

Людмила Владимировна
РАФЕЕНКОВА,
начальник главного управления
промышленности строительных
материалов и конструкций
Минстройархитектуры

Вячеслав Юлианович МЕЛЕШКО,
заведующий научно-
исследовательской лабораторией
керамических материалов
ГП "Институт НИИСМ"

Ольга Александровна
КЛИМАШЕВСКАЯ,
инженер научно-исследовательской
лаборатории керамических
материалов ГП "Институт НИИСМ"

Дмитрий Юрьевич ЖУКОВ,
инженер научно-исследовательской
лаборатории керамических
материалов
ГП "Институт НИИСМ"

Лариса Николаевна МАХЛЕНКОВА,
научный сотрудник научно-
исследовательской лаборатории
керамических материалов
ГП "Институт НИИСМ"

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ГРАНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ "СИТНИЦА" В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

THE USE OF GRANITE OVERBURDEN "SITNITSA" IN THE CERAMIC WALL MATERIALS INDUSTRY

В статье приведены результаты исследований возможности использования вскрышных пород гранита — каолина месторождения "Ситница" в качестве отощающего и корректирующего материала в производстве керамических стеновых изделий.

This article presents the results of the research of granite overburden "Sitnitsa" and the use thereof as a non-plastic and modifying material in the ceramic wall materials industry.

ВВЕДЕНИЕ

Бережное отношение к природным ресурсам и рациональное их использование — основа развития индустрии. Сырьевая база Республики Беларусь на сегодняшний день включает около 221 месторождения легкоплавких глин, которые могут использоваться в производстве керамических стеновых материалов, восемь месторождений глинистого сырья — в производстве легких заполнителей (аглопорит, керамзит) и шесть месторождений тугоплавких глин. В настоящее время в производстве керамических материалов используется около 50 месторождений. Для корректировки химико-технологических свойств керамических материалов в глинистое сырье белорусских месторождений вводят отощители — пески, различные техногенные отходы и т. д. Использование в качестве отощителя гранитного отсева (отхода дробления гранита) с твердостью по шкале Мооса 6–8 и остроугольной формой частиц приводит к повышенному износу глиноперерабатывающего и формирующего оборудования и, как следствие, к уменьшению срока межремонтного периода. Замена гранитного отсева на другие виды отощителей с меньшей твердостью позволит увеличить срок службы технологического оборудования.

В Беларуси гранитный щебень производит РУПП "Гранит" — один из самых крупных в Европе комбинатов в этой области. В процессе геологических изысканий по расширению сырьевой базы гранитов было обнаружено, что во вскрышных породах месторождения "Ситница" (Брестская обл.) под слоем песков находятся залежи каолина. Поиск путей и возможности применения каолина — еще один пример эффективного использования отечественных сырьевых ресурсов.

Вскрышные породы гранита месторождения "Ситница" представлены следующим составом: четвертичными отложениями, кварцевыми песками, глинистой ко-

рой выветривания, в том числе первичными каолинами и выветрелыми гранитами, отнесенными к скальной вскрыше. Каолины — светло-серые с белыми и черными пятнами, слюдистые, с примесью гидрослюда и монтмориллонита. Схематичный профиль месторождения представлен на рис. 1.

Общие прогнозные ресурсы каолина месторождения "Ситница" оцениваются в 2,41 млн т. При разработке месторождения гранитов возникает необходимость утилизации вскрышных пород. Поэтому актуально решение такой задачи, как поиск эффективного их использования.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ранее выполненные в ГП "Институт НИИСМ" работы на предмет обогащения каолина показали, что выход полезного концентрата составил только 32,8 %, а по содержанию основных оксидов не соответствует требованиям ГОСТ 21286 [1]. Так, содержание массовой доли оксида алюминия Al_2O_3 составляет 16,03 %, а в соответствии с [1] должно быть 35,00, сумма оксидов железа и титана ($Fe_2O_3 + TiO_2$) — 2,61 %, а по [1] — 1,80 %. Исследования также показали, что первичные (необогащенные) каолины месторождения "Ситница" не пригодны для производства фарфорово-фаянсовых и электро-технических изделий [2].

В настоящее время имеется необходимость поиска новых отощающих и корректирующих добавок и, в особенности, для шихт, состоящих из монтмориллонитовых высокочувствительных к сушке глин, а также среднечувствительных каолинито-гидрослюдистых. Потребителями таких материалов могут быть предприятия керамической промышленности, изготавливающие стеновые материалы методом пластического формования (ОАО "Минский ЗСМ", ПРУП "Горынский КСМ", КУП "Лоевский КСМ" (Гомельская обл.) и др.). В этой связи

использование первичных каолинов в качестве таких добавок становится актуальным.

