруса пенокерамики в пиропластичном состоянии позволяет избавиться от дорогостоящего оборудования, осуществляющего резку пеноматериала после выемки из форм.
- **Медленное охлаждение**, механическая обработка, склеивание в блоки необходимого размера и упаковка пористой стеклокерамики в принципе ничем не отличается от процессов, которые используются в технологии ПС.
- **Операционная стоимость керапена** составляет 2500-2700 руб./м<sup>3</sup>, что в 7-8 раз меньше стоимости отечественного или зарубежного ПС.





# Керапен – материал будущего

Табл.1

Марка материала	Физико-технические свойства и стоимость материалов						
	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м <sup>0</sup> С	$\beta_{СЖ}$ , МПа	$\beta_{ИЗГ}$ , МПа	$W_{Об}$ , %	руб/м <sup>3</sup>	Страна, изг.
<b>Керапен --1,5</b>	150	0,05-0,06	1,2	1,0	≤3	5000	Пат. РФ,ЕР
ПС «Foam Glass»	130	0,04-0,05	1,0	0,8	≤3	45000	Бельгия, США
ПС «Неопорм»	130	0,04-0,05	1,0	0,8	≤3	21000	СТЭС Влад.
ПС щебень М100	130	0,05-0,06	0,12-0,5	---	≤3	4000	POROGLOSS
<b>Керапен --2,5</b>	250	0,08-0,09	3,0	2,0	≤3	5000	Пат. РФ,ЕР
Пенокерамика	200	0,08	1,0	0,3	3-5	12000	Китай
Газобетон	500	0,17	3,0	0,35	--	4500	Пат.Шв. 29г
Калимакс	450	0,13	3,5	1.0	--	7000	Пат. Герм.
ПС щебень М240	240	0,085	0,8-2,0	---	≤3	4000	POROGLOSS
<b>Керапен 3,5</b>	350	0,10-0,11	6,0	3,0	≤3	5000	Пат.РФ,ЕР
Поротерм	800	0,13	10	--	14	8000	Пат. Герм
<b>Керапен 5</b>	500	0,13-0,14	11	6	≤3	5000	Пат.РФ,ЕР
Кирпич 100-125	1750	0,52	11	5	14	6000	>2000 лет
Керамзитобетон	1000	0,33	7-10	---	18	3000	РФ
Керамзитопенобет.	800	0,21	6,25	---	25	3500	РФ





## Применение CM Керапен

**Керапен-1,5** теплоизоляционный CM с теми же физическими свойствами как у блочного пеностекла, но при стоимости в 8 раз меньшей, может использоваться практически во всех областях, где используется пеностекло, т.е. для теплоизоляции ОК, кровли, фундаментов, для повышения сейсмостойкости зданий.





## Применение Керапен

**Керапен-2,5** является конструкционно-теплоизоляционным СМ и может использоваться при строительстве энергоэффективных жилых малоэтажных зданий в 2-3 этажа, возведении построек сельскохозяйственного назначения, школ и детских садов, строительства дорог в Арктике. **Вес 1 кв. м** однослойной стены из керапена, при толщине 0,3 м составит менее 100 кг, что в 5 раз меньше веса стены из газо или пенобетона с защитной кирпичной кладкой и гидроизоляцией, при меньшей ее стоимости в 2-3 раза.





## Применение Керапен

**Термосопротивление** однослойной стены толщиной 0,5 м с  $R = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , величины вполне достаточной для строительства энергоэффективных домов в Хабаровском и Приморском краях, в Северных районах Сибири и Арктике, а так же дорог в болотистой местности и условиях вечной мерзлоты, что составляет 60% территории РФ.





## Применение Керапен

**Керапен-3,5** может быть основным СМ при постройке зданий до 6-ти этажей. Масса 1 кв.м однослойной стены при  $R=3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . составит всего 140 кг. Керапен может использоваться в качестве гидро и теплоизоляционных фасадных панелей размерами до 2000x3000 мм, с покрытием глазурью или просто высокотемпературным красителем, что открывает практически неограниченные дизайнерские возможности по оформлению внешнего вида ОК строящихся и реконструируемых зданий. Низкое объемное водопоглощение и нулевая газонепроницаемость ОК, отсутствие мостиков холода при креплении внешних панелей из керапена обеспечит жизненный цикл зданий 100 лет и более.





## Преимущества СМ Керапен

**Стоимость 1 кв. м** однослойных стен из керапена, без стоимости внутренних инженерных систем, при термосопротивлении  $R = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  составит 5000 руб., в то время как стоимость ОК «теплых», энергоэффективных 3-х этажных домов, возведенных в Куркино в 2011-12 годах, составила 21000 руб. за 1 кв.м.

Возможная **полная роботизация** малоэтажного строительства существенно снизит стоимость энергоэффективных построек на селе и в малых городах России.

**Стоимость строительства производства** керамопенаТМ мощностью 60 000 м<sup>3</sup>/год (600 домов в 2 этажа по 120 м<sup>2</sup>) 900 млн руб, в то время как стоимость строительства и оборудования СТЭС Владимир, практически той же производительности, составила около 5 млрд. руб. по ценам 2012 г.

**Стоимость реконструкции** небольшого плиточного керамического завода с производительностью около 2-3 млн кв. м плитки в год составит 350-400 млн. рублей.



## Пенокерамика – материал будущего

**Технология** получения и свойства крупноразмерных блоков или панелей из пористой стеклокерамики пенокерамики полностью удовлетворяют требованиям к СМ, которые будут предъявляться к ним и технологиям строительства в соответствии с ЕСТР к 2030 году. **Стоимость 1 кв. м** энергоэффективного, комфортабельного жилья, для Российской семьи составит 15-17 тыс. руб / кв.м.

**Наличие патентов** на «Способ производства стеклокристаллических пеноматериалов» (пат. РФ № 2451000 от 20.05.2012 г., пат. RU № 2600252 от 20.10.2016 г., и международного патента EP 3 309 135 A1, publ. 18.04.2018 Bulletin 2018/16) и ряд инновационных решений в конструкции оборудования, изготовляемого в РФ, Италии или Китае для осуществления автоматизированного производства, позволит решить не только вопросы импорто замещения, но и обеспечит приоритет РФ в технологиях производства пористой стеклокерамики и ее экспорту за рубеж на 20-30 лет.

Технология керапена обеспечит выполнение основополагающих требований, изложенных в «Научно -- технологической программе развития РФ» от 1 декабря 2016 г по патентоспособности и возможного экспорта за рубеж отечественных инновационных разработок, а так же Майских Указов Президента В.В.Путина 2018 года.





# Пенокерамика – материал будущего

**Керапен – первая доступная технология производства пеноблоков из стеклокерамики для массового рынка.**

Директор по науке ООО «Керапен»,  
д.т.н., проф. Черепанов Б.С.  
e-mail [bc@cerapen.com](mailto:bc@cerapen.com)

tel. +7(906) 056-58-91

