



## ОПТИМИЗАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЯКОСТТА НА НАТИСК ВЪРХУ ОБРАЗЦИ ОТ ПОРЦЕЛАН

СВЕТЛОЗАР ПАРМАКОВ, НИКОЛАЙ АНГЕЛОВ

**Резюме:** *Направено е оптимизационно изследване на якостта на натиск върху проби от порцелан, разглеждани като материал за индустриалното и манифактурното изработване на двумерни (стенни плочки) и тримерни продукти (съдове). Оптимизиран е режимът на изпичане на продуктите от керамика при параметър якостта на натиск и факторите – температура на печене и добавката на силикат в течната глина при отливане в гипсовите калъпи.*

**Ключови думи:** *течна глина, температура на печене, добавка на силикат*

## OPTIMIZATION INVESTIGATIONS OF COMPRESSIVE STRENGTH ON PORCELAIN SAMPLES

SVETLOZAR PARMAKOV, NIKOLAI ANGUELOV

**Abstract:** *Optimization is done research on the compressive strength of samples of porcelain, regarded as material for industrial development and manufacture of two-dimensional (wall tiles) and three-dimensional products (vessels). Optimized mode firing ceramic products in the parameter compressive strength and factors - firing temperature and the addition of silicate in the clay in liquid casting in plaster molds.*

**Key words:** *liquid porcelain, temperature firing, silicate addition*

### 1. Основни положения

Направеното изследване е част от разработваната от първия автор дисертация под ръководството на втория, в която се цели да се съчетаят двете старобългарски керамични школи – великопреславската и великотърновската при постигането на повишени експлоатационни качества на продуктите и при минимизиране на разходите за използваната енергия за изпичане. В настоящото изследване е използвана методически теорията експеримента [1, 2], а при обработването на резултатите е използвана програмната среда на Matlab [3].

### 2. Същност на изследването

С помощта на пресформа са отлети плочки с размери  $25 \pm 0,5$  mm от течен порцелан, идентичен на използвания от първия автор при изработването от него съдове. Течният порцелан за плочките съдържа 3 различни относителни включвания на силикатен разтвор. След изсушаване те се изпичат в специализирана пещ с ЦПУ, в която температурата на изпичане ( $\Theta^{\circ}\text{C}$ ) и смесване (в %) на порцелана със силикат са показани в таблица № 1.

С помощта на планиран експеримент от типа ПФЕ  $3^2$  са проведени следващите оптимизационни изследвания. За целта всяка една от изпечените общо 18 плочки е разрушена върху специализирана машина за изпитване на натиск (фиг. 1), като е отчетена стойността на натиска в daN.



Впоследствие, отчитайки площта на пробата, е пресметнато налягането в МРа, необходимо за разрушаването на отделната плочка.

**Фиг.1.** Порцеланова плочка в зоната на натиск на машината.

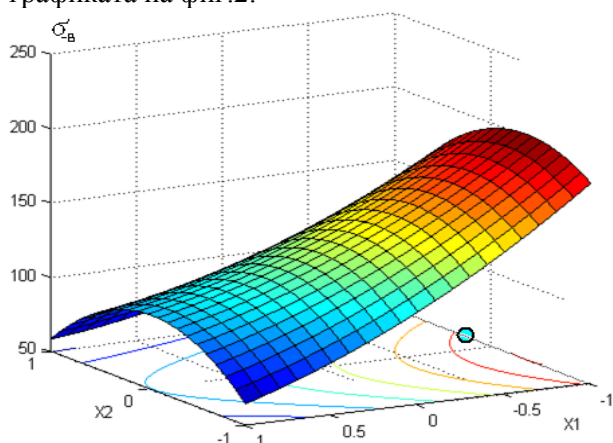
**Таблица 1.** Матрица на ПФЕ  $3^2$ .

№	$X_1$	$X_2$	Разрушит. натиск, daN	$\sigma_{-B}$ , МРа
	$\Theta^{\circ}, C$	% силикат		
1	+1	-1	1990	58
	1180	0	4150	
2	0	-1	12000	94
	1170	0	11500	
3	-1	-1	8100	119
	1160	0	12070	
4	+1	0	2450	97
	1180	5	6990	
5	0	0	15030	117
	1170	5	9050	
6	-1	0	14020	218
	1160	5	11050	
7	+1	+1	4750	67
	1180	10	4200	
8	0	+1	10200	119
	1170	10	8200	
9	-1	+1	15100	175
	1160	10	12050	

С помощта на Matlab е получен моделът в неговия кодиран вид:

$$\sigma_{-B} = 135,78 - 48,33 \cdot X_1 - 15 \cdot X_2 + 11,75 \cdot X_1 \cdot X_2 + 12,34 \cdot X_1^2 - 38,66 \cdot X_2^2, \quad (1)$$

където  $X_1$  и  $X_2$  са кодовете на двата фактора, участващи в експеримента. С помощта на модела (1) и посредством Matlab е построена графиката на фиг.2.



**Фиг.2.** Графика на модела (1).

След направените с Matlab проверки за значимост на коефициентите, за еднородност на дисперсиите от отделните опити и за адекватност на модела, които са удовлетворителни, могат да бъдат направени следните изводи:

- отрицателните знаци пред двата линейни коефициента показват, че с нарастване на температурата и с нарастване на силиката в течния порцелан нараства крехкостта на изпечената керамика и разрушаващото напрежение, наблюдаващо се видимо като „остъкляване“ с появата на пукнатини;
- коефициентът на псевдоквадратичното, едновременно влияние на двата фактора на първа степен, е значим;
- променливите знаци пред коефициентите от втори ред реализират седловидния характер на повърхнината на функцията, като максималната якост на натиск се получава при долното равнище на температурата ( $\Theta=1160^{\circ}C$ ) на печене и при 2% добавка на силикат в порцелана.

### 3. Заключение

Постигнатата оптимизация има съществен икономически потенциал, защото получената по експериментален път най-висока якост на продуктите от порцелан се реализира с по-малък разход на енергия и с относително нисък разход на силикат в течния порцелан.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Vuchkov, I., L.Boyadjieva, Quality Improvement with Design of Experiments, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001.
2. Ангелов, Н.П., Помагало по обработване на материалите и инструментална екипировка, Издателство на ТУ-София, 2008.
3. MATLAB Image Processing Toolbox. User's Guide, “The Math-Works Inc.”, 2012. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)

За контакти:

e-mail: [parmakov@mail.com](mailto:parmakov@mail.com)  
site: [parmakov.hit.bg](http://parmakov.hit.bg)

e-mail: [n.angelov@tu-sofia.bg](mailto:n.angelov@tu-sofia.bg)  
site: [nangelov.wix.com/nikiangelov](http://nangelov.wix.com/nikiangelov)

Авторите: маг. худ.-керамик Светослав Георгиев Пармаков е редовен докторант по Ергономия и промишлен дизайн в ТУ-София; д-р инж. Николай Петров Ангелов, д.т.н. е професор в ТУ-София и ръководител на първия автор. Разработката е част от изпълнението на докторантски договор № 142-13ПД/2014 г., финансиран от НИС при ТУ-София.