Проведенные исследования по определению физических и химических свойств каолина месторождения "Ситница" позволили установить его химический и гранулометрический состав, пластичность, чувствительность к сушке и т. д. [4]. Химический состав исследуемого каолина представлен в таблице 1.

В таблице 2 приводятся сводные показатели физических и химических испытаний каолина месторождения "Ситница".

Согласно ГОСТ 9169 [4] исследуемый каолин в необогащенном виде относится:

- по количеству крупнозернистых включений — к группе с высоким содержанием включений, по размеру преобладающих включений — к группе с мелкими включениями;
- в зависимости от числа пластичности — к группе малопластичного сырья;
- по содержанию тонкодисперсных фракций — к группе низкодисперсного сырья;
- по содержанию Al_2O_3 в прокаленном состоянии — к группе полуокислого сырья;
- по содержанию красящих оксидов в прокаленном состоянии — к группе со средним содержанием;
- к классу нечувствительного к сушке и неспекающегося сырья.

Для установления влияния добавки каолина на химико-технологические свойства глиняных масс были изготовлены лабораторные образцы на основе монтмориллонитовой, высокочувствительной к сушке глины месторождения "Городное" (Брестская обл.) и среднечувствительной каолинито-гидрослюдистой глины месторождения "Лукомль" (Витебская обл.), гранитного отсева (месторождения Микашевичи Брестской обл.) и каолина месторождения "Ситница".

Исследуемые шихтовые составы обладают удовлетворительными формовочными свойствами при влажности 20,9 %–24,3 %.

В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что ввод первичных каолинов месторождения "Ситница" в глины месторождений "Городное" и "Лукомль" позволит снизить чувствительность к сушке. Воздушная линейная усадка образцов исследуемых составов изменялась в пределах 9,8 %–12,4 % для глины месторождения "Городное" и 5,7 %–7,5 % для глины месторождения "Лукомль". Значения усадки уменьшались с увеличением количества вводимой добавки — как каолина месторождения "Ситница", так и гранитного от-

сева. Исследуемые образцы из глины месторождения "Городное" обжигались при температуре 950 °C–1050 °C, из глины месторождения "Лукомль" — 1000 °C.

Зависимость прочности на сжатие исследуемых образцов, обожженных при температуре 950 °C, 1000 °C и 1050 °C, от количества вводимой добавки каолина представлена на рис. 2. Данная зависимость свидетельствует о том, что изделия, получаемые с использованием в качестве отошающей добавки каолина месторождения "Ситница", будут иметь более высокую марку.

Кроме лабораторных проводились также заводские испытания только с глиной месторождения "Городное", поскольку она более чувствительна к сушке. В процессе испытаний при изготовлении опытной партии керамического кирпича (450 шт.) с каолином в качестве отошающей и корректирующей добавки использовались следующие составы шихт:

- ГО (30 % — гранитный отсев; 70 % — глина месторождения "Городное");
- ГС-3 (40 % — каолин месторождения "Ситница"; 60 % — глина месторождения "Городное");
- ГОС-7 (30 % — каолин месторождения "Ситница"; 60 % — глина месторождения "Городное"; 10 % — гранитный отсев).

Формование методом экструзии проводили при следующих характеристиках:

- кирпич одинарный пустотелый и полнотелый размерами 250x120x65 мм: разрежение в вакуум-камере пресса — 0,091–0,093 МПа; давление в головке пресса — 0,4–0,9 МПа; относительная формовочная влажность — 20,1 %–20,8 %;
- камень размерами 250x120x138 мм с пустотностью 31,5 %: разрежение в вакуум-камере пресса — 0,088–0,094 МПа; давление в головке пресса — 0,80–0,94 МПа; относительная формовочная влажность — 19,1 %–20,9 %.

Сушку проводили в два этапа: подвялка сырца в естественных условиях в течение 48 ч и досушка кирпича в сушилке в течение 48 ч с максимальной температурой (60±5) °C до остаточной влажности 0,9 %–2,5%.

Изделия обжигали в электрической печи. Оптимальная температура обжига для камня составила 1000 °C. Скорость подъема температуры — 50 °C/ч, выдержка при максимальной температуре — 2 ч. Полнотелый и пустотелый кирпичи обжигали при температуре 1170 °C с выдержкой 4 ч.

