

Влияние рентгеноаморфных фаз керамогранитного черепка на прочностные свойства изделий

А.В. Верченко

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт) имени М.И.Платова, г.Новочеркасск*

Аннотация: в статье рассматривается зависимость механической прочности на изгиб керамического гранита от содержания и вида фаз, слагающих его черепок. Установлено, что высокие прочностные характеристики изделий достигаются за счет повышенного содержания суммы кристаллических фаз и стеклофазы. Увеличение же количества метаксаолита в составе керамогранитного черепка, напротив, ведет к снижению его прочности.

Ключевые слова: керамический гранит, структура, кристаллическая фаза, рентгеноаморфная фаза, стеклофаза, прочность на изгиб

В последнее время в гражданском строительстве наблюдается увеличение спроса на изделия тонкой и архитектурно-строительной керамики [1]. В условиях конкурентной борьбы на рынке строительных материалов необходимо, чтобы свойства отечественных материалов комплексно удовлетворяли предъявляемым к ним высоким эксплуатационным требованиям [2].

Фазовый состав керамики играет исключительно важную роль в формировании эксплуатационных свойств получаемых керамических изделий [3-5]. Выявление фундаментальных зависимостей свойств керамических изделий от их фазового состава, а также умение управлять этими свойствами является одной из актуальнейших задач научных исследований в настоящее время. В керамическом граните весьма важную роль в его прочности, наряду с кристаллическими играют и рентгеноаморфные фазы- непрореагировавший метаксаолит и стекло, образовавшееся из расплава при охлаждении. Их роль неодинакова, противоречива и мало изучена [6-9].

В данной работе приведены исследования зависимости механической прочности на изгиб и истинной плотности образцов керамического гранита

(таблица 1), полученного из различных шихтовых составов разработанных автором [10], от его фазового состава, установленного методами рентгенофазового и петрографического анализа (таблица 2).

Анализ прочности и плотности исследуемых образцов, в зависимости от влияния на них кристаллических и индивидуально каждой из рентгеноаморфных фаз позволили установить следующие закономерности.

В составе керамогранита 0, на основе огнеупорной глины ДН-2 и щелочного каолина, с использованием в качестве плавня полевого шпата, формируется черепок с высокой плотностью $2,53 \text{ г/см}^3$ и высокой прочностью на изгиб $51,90 \text{ МПа}$. Это обусловлено образованием в структуре образца повышенной суммы кристаллических фаз $21,0\%$ и стеклофазы $55,0\%$ с относительно невысоким содержанием псевдокристаллического аморфизированного метакаолинита $24,0\%$.

Таблица 1. Механическая прочность на изгиб и истинная плотность образцов

Наименование свойств	Показатели свойств черепка, составов			
	0	2	9	9.3
Механическая прочность, $\sigma_{\text{изг}}$, МПа	51,90	68,97	50,20	56,42
Истинная плотность черепка, г/см^3	2,53	2,58	2,45	2,49

Таблица 2. Фазовый состав образцов

Номер шихты	Содержание, % по массе						
	Кристаллические фазы					Рентгеноаморф	
	β -кварц	β -кристобалит	Мул-лит	Гематит	Σ	Стекло фаза	Мета-каоли
0	8,0	8,0	4,0	1,0	21,0	55,0	24,0
2	7,0	7,0	4,0	1,5	19,5	66,0	14,5
9	4,0	2,0	5,0	1,5	12,5	57,5	30,0
9.3	3,0	2,0	5,0	3,0	13,0	64,0	23,0

Образец керамогранита 2, в составе шихты которого глинистая часть не менялась по сравнению с базовым образцом, а был лишь заменен полевой шпат на цеолитовый туф, по структуре и свойствам в общем аналогичен базовому. Однако в его структуре повышенное количество стеклофазы 66,0% и наименьшее количество 14,5 % метакаолинита обусловило наибольшую прочность на изгиб 68,97 МПа и наивысшую истинную прочность черепка 2,58 г/см³. Повышение механической прочности и истинной плотности обданного образца свидетельствует об эффективности применения цеолитового туфа в качестве керамического плавня.

На этом примере зависимости плотности структуры и прочности керамогранита от содержания кристаллических фаз и от соотношения рентгеноаморфного стекла и оставшегося свободным псевдокристаллического аморфизированного метакаолинита убедительно подтверждается значение стеклофазы, образовавшейся из жидкой фазы и выполняющей роль связи всех фаз в единый композит, в повышении прочности керамики. При этом, чем меньше в структуре керамики метакаолинита, тем выше её прочность, как это имеет место в твёрдом фарфоре.

Эта закономерность влияния различных фаз и особенно рентгеноаморфных на структуру и прочность керамогранита справедлива и при анализе образцов 9 и 9.3, полученных из других составов шихт. В этих составах количество глинистого вещества в шихте было увеличено на 30%, за счет уменьшения содержания керамического плавня, в роли которого в образце 9 выступает цеолитовый туф, а в образце 9.3 цеолитовый туф совместно с габбро-диабазом (при соотношении цеолита к габбро-диабазу 10:15).

