

УДК 666.3.046.44

**Миндубаев А.А.** – аспирант

E-mail: [almaz123@list.ru](mailto:almaz123@list.ru)

**Габидуллин М.Г.** – доктор технических наук, профессор

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

## ВЫСОКОМАРОЧНЫЙ КЛИНКЕРНЫЙ КИРПИЧ

### АННОТАЦИЯ

Представлены опытные результаты получения клинкерного кирпича на основе смеси легкоплавких, огнеупорных глин и добавок. Получен оптимальный состав на основе местных глин РТ. Определены технико-эксплуатационные показатели полученных изделий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** клинкерный кирпич, высокопрочный, глина, перлит.

**Mindubaev A.A.** – post-graduate student

**Gabidullin M.G.** – doctor of technical sciences, professor

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

## HIGH-QUALITY CLINKER BRICK

### ABSTRACT

Presented experimental results of obtaining clinker bricks from a mixture of fusible, fire clay and additives. An optimal composition based on local clays is given. The technical and operational parameters of obtained products are defined.

**KEYWORDS:** clinker brick, high strength, clay, perlite.

Дефицит мощностей по производству кирпича в РТ составляет 529 млн. шт. стенового и 120 млн. шт. лицевого кирпича к 2015 г. и дополнительно 608 млн. шт. стенового и 120 млн. шт. лицевого к 2030 г. Наряду с этим в Татарстане ожидается выбытие старых мощностей по выпуску стеновой керамики в объеме 240 млн. шт. усл. кирпича в год. Наиболее значительным локальным дефицитом мощностей по производству кирпича – 386 млн. шт. к 2015 г. и еще 359 млн. шт. к 2030 г. характеризуется Казань и прилегающие районы на северо-западе Татарстана [1]. Поэтому необходимо наращивать производство керамических кирпичей.

Наличие в узлах современных стен высокотеплопроводных материалов в сочетании с утеплителем приводит к повышению влажностного режима и концентрации напряжений на некоторых участках. Эти процессы оказывают доминирующее влияние на снижение долговечности кирпичной кладки. Особые эксплуатационные условия в облицовочном слое наружных стен с вентилируемым воздушным зазором создаются в результате двухстороннего контакта с наружным воздухом, что приводит к повышенному влагосодержанию кладочного раствора и кирпича в пасмурную погоду и при дожде. В результате влажность лицевого кирпича может достигать значения максимального водопоглощения. Лицевой кирпич разрушается при заморозках и оттепелях с обеих сторон. Поэтому предлагается облицовочный слой при наличии воздушного зазора выполнять из полнотелого кирпича с маркой по морозостойкости F100 независимо от уровня теплоизоляции стены [2]. Например, клинкерным кирпичом, который имеет достаточные показатели по морозостойкости.

Ранее была показана возможность получения клинкерного кирпича из смесей легкоплавких и огнеупорных глин [3]. Известен ряд работ по разработке клинкерного кирпича с добавками перлита [4-7]. Например, известна сырьевая смесь [4] для керамических клинкерных изделий, включающая перлит, отличающаяся тем, что с целью повышения прочности она дополнительно содержит доломит. Сырьевые материалы подвергаются дроблению, помолу в шаровых мельницах. Образцы прессуют из увлажненной до 10 % шихты методом полусухого прессования. Обжиг производят в печи при температуре 1100 °С с выдержкой в течение трех часов. Физико-механические показатели клинкерного кирпича: предел прочности при изгибе 55 МПа, предел прочности при сжатии 130 МПа. К сожалению,

авторы не указывают химический состав и вид сырья, поэтому сложно установить закономерности влияния характеристик основного сырья на свойства кирпича.

На кафедре строительных материалов КГАСУ проведена работа по разработке составов многокомпонентных шихт для получения клинкерного кирпича. Было выдвинуто предположение, что модификация легкоплавких глин огнеупорными глинами и плавнями позволит улучшить свойства керамического кирпича за счет увеличения интервала спекания.

### Материалы, использованные в исследованиях

Глина Калининского месторождения – легкоплавкая, среднепластичная (П-17,5), среднечувствительная к сушке, неспекающаяся, содержание крупных фракций до 20 %. Минеральный состав: кварц – 35 %, плагиоклаз – 7 %, полевой шпат – 7 %, глинистые минералы: монтмориллонит – 42 %, слюда – 5 %, хлорит и каолинит – 4 %, а также отмечается примесь гетита.