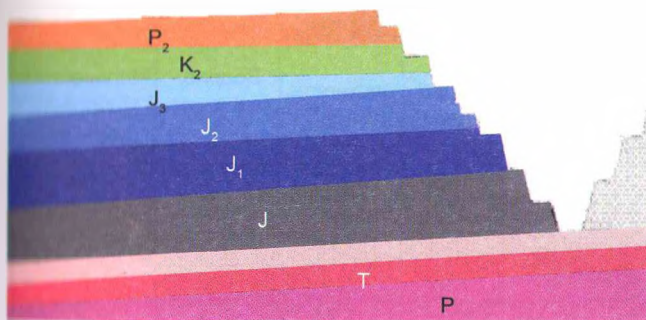
Образцы обожженных изделий представлены на рис. 3–5.

Таблица 1. Химический состав каолина месторождения "Ситница"

Наименование месторождения	Содержание оксидов, %										ппп	Σ
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O		
Каолин "Ситница"	72,31	16,03	2,12	0,49	0,06	0,43	0,83	0,44	0,33	2,82	4,39	100,2

Таблица 2

Наименование месторождения	Содержание, %						Минералогический состав, %	Число пластич- ности	Запесочен- ность, %
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + TiO ₂	Тонкодисперсных фракций		Крупнозер- нистых включений	Карбонат- ная включен- ность			
			Более 10 мкм	Более 1 мкм					
Каолин "Ситница"	10,0	2,0	32,24	10,64	20,0	0,3807	Кварц — 64,3; каолинит — 24,7; иллит — 3,7; галлуазит — 3,4	6,6	58,2



P_1 — песчаники известковые; K_2 — песчаники кварцевые;
 J_1 – J_3 — первичные каолины; T, P — породы гранита

Рис. 1. Схематичный профиль месторождения

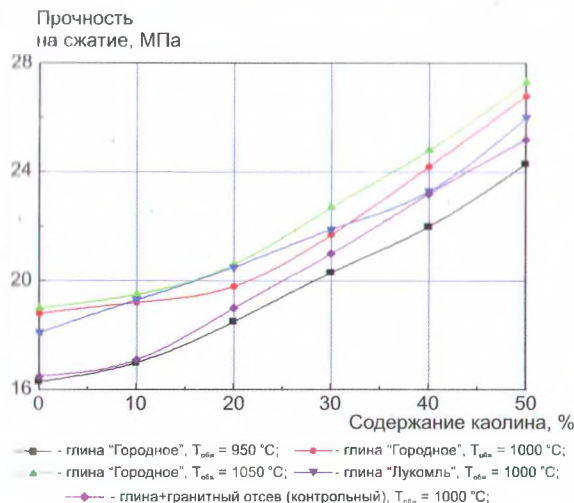


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие исследуемых образцов от количества вводимого каолина

На рис. 6 представлена зависимость структурных характеристик черепка (водопоглощения, открытой пористости и плотности) от температуры обжига для изделий состава ГС-3.

Результаты физико-механических испытаний обожженных изделий представлены в таблице 3.

По механической прочности кирпич пустотелый одинарный с пустотностью 31,5 % и кирпич полнотелый, обожженный при температуре 1170°C , соответствуют маркам: М175 — для состава ГО, М200 — для ГС-3 и М200 — для ГС-7; камень, обожженный при температуре 1000°C , соответствует маркам: М125 — для состава ГО и М175 — для составов ГС-3 и ГС-7.

Для определения состава кристаллических фаз был произведен рентгенофазовый анализ ГС-3 (содержащего 40 % каолина месторождения "Ситница" и обожженного при температуре 1170°C) на дифрактометре ДРОН-3 в Cu-K_α -излучении с использованием картотеки JCPDS для идентификации фаз. Рентгеновская дифрактограмма состава ГС-3 представлена на рис. 7.

Качественный рентгенофазовый анализ черепка ГС-3 был проведен при помощи компьютерной программы Match и базы данных Pdf-2, результаты которого приведены в таблице 4.

