

УДК 666.3/.7

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВА
АЭРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ****Дмитриев К.С.***ООО «Центр строительных материалов и технологий «ИНФОСМИТ», Санкт-Петербург,
e-mail: director@infosmit.ru*

Настоящая статья посвящена вопросам эффективности производства аэрированных керамических изделий. Обозначена основная область применения строительных изделий из аэрированной керамики и определен потенциальный рынок их потребления с учетом данных по выпуску стеновых материалов в России за 2017 г. Исследовано распределение производства керамического кирпича по федеральным округам России. Показаны главные технологические приоритеты и рыночные тренды производства аэрированных изделий, а также приведены их физико-механические показатели и потребительские свойства. Технология изготовления базируется на безотходном принципе производства, позволяет применять в качестве отощающей добавки различные побочные продукты промышленности без использования традиционных вяжущих веществ в качестве стабилизирующих агентов. Приведены основные коэффициенты перехода от 1 м³ аэрированной керамической смеси к 1 м³ готовых изделий: коэффициент объемной усадки, калибровочный коэффициент, стандартный коэффициент брака. Определены исходные данные для технико-экономического расчета проекта: группа рисков, себестоимость изготовления, инвестиционные вложения. Получены показатели экономической эффективности проекта по изготовлению кирпича аэрированного керамического средней плотности 0,55 г/см³ формата 1НФ на базе производственного комплекса действующего предприятия. Проектная мощность технологической линии составляет 30 млн кирпича в год, индекс доходности соответствует показателю 13,9 и срок окупаемости – 37 месяцев.

Ключевые слова: технология производства, себестоимость изготовления, экономическая эффективность, кирпич аэрированный керамический, дисперсное армирование, аэрированная керамика

**TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE AERATED
CERAMIC PRODUCTION****Dmitriev K.S.***Centre of building materials and technologies «INFOSMIT» Limited Liability Company,
Saint-Petersburg, e-mail: director@infosmit.ru*

The present article concentrates on the issues of the effectiveness of aerated ceramic goods production. The basic area of application of the aerated ceramics based building materials and the potential market for them is determined, considering the information about wall materials production in Russia in 2017. The composition of output for the ceramic brick production is researched in the federal districts of Russia. The basic technological priorities and market trends are shown for the aerated ceramic goods production, there physical and mechanical properties and end-user performances are listed. The production technology is based on the non-waste industry principals allowing to use different industrial side-products as the thinning agent without using any traditional cementing medium as stabilizing agent. The basic indexes for 1 m³ of the aerated ceramic formula processing into 1 m³ of the end product are listed: volume shrink index, calibration factor, and standard flaw factor. The benchmark data are determined for the technical and economical project calculation: high-risk group, prime cost, and investments. The cost effectiveness factors of the aerated ceramic brick production project are determined with the mean density of the brick of 0.55 g/cm³ for 1 NF type bricks based on the actual manufacturing complex. Rated capacity of the processing line is 30 million bricks per year, the margin of profit is 13.9, and the payback period is 37 month.

Keywords: manufacturing process, prime cost, cost effectiveness, aerated ceramic brick, dispersed reinforcement, aerated ceramics

Главной областью применения строительных аэрированных керамических изделий (АКИ) являются стеновые ограждающие конструкции зданий и сооружений. Основными потребителями продукции выступают крупные строительные компании, работающие в секторе высотного и малоэтажного домостроения, а также частные застройщики [1]. Потенциальный рынок потребления АКИ имеет широкую географию с возможностью их применения в любых климатических условиях. АКИ позиционируется как новый строительный материал, обладающий уникальными свойствами и превосходящий существующие аналоги

по ряду характеристик. Обобщенная структура производства основных стеновых материалов в России за 2017 г., выраженная в млн м³, представлена на рис. 1.

Рост внутреннего производства и восстановление экономики определит увеличение спроса на строительные материалы. Соответственно, с 2018 г. и в последующие годы будет расти потребность в строительных стеновых материалах с улучшенными тепловыми характеристиками. Прогнозируемое развитие АКИ позволяет реализовать на территории России строительство нескольких заводов общей производительности

стью около 0,25 млн м³ в год, что составляет около 1,9% рынка керамических кирпичей или около 0,5% российского рынка стеновых материалов [2–4].

