

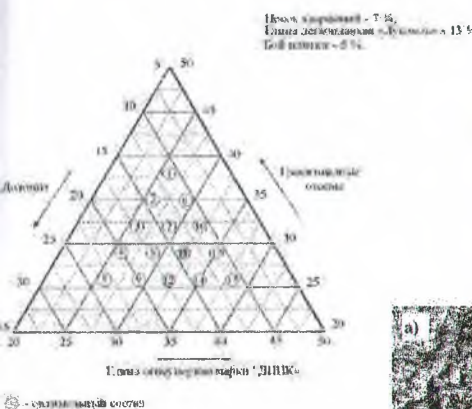
# КЕРАМИЧЕСКИЕ ПЛИТКИ СНИЖЕННОЙ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ОБЛИЦОВКИ ПЕЧЕЙ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ ОДНОКРАТНОГО ОБЖИГА

ЛЕВИЦКИЙ И.А.

Белорусский государственный технологический университет

**Цель работы** – разработка составов сырьевых композиций и технологических параметров получения керамических плиток уменьшенной толщины для внутренней облицовки стен с комплексом требуемых эксплуатационных характеристик; выявление основных закономерностей фазообразования и формирования структуры в зависимости с физико-химическими свойствами изделий на всех стадиях технологического процесса их изготовления методом полукруглого прессования однократным обжигом.

## Оптимизация составов масс для получения плиток однократным обжигом



Свойства	Значения
Механическая прочность при изгибе, МПа:	
- после прессования;	0,48-0,50
- после сушки;	2,60-2,65
- после обжига	25,8-26,0
Водопоглощение, %	15,4-15,6
Усадка, %	1,2-1,3
ГКЛР, $\alpha-10^\circ, K^{-1}$	6,98-7,12
Влажностное расширение, %	0,048-0,050



Содержание доломита, мас. %: а - 14; б - 17

Электронно-микроскопическое изображение поверхности скола образцов плиток с различным содержанием доломита

## Критерии снижения материалоемкости керамических плиток

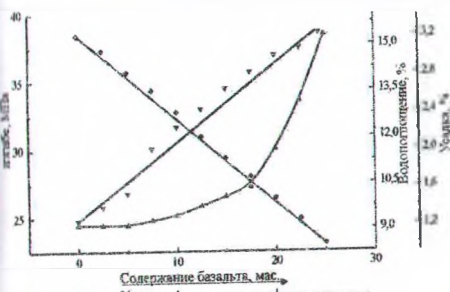


## Химический и минералогический состав пород

Исследуемая порода	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Базальт толеитовый	47,9–50,4	2,3–3,0	14,5– 15,5	11,8– 12,2	8,8–9,5	3,3–4,1	1,8–2,2	2,6–3,1
Туф толеитового базальта	46,9–48,1	2,0–2,5	14,5– 15,3	12,8– 14,1	0,4–1,1	3,3–4,2	7,6–7,9	0,1–0,1

Минералы	Содержание минералов, об. %	
	базальт толеитовый	туф толеитового базальта
Плагиоклаз	45,0–55,0	10,0–25,0
Клинопироксен	25,0–35,0	0–20,0
Полевой шпат	–	2,0–10,0
Рудные минералы	8,0–10,0	5,0–15,0
Хлорофит	8,0–20,0	–
Вулканическое стекло	1,0–1,5	10,0–75,0
Анальцим	0,5–1,0	2,0–10,0
Литокласты базальтовой лавы	–	0–60,0
Хлорит	–	5,0–20,0
Глинистые минералы	–	10,0–50,0
Кварц	–	0–10,0

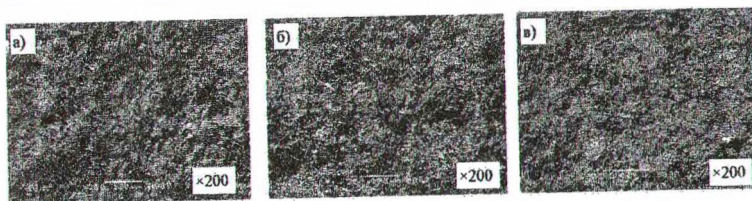
# Физико-химические свойства и фазовый состав керамических плиток с использованием базальта



Свойства	Показатели	
	серия КМБ/г	серия КМБ/о
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1710–2005	1715–2010
Пористость, %	16,5–24,4	16,2–24,5
ТКСИР, $\alpha \cdot 10^6, \text{K}^{-1}$	6,88–7,09	6,73–7,11
Влажностное расширение, %	0,045–0,048	0,046–0,048



## Микроструктура образцов керамических плиток



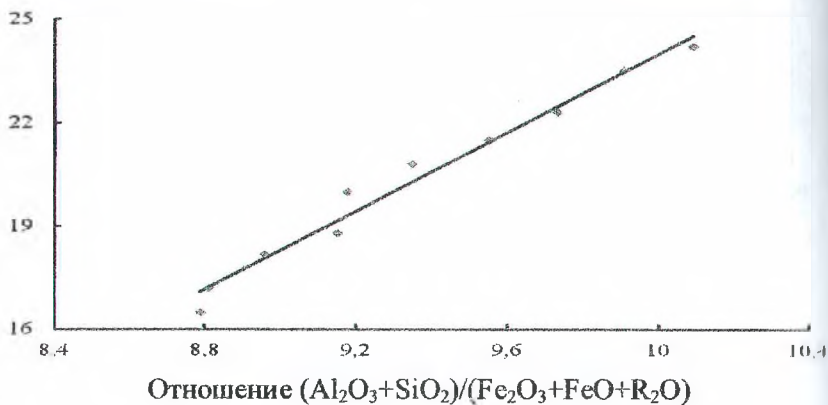
Содержание базальта, %: а – 5; б – 10; в – 15;