В итоге проведенных лабораторных и заводских исследований согласно СТБ 1160 [5] и СТБ 1787 [6] с использованием в качестве отощающей и корректирующей добавки каолина месторождения "Ситница" получен:

— кирпич керамический пустотелый одинарный марки М200, который может быть использован как лицевой и клинкерный кирпич;

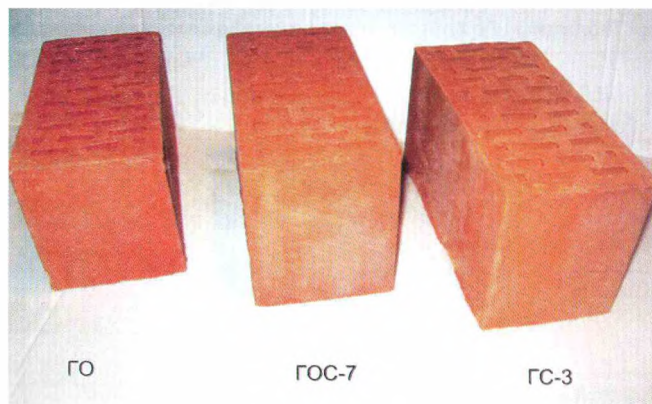


Рис. 3. Образцы камней керамических заданных шихтовых составов, обожженных при температуре 1000°C

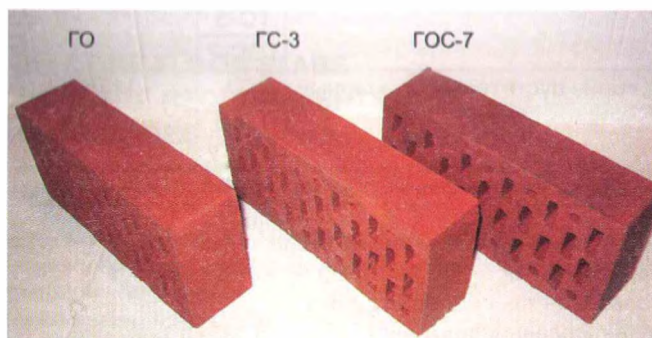


Рис. 4. Образцы кирпича одинарного пустотелого заданных шихтовых составов, обожженного при температуре 1170°C

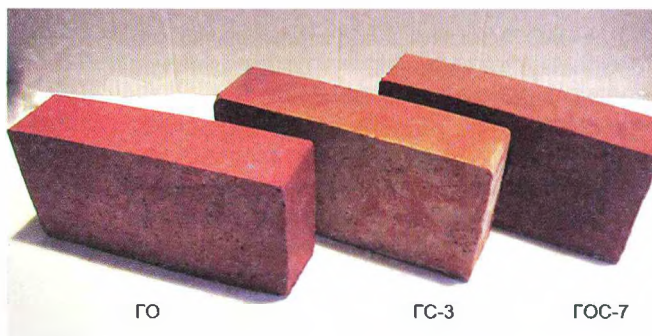


Рис. 5. Образцы кирпича одинарного полнотелого заданных шихтовых составов, обожженного при температуре 1170°C

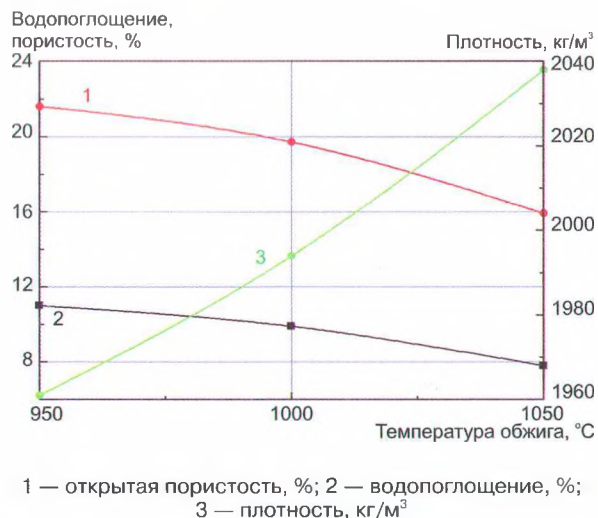


Рис. 6. Зависимость водопоглощения, открытой пористости и плотности от температуры обжига для изделий состава ГС-3