Цель исследования заключается в осуществлении расчета технико-экономических показателей производства аэрированных керамических изделий на базе существующего предприятия по выпуску керамических изделий.

Материалы и методы исследования

В исследовании использовались достижения ведущих отечественных и зарубежных ученых (исследователей) в области разработки и производства керамических изделий высокой эффективности. Емкость российского рынка стеновых материалов определялась по данным аналитических отчетов специализированных маркетинговых агентств. Расчет технико-экономических показателей производства аэрированных керамических изделий производился согласно действующим методическим рекомендациям по составлению бизнес-плана для инвестиционных проектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Технология изготовления АКИ базируется на осуществлении замкнутого производственного цикла, в котором исключаются побочные продукты: бракованные изделия возвращаются обратно в технологический процесс. Кроме того, возможно использование в качестве отощающей добавки различных некондиционных (бракованных) керамических изделий, а также побочных продуктов промышленности. Новым решением является и сам принцип создания аэрированной структуры изделий, который не использует в качестве стабилизационных добавок традиционные вяжущие вещества, а наиболее полно раскрывает природные

свойства глин. Аэрированные керамические изделия в виде полнотелого кирпича формата 1НФ и декоративной облицовочной плитки с размерами 250×85×10 мм представлены на рис. 2.

Физико-механические показатели АКИ средней плотности от 0,4 до 0,8 г/см³ находятся в достаточно широких пределах и зависят в первую очередь от минералогического и химического составов глинистого сырья:

– предел прочности при сжатии: 3,0–10,5 МПа;

– предел прочности при изгибе: 1,2–3,1 МПа;

– коэффициент теплопроводности в сухом состоянии: 0,09–0,18 Вт/(м×°С);

– коэффициент паропроницаемости: 0,16–0,22 мг/м×ч×Па;

– водопоглощение: 48,5–135,0% по массе;

– марка по морозостойкости: F50–F100;

– общая пористость: 63,30–81,65%.

Основные технологические приоритеты:

1. Минимальное образование побочных продуктов при производстве.

2. Вторичное использование как отходов собственного производства, так и побочных продуктов других производств.

3. Сокращение выбросов углекислого газа в атмосферу за счет применения более совершенного оборудования и очистных систем.

4. Оптимизация всех технологических процессов с точки зрения энергоресурсов, вибрации, шума, пыли и пр.

Основные рыночные тренды:

1. Использование натуральных строительных материалов (дерево, керамика, природные камни).

2. Строительство зданий и сооружений с высокими теплотехническими показателями.

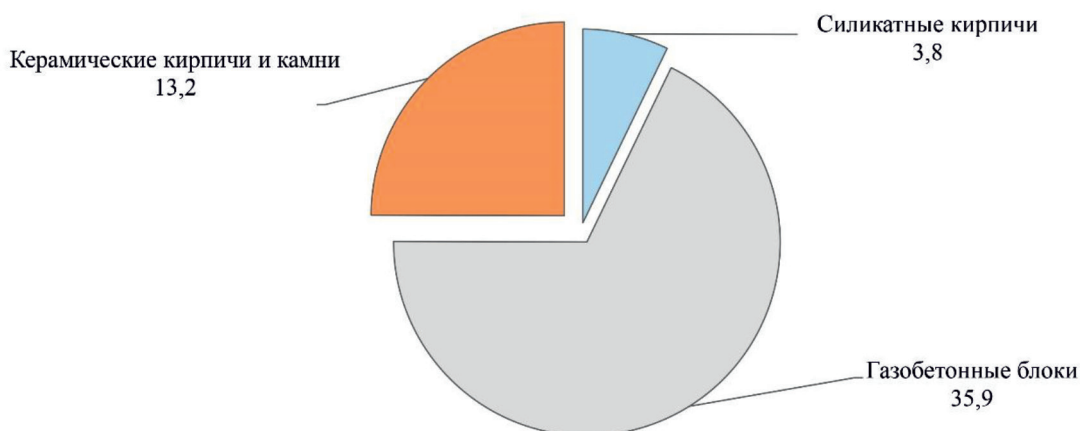


Рис. 1. Обобщенная структура производства стеновых материалов в России за 2017 г.