В этих образцах структура керамогранита существенно изменилась по сравнению с образцом 0. Сумма кристаллических фаз резко снизилась до 12,5-13,0%, количество стеклофазы увеличилось до 57,5 и 64,0%, а

количество метаксаолинита составило 30,0% и 23,0% соответственно. Изменению фаз закономерно соответствует и изменение свойств: уменьшение количества кристаллических фаз, а также повышение содержания метаксаолинита в образце 9 до 30,0% обусловило снижение плотности керамогранита до 2,45 г/см³ и снижению его механической прочности до 50,2 МПа. Снижения количества кристаллических фаз и практически равном содержании метаксаолинита в образце 9.3 привело к снижению истинной плотности образца до 2,49 г/см³, однако за счет увеличения содержания стеклофазы до 64,0% механическая прочность на изгиб даже увеличилась в сравнении с образцом 0.

Исключительно важным выводом для этих образцов является следующее. Снижение суммы кристаллических фаз вполне объяснимо увеличением в шихтах 9 и 9.3 количества глины что обуславливает повышенным содержанием метаксаолинита, лишь часть которого уменьшилась за счёт образования муллита, а большая часть осталась свободной. В образце 9.3 пониженное содержание 23,0% метаксаолинита объясняется снижением вязкости образовавшейся жидкой фазы, в которой растворилась часть метаксаолинита, что подтверждается увеличением количества стеклофазы.

В результате проведенного исследования установлена особенность формирования общей структуры керамического гранита путем обволакивания его частиц жидкой фазой, и превращении в единый композит повышенной прочности при охлаждении и затвердевании жидкой фазы. Выявлена закономерность влияния различных фаз и особенно рентгеноаморфных, на структуру и прочность керамогранита с различным составом шихт. Установлено, что прочность готовых изделий на изгиб повышается с увеличением количества кристаллической и стекловидной фаз. Причём, даже при значительном уменьшении суммы кристаллических фаз в



структуре керамогранита, высокие показатели его прочности на изгиб обеспечиваются повышенным содержанием стеклофазы. Метакаолинит же, напротив, снижает прочность керамики в следствие своей аморфной, псевдокристаллической структуры.

Литература

1. Котляр В.Д., Лапунова К.А., Терёхина Ю.В. Перспективы производства фигурного керамического кирпича на основе опок // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/946
2. Набокова Я.С. Эффективные строительные материалы и способы возведения зданий // Инженерный вестник Дона, 2008, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2008/96
3. Рыщенко М.И., Федоренко Е.Ю., Чиркина М.А. Микроструктура и свойства низкотемпературного фарфора // Стекло и керамика. 2009. № 11. С. 26-29
4. Боркочев Б.М. Изучение структуры и свойств фарфора низкотемпературного обжига // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 6. С. 98- 100
5. Romagnoli, M., 2005. Optimizing stain resistance in tile. American Ceramic Society Bulletin, 4: 9301-9304.
6. Салахов А.М., Салахова Р.А. Керамика вокруг нас.- М.: РИФ «Стройматериалы». 2008.- 160 с.
7. Vaucia Jr, J.A., L. Koshimizu, C. Giberton and M.R. Morelli, 2010. Estudo de fundentes alternativos para uso em formulações de porcelanato. Cerâmica, 56: 262-272.

8. Позняк А.И., Левицкий И.А., Баранцева С.Е. Базальтовые и гранитоидные породы как компоненты керамических масс для плиток внутренней облицовки стен // Стекло и керамика. 2012. № 8. С. 17-22.

9. Gacki, F., 2011. Selected application properties of gres porcellanato tiles. *Materialy ceramiczne (Ceramic materials)*, 2: 301-309.

10. Зубехин А.П., Верченко А.В., Галенко А.А.. Получение керамического гранита на основе цеолитсодержащих шихт // Строительные материалы. 2014. №4. С.52-54

References

1. Kotlyar V.D., Lapunova K.A., Terekhina Yu.V. *Inzhenernyj vestnik Dona (Rus)*, 2012, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/946.

2. Nabokova Ya.S. *Inzhenernyj vestnik Dona (Rus)*, 2008, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2008/96.

3. Ryshchenko M.I., Fedorenko E.Yu., Chirkina M.A. *Steklo i keramika*. 2009. № 11. pp. 26-29.

4. Borkoev B.M. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2012. № 6. pp. 98- 100.

5. Romagnoli, M., 2005. *American Ceramic Society Bulletin*, 4: 9301-9304.

6. Salakhov A.M., Salakhova R.A. *Keramika vokrug nas [Ceramics around us]*- M.: RIF «Stroymaterialy», 2008. 160 p.

7. Baucia Jr, J.A., L. Koshimizu, C. Giberton and M.R. Morelli, 2010. *Cerâmica*, 56: 262-272.

8. Poznyak A.I., Levitskiy I.A., Barantseva S.E. *Steklo i keramika*. 2012. № 8. pp. 17-22.

9. Gacki, F., 2011. *Materialy ceramiczne [Ceramic materials]*, 2: 301-309.



10. Zubekhin A.P., Verchenko A.V., Galenko A.A. Stroitel'nye materialy. 2014. №4. pp.52-54.