Таблица 3. Результаты физико-механических испытаний

Вид изделия	Состав шихты	Температура обжига, °С	Предел прочности, МПа		Марка изделия	Плотность, кг/м³	Водопоглощение, %	Морозостойкость, циклов
			на сжатие	при изгибе				
Камень	ГО	950	13,2	—	125	1355	7,7	75
	ГС-3		17,6		150	1290	9,8	
	ГОС-7		17,0		150	1320	9,0	
Камень	ГО	1000	13,5	—	125	1361	7,5	
	ГС-3		20,0		175	1294	9,4	
	ГОС-7		19,8		175	1329	8,5	
Камень	ГО	1050	15,8	—	150	1365	6,7	
	ГС-3		21,9		175	1295	8,1	
	ГОС-7		21,8		175	1330	7,9	
Кирпич полнотелый одинарный	ГО	1170	17,5	—	175	2074	4,7	15
	ГС-3		20,3		200	2060	4,9	
	ГОС-7		20,3		200	2020	4,5	
Кирпич пустотелый одинарный	ГО	1170	21,0	2,3	175	1459	3,7	15
	ГС-3		23,1	2,5	200	1405	4,7	
	ГОС-7		27,4	2,5	200	1417	4,4	

Примечание — Данные по морозостойкости представлены на 22.12.2009, испытания на морозостойкость продолжаются.

— кирпич керамический полнотелый одинарный марки М200, который может быть использован как рядовой кирпич;

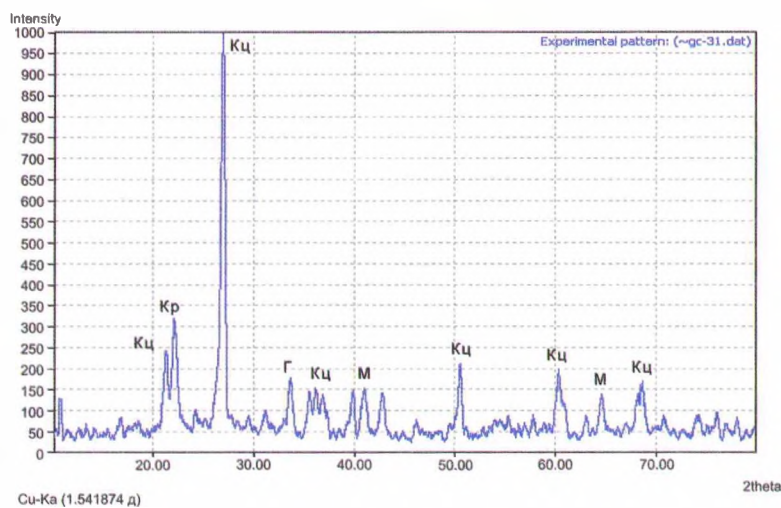
— камень керамический марки М175 для облицовки наружных и внутренних стен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1 Для ОАО "Минский завод строительных материалов" и филиала ПРУП "Горынский КСМ" разработаны изменения в технологический регламент производства керамических стеновых материалов с использованием каолина "Ситница" в качестве отощающего и корректирующего материала (проект).
- 2 На основании полученных результатов исследований каолин месторождения "Ситница" может рассматриваться как добавка, приводящая к улучшению эксплуатационных свойств готовых изделий и замене высокоабразивных отощителей в производстве керамических стеновых материалов.
- 3 РУПП "Гранит" рекомендуется начать подготовительные работы по освоению нового месторождения вскрышных пород гранита "Ситница" — первичного каолина — в целях последующего его использования в производстве керамических стеновых материалов.

Таблица 4. Качественный рентгенофазовый анализ черепка ГС-3

Номер эталона по картотеке JCPDS	Химическая формула кристаллической фазы
78-1259	SiO ₂ (кварц)
79-1914	SiO ₂ (кварц)
82-1410	SiO ₂ (кristобалит)
02-0452	3Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ (муллит)
03-0812	Fe ₂ O ₃ (гематит)



Кц — кварц; Кр — кристобалит; М — муллит; Г — гематит

Рис. 7. Рентгеновская дифрактограмма состава ГС-3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каолин, обогащенный для керамических изделий. Технические условия: ГОСТ 21286-82.
2. Исследовать каолины месторождений "Дедовка" Житковичского р-на Гомельской обл. и "Ситница" Лунинецкого р-на Брестской обл. и установить их пригодность для получения керамической плитки и алюмосиликатных огнеупоров: отчет о НИР / Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие "НИИСМ" (УП "НИИСМ"); руководитель НИР Мелешко В. Ю. — № г. р. 2008392. — Минск, 2008 — С. 60: ил.
3. Практикум по технологии керамики: учеб. пособие для вузов. Под ред. проф. И. Я. Гузмана // ООО РИФ "Стройматериалы". — 2005. — 306 с.
4. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация: ГОСТ 9169-75.
5. Кирпич и камни керамические. Технические условия: СТБ 1160-99.
6. Кирпич керамический клинкерный. Технические условия: СТБ 1787-2007.

Статья поступила в редакцию 24.12.2009.