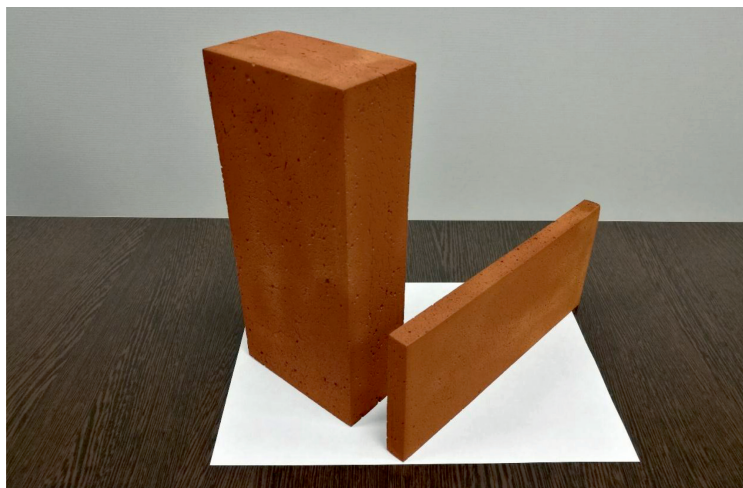


Рис. 2. Фотография АКИ средней плотности $0,6 \text{ г/см}^3$ в виде кирпича и плитки

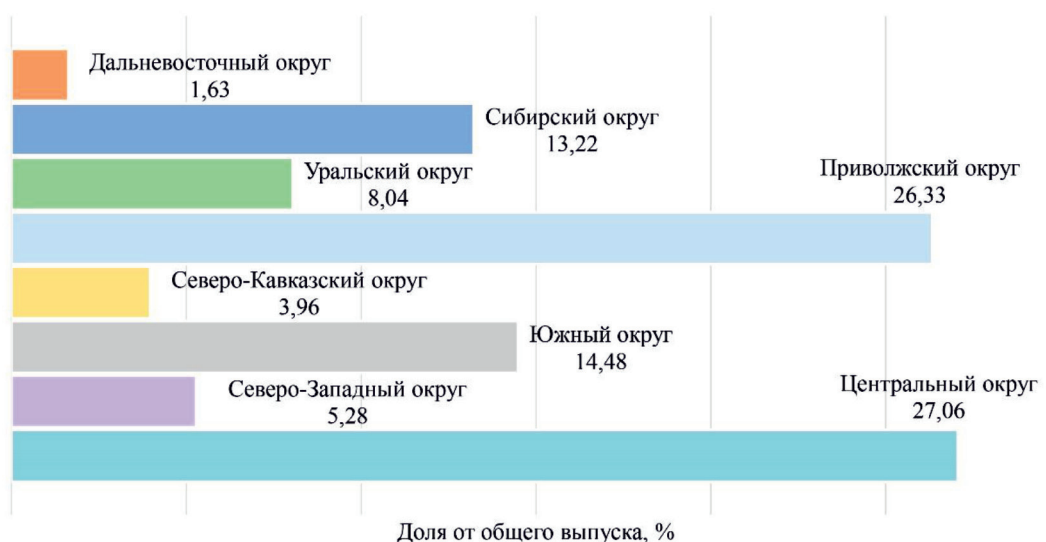


Рис. 3. Распределение производства керамического кирпича по федеральным округам России

3. Скорость возведения, удобство монтажа и ценовая доступность ограждающих конструкций.

4. Долговечность конструкций с целью сокращения капитальных затрат, сроков и трудоемкости выполнения капитальных ремонтов [5–7].

Конечными потребителями АКИ являются две основные категории лиц, занимающихся строительными и отделочными работами: строительные организации (корпоративный сектор); частные ремонтные бригады и физические лица.

Для корпоративного сегмента характерны регулярные закупки строительных материалов, поскольку АКИ относятся к рынку строительных материалов «массового спроса».

Спрос на стеновые материалы стабилен, сезонность присутствует, так как строительные работы на крупных жилых и промышленных объектах осуществляются круглогодично.

Для реализации АКИ принимаются к использованию два канала продаж: прямой (через сбытовые структуры производителя) и селективный (через ограниченное число посредников). АКИ относятся к основным строительным материалам, без которых невозможно осуществление строительства, что позволяет использовать как короткие, так и более длинные каналы дистрибуции.

Средняя доля производства за 2015–2017 гг., приходящаяся на каждый федеральный округ Российской Федерации, представлена на рис. 3.