Глина Нижне-Увельского месторождения – огнеупорность 1610-1630 °С, высокопластичная глина (П=20-30), глинистая фракция (<0,001мм) 50-70 %, тяжелая фракция в среднем 0,014 % и представлена преимущественно лимонитом. Остаток на сите 0,056 мм < 6 %, содержание крупнозернистых включений (0,5мм) – < 1 %. Воздушная усадка 5-10 %, спекаемость 1100-1200 °С, водопоглощение < 6 %. Цвет черепка светло-серый, до кремового. Минеральный состав: каолинит 50-55 %; монтмориллонит 5-8 %; гидрослюда 1-2 %; свободный кремнезем 30-32 %; прочие до 5 %.

Перлит – вспученный мелкий перлитовый песок белого цвета М75 по ГОСТ 10832-91.

Химический состав материалов представлен в таблице.

Таблица

Химический состав материалов

Наименование	Содержание оксидов в пересчете на сухое вещество, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	ппп
Нижне-Увельская	60-65	20-23	2,5-3,5	1,2	0,1-3,6	0,8-1,26	-	0,6-1,2	7,5-8,5
Калининская	65-71	12,55-13,12	5,88-7,02	1-1,2	1,55-2,02	1,09-2,12	0,12-0,25	2,2-2,7	2,15-3,50
Перлит	65-75	10-16	До 3	-	До 2	До 1	-	До 9	-

### Лабораторно-технологические исследования

Лабораторно-технологические исследования проводились в следующей последовательности. Глины заранее отмучивались в чанах в течение 48 часов в воде с температурой 20 °С, шликер пропусклся через сито 0,315 мм и высушивался до полного удаления влаги. Затем легкоплавкая глина размалывалась в шаровой мельнице до удельной поверхности 2500 см<sup>2</sup>/г и просеивалась через сито 0,14 мм. Огнеупорная глина подвергалась помолу в вибрационной мельнице СВМ-3 до удельной поверхности 7000 см<sup>2</sup>/г. Смешение компонентов шихты производили ручным способом в чашах, добавляли 19 % воды и вылеживали массу, упакованную в герметичных полиэтиленовых пакетах, в течение 24 часов. После этого шихту разминали и формовали контрольные образцы. Сушку образцов осуществляли в сушильной камере СНОЛ до остаточной влажности менее 4 %, а обжиг в лабораторной высокотемпературной электрической печи по следующему режиму: медленный подъем температуры до 1100 °С с выдержкой в течение 2 часов, медленное остывание образцов до 40 °С производили вместе с печью.

Обожженные образцы подвергали стандартным испытаниям. Были проведены исследования основных физико-механических свойств: водопоглощение и плотность по ГОСТ 7025-91, прочность на сжатие по ГОСТ 8462-85. Результаты испытаний приведены в виде зависимостей на рисунке 1.

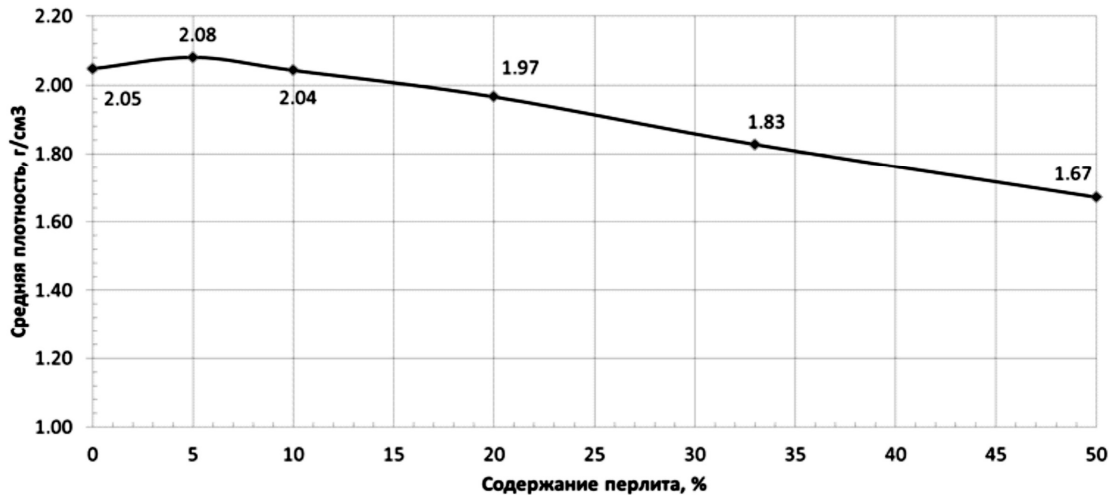


Рис. 1. Зависимости изменения средней плотности обожженных образцов от содержания перлита