Электронно-микроскопическое изображение поверхности скала образцов плиток с различным содержанием базальта

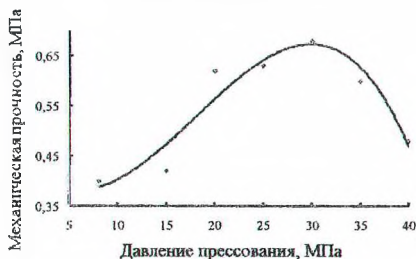
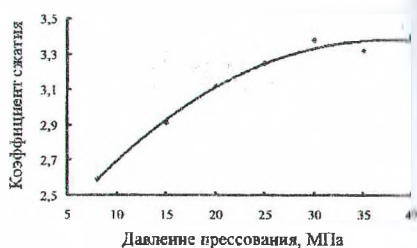
## Усредненный химический состав стекловидной фазы образцов керамических плиток

Индекс состава	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Базовая система	51,6	1,6	21,4	7,9	8,6	6,2	1,3	1,4
Система с базальтом	47,5	1,9	18,9	13,2	6,9	5,2	3,8	2,6

## Химический критерий интенсификации процесса спекания сырьевых композиций



## Зависимость уплотнения пресс-порошка от давления прессования



$$\Pi = A - B \cdot \lg P$$

$$A = \Pi_1 + \lg P_1 / \lg(P_2/P_1) \cdot (\Pi_1 - \Pi_2)$$

$$B = (\Pi_1 - \Pi_2) / \lg(P_1/P_2)$$

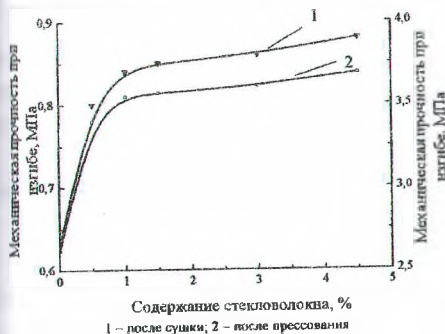
$$A = 8 + \lg 8 / \lg(40/8) \cdot (49,2 - 33,1);$$

$$A = 28,9$$

$$B = (49,2 - 33,1) / \lg(8/40);$$

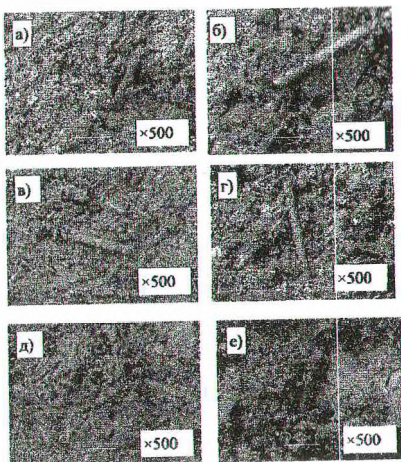
$$B = 9,07$$

## Механическая прочность и структуры полуфабриката с использованием стекловолокна

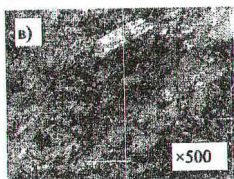
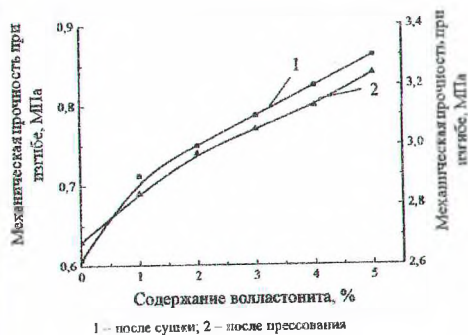


Содержание стекловолокна, сверх 100 %, %:  
а, б - 0,5; в, г - 1,0; д, е - 1,5

Электронно-микроскопическое изображение поверхности скола образцов керамических плиток с различным содержанием стекловолокна после прессования (а, в, д) и сушки (б, г, е)

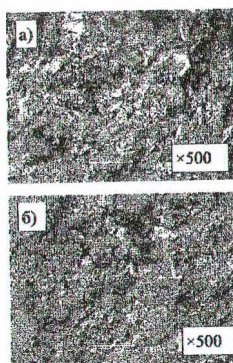


## Механическая прочность и структура полуфабриката плиток с использованием волластонита



Содержание волластонита, сверх 100 %, %:  
а - 1; б - 2; в - 3

Электронно-микроскопическое изображение поверхности скола образцов керамических плиток с различным содержанием волластонита после прессования



## Экономический эффект от использования предлагаемого варианта сырьевой композиции

1. Для обеспечения годового выпуска керамической плитки для внутренней облицовки стен (2,8 млн. м<sup>2</sup>/год) при изготовлении изделий толщиной 7,5 мм требуется 39000 т пресс-порошка, при толщине 5,5 мм – 29715 т, при толщине 5,0 мм – 28079 т.

Таким образом, годовой экономический эффект с учетом стоимости пресс-порошка составит:

– при толщине 5,5 мм:

$$\mathcal{E}_{r1} = 39000 \times 154450 - 29715 \times 194480,7 =$$

$$= 244,5 \text{ млн. бел. руб. (26 000 у. е.);}$$

– при толщине 5,0 мм:

$$\mathcal{E}_{r2} = 39000 \times 154450 - 28079 \times 194480,7 =$$

$$= 562,7 \text{ млн. бел. руб. (61400 у. е.).}$$

2. Снижение количества теплоты необходимой для нагрева материала до максимальной температуры обжига ( $1110 \pm 5$  °C) за счет уменьшения массы плиток приводит к экономии условного топлива на 7–8 %.