Широкая распространенность глинистого сырья на всей территории России позволяет организовать производства АКИ во всех регионах, кроме того, установившийся в течение продолжительного времени «доверительный» спрос на керамические изделия, как со стороны отечественных, так и со стороны западных потребителей, позволяет прогнозировать большую экспортную привлекательность изделий из аэрированной керамики [8, 9]. Развитые европейские страны (Германия, Франция, Швеция и др.), а также Китай, США, Канада, ОАЭ – основные возможные зарубежные потребители АКИ.

Основные технологические и потребительские свойства АКИ, которые учитываются при экономическом расчете проекта:

1. Огнестойкость, т.е. применение для строительства зданий и сооружений с наивысшими требованиями к классу пожарной опасности конструкций.

2. Геометрическая неизменяемость, т.е. завершение всех усадочных деформаций после обжига.

3. Низкая отпускная влажность, т.е. равновесная влажность в конструкции устанавливается сразу после монтажа и составляет не более 5%.

4. Долговечность, т.е. сохранение эксплуатационных характеристик в течение всего срока службы зданий и сооружений.

5. Влагостойкость, т.е. использование в помещениях с мокрым режимом эксплуатации.

6. Комфорт, т.е. естественная регуляция тепло-влажностного режима в помещении.

7. Теплоизоляция, т.е. соответствие современным требованиям норм строительной теплофизики при сохранении высоких прочностных показателей.

8. Экологичность, т.е. отсутствие любых органических примесей и вредных веществ благодаря высокотемпературному обжигу изделий.

При расчете проекта принимаются следующие группы рисков:

1. Технологические риски: не выявлены.

2. Организационные и управленческие риски: ошибки в подборе персонала, утра-

та или порча имущества, низкий спрос на производимую продукцию, высокая цена на реализуемую продукцию.

3. Риски материально-технического обеспечения: не выявлены.

4. Финансовые риски: риски неплатежей и недостатка финансирования проекта.

5. Экономические риски: существенное изменение в системе налогообложения.

6. Экологические риски: не выявлены.

Керамические кирпич (рядовой, лицевой, клинкерный) и камень на момент 2017 г. в России выпускают свыше 300 предприятий, что соответствует выпуску более 6,5 млрд шт. условного кирпича в год [10].

Расширение номенклатуры продукции за счет строительства необходимых технологических переделов для выпуска АКИ на базе существующего предприятия является наиболее рациональным решением: собственные сырьевые запасы и механизированные комплексы по подготовке глинистого сырья, а также полностью отлаженная организация керамического производства приводят к существенной минимизации инвестиционных вложений.

Стоимость сырьевых компонентов на производство 1 м³ готовых АКИ средней плотности 0,55 г/см³ сведена в табл. 1.

Переходные коэффициенты расхода компонентов от 1 м³ АКМ к получению 1 м³ АКИ: коэффициент объемной усадки $k_y = 1,364$, калибровочный коэффициент $k_k = 1,1$, стандартный коэффициент брака $k_6 = 1,031$.

Общая себестоимость 1 м³ АКИ составляет 2079 руб. (при соотношении производственной и сырьевой себестоимости – 0,85), что в пересчете на условные кирпичи соответствует 4,06 руб/шт.

Показатели экономической эффективности проекта по реализации технологии аэрирования в существующий производственный комплекс предприятия АО «БКСМ» (Боровичский комбинат строительных материалов) с плановым годовым объемом производства АКИ 30 млн шт. усл. кирпича (58,6 тыс. м³) представлены в табл. 2.

Таблица 1

Расчетная стоимость компонентов для изготовления 1 м³ АКИ

Наименование компонента	Ед. изм.	Стоимость, руб.	Расход на 1 м ³ АКИ	Стоимость на 1 м ³ АКИ
Глина	кг	0,3	458,38	137,51
Отощачающая добавка	кг	0,1	129,28	12,93
Армирующая добавка	кг	146,5	2,15	314,98
Воздухововлекающая добавка	л	85,2	5,29	450,71
Разжижающая добавка	л	18,4	11,17	205,53
Вода техническая	м ³	6,2	0,36	2,23