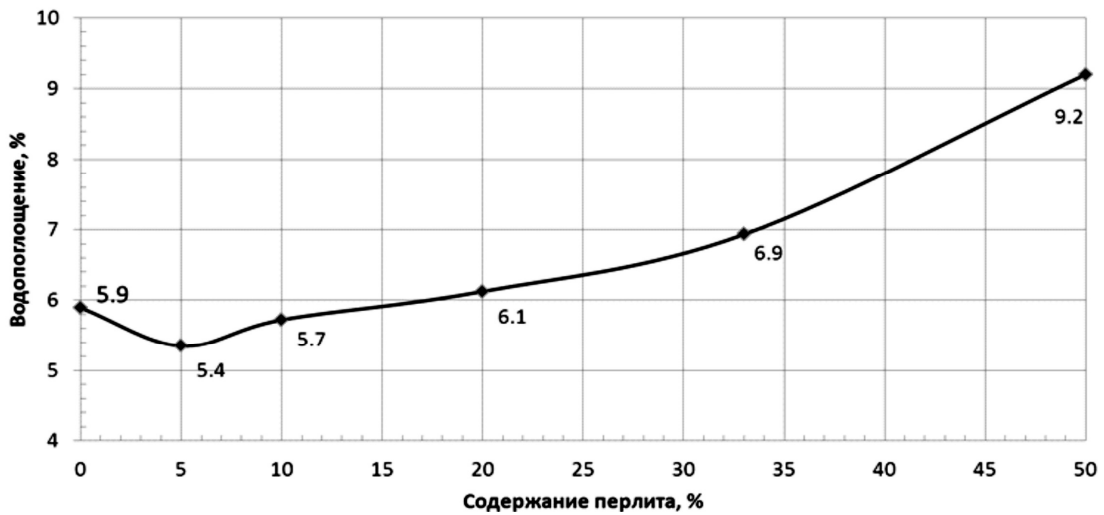


Рис. 2. Зависимости изменения водопоглощения обожженных образцов от содержания перлита

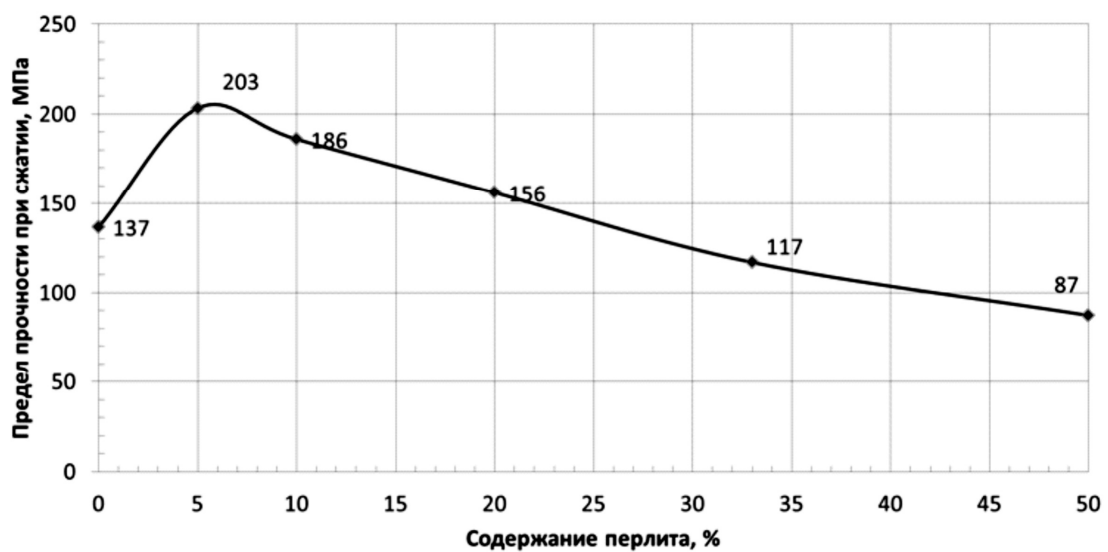


Рис. 3. Зависимости изменения предела прочности при сжатии обожженных образцов от содержания перлита