Таблица 2

Показатели экономической эффективности проекта

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Годовой объем производства	м ³	58500
Среднемесячный объем производства	м ³	4875
Расчетная отпускная цена	руб/м ³	4300
	руб/шт.	8,39
Точка безубыточности	%	10
Точка безубыточности ежемесячных продаж	млн руб.	2,512
Операционный рычаг	%	67
Коэффициент рентабельности валовой прибыли	%	60
Коэффициент рентабельности операционной прибыли	%	57
Коэффициент рентабельности чистой прибыли	%	45
Объем продаж, в мес.	млн руб.	25,132
Объем текущих расходов, в мес.	млн руб.	9,994
Чистая прибыль, в мес.	млн руб.	9,643
Денежный поток, в мес.	млн руб.	10,051
Общие инвестиции	млн руб.	130,004
Период планирования	мес.	180
Чистый доход (ЧД, PV) без дисконта	млн руб.	1679,169
Внутренняя норма доходности (ВНД, IRR) в год	%	75
Чистый дисконтированный доход (ЧДД, NPV)	млн руб.	428,638
Чистый дисконтированный доход (ЧДД, NPV) с терминальной стоимостью (TV)	млн руб.	641,332
Срок окупаемости	мес.	37
Индекс доходности	–	13,9

Анализ расчетных показателей экономической эффективности свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности проекта: положительное значение чистого дисконтированного дохода, составляющее 428,638 млн руб. без учета терминальной стоимости и 641,332 млн руб. с учетом терминальной стоимости; высокое значение внутренней нормы доходности 75%; проект окупается в течение 37 месяцев.

Заключение

По итогам исследования рассчитана себестоимость изготовления АКИ средней плотности 0,55 г/см³: 2079 руб/м³ или 4,06 руб/шт. усл. кирпича. Данный стоимостной показатель сопоставим с общей себестоимостью традиционного полнотелого керамического кирпича, но расход глинистого сырья для производства кирпича аэрированного керамического в несколько раз меньше, что позволяет дольше использовать имеющиеся мощности глиняного карьера при сохранении проектной производительности предприятия. Установлена положительная технико-экономическая оценка проекта по производству кирпича аэрированного керамического с размерами 250×120×65 мм: инвестиционные затраты составляют 130,004 млн руб., чистый доход без дисконта за 15 лет – 1679,169 млн руб., срок окупаемости проекта – 37 месяцев.

Список литературы

1. Dmitriev K.S. Innovative construction material based on aerated ceramics / K.S. Dmitriev, V.B. Zverev // Architecture and Engineering. – 2017. – Vol. 2, No. 4. – p. 9–13.
2. Рынок силикатного кирпича в России: 6 месяцев 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gs-expert.ru/sysfiles/files/SLB-2017-2.pdf (дата обращения: 17.05.2018).
3. Обзор рынка газобетона в России 2016–2017 годов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://metembeton.ru/component/content/article/36/167 (дата обращения: 17.05.2018).
4. Рынок керамического кирпича: на пути к равновесию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.indexbox.ru/news/gynok-keramicheskogo-kirpicha-na-puty-kravnovesyu (дата обращения: 17.05.2018).
5. Зубехин А.П. Теоретические основы инновационных технологий строительной керамики / А.П. Зубехин, Н.Д. Яценко // Строительные материалы. – 2014. – № 1–2. – С. 88–92.
6. Котляр В.Д. Особенности свойств, применение и требования к клинкерному кирпичу / В.Д. Котляр, Ю.В. Терехина, А.В. Котляр // Строительные материалы. – 2015. – № 4. – С. 72–74.
7. Солодский Н.Ф. Сырьевые материалы и пути повышения эффективности производства строительной керамики / Н.Ф. Солодский, А.С. Шамриков // Стекло и керамика. – 2009. – № 1. – С. 26–29.
8. Ашмарин Г.Д. Керамические экологически чистые теплоэффективные стены – реальность современного строительства / Г.Д. Ашмарин, В.А. Кондратенко, В.Г. Ласточкин, А.П. Павленко // Строительные материалы. – 2011. – № 12. – С. 10–11.
9. Дмитриев К.С. Современные технологии эффективных ограждающих конструкций / К.С. Дмитриев // Сборник статей ЦНС «Международные научные исследования» по материалам VII международной научно-практической конференции: «Проблемы и перспективы современной науки», Часть 2. – М., 2016. – № 7 – С. 120–122.
10. ИТС 4 – 2015. Производство керамических изделий. – М.: Бюро НДТ, 2015. – 222 с.