Анализ характера кривых, представленных на рис. 1, показывает, что при малом количестве перлита до 5 % обожженный образец становится плотнее, это связано с

формированием дополнительной стеклофазы при обжиге. При большем количестве перлита структура становится рыхлой и соответственно менее плотной. Такой же эффект наблюдается и на зависимости водопоглощения от содержания перлита (рис. 2). При 5 % минимальное значение, которое свыше 5 % возрастает. Этот эффект подтверждается и зависимостью предела прочности при сжатии (рис. 3). При добавке 5 % перлита прочность максимальна и составляет 203 МПа.

Анализ проведенных исследований позволяет сформулировать следующие **выводы**:

1. Разработанные составы и технологии позволяют получить на основе местных легкоплавких глин высокомарочный клинкерный кирпич.
2. Установлен оптимальный состав клинкерного кирпича, обеспечивающий получение черепка со следующими свойствами:
  - Предел прочности при сжатии – 203 МПа;
  - Водопоглощение – 5,4 %;
  - Средняя плотность – 2,08 г/см<sup>3</sup>.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективы развития инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан / Под ред. Файзуллина И.Э.: монография. – Казань: Центр инновационных технологий, 2008. – С. 198-199.
2. Лобов О.И., Ананьев А.И., Долговечность облицовочных слоев наружных стен многоэтажных зданий с повышенным уровнем теплоизоляции // Строительные материалы, 2008, № 4. – С. 56-59.
3. Миндубаев А.А., Габидуллин М.Г., Сафина А.А., Миронова М.А. Лабораторно-технологическая апробация получения клинкерного кирпича на основе местного сырья республики Татарстан // Материалы V Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Пенза: ПГУАС, 2010. – С. 162-167.
4. А.с. № 1184837А, Яралова К.С., Казарян Р.А., Андреасян М.К., НПО «Камень и силикаты», 26.08.83.
5. А.с. № 617433, Данилевич Т.А., Зотов С.Н., Государственный научно-исследовательский институт строительной керамики, Керамическая масса, 29.06.76.
6. А.с. № 485092, Кутателадзе К.С., Хизанишвили И.Г., Шушанашвили А.И., Тогонидзе К.Д., Хачидзе Р.Д., Керамическая масса, 20.11.75.
7. А.с. 1534034 А1, Комплексный научно-исследовательский институт стройматериалов «ГрузНИИстром, Какабидзе Г.М., Гварцителли Г.С., Элиозишвили Г.И., Лосаберидзе М.В., Хачидзе Р.Д., Гонгадзе Р.Н., «Керамическая масса для изготовления клинкера», 07.01.1990, Бюл. № 1.

### REFERENCES

1. Perspectives of investment-construction complex development of Republic of Tatarstan. / Ed. Faizullin I.E.: monograph. – Kazan: Center for Innovative Technology, 2008. – P. 198-199.
2. O.I. Lobov, A.I. Ananiev, Durability facing layers of external walls of multi-storey buildings with a high level of insulation // Building Materials, № 4, 2008. – P. 56-59.
3. Mindubaev A.A., Gabidullin M.G., Safina A.A., Mironov M.A. Laboratory-technology testing obtaining clinker, based on local raw materials of Republic of Tatarstan // Reports of the V All-Russian Conference of Students and young scientists. – Penza: PGUAS, 2010. – P. 162-167.
4. AS Number 1184837A, Yaralova K.S., Kazarian R.A., Andreasyan M.K. NPO «Stone & Silicates», 08/26/1983.
5. AS № 617433, Danilevich T.A., Zotov S.N., State Scientific-Research Institute of Construction Ceramics, Ceramic, 6/29/1976.
6. AS № 485092, Kutateladze K.S., Khizanishvili I.G., Shushanashvili A.I., Togonidze K.D., Khachidze R.D., Ceramic, 20/11/1975.
7. AS 1534034 A1, Complex Research Institute of Construction Materials «GruzNIISTrom, Kakabidze G.M., Gvartsiteli G.S., Eliozishvili G.I., Losaberidze M.V., Khachidze R.D., Gongadze R.N., ceramic mass for production of clinker», 07.01.1990, Bull. № 1.