

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-10-8-16

Меньшикова В.К.

Сибирский федеральный университет

E-mail: vi1222@mail.ru

ВЛИЯНИЕ НЕПЛАСТИЧНЫХ ГРУБОДИСПЕРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. В современных условиях для производства строительной керамики используется глинистое сырье мелкозернистой структуры. Поставленная задача применения грубодисперсных нетрадиционных непластичных компонентов в составах керамических масс и выбор рациональных размеров их зерен является актуальной. Исключение предварительного измельчения предопределяет снижение энергозатрат и как следствие себестоимости готовой продукции. В работе предложен вариант использования диопсидового концентрата различной величины зерна в композициях составов с незначительными добавками глины и раствора силиката натрия. Решены вопросы развития напряжений на границе контакта зерна и связки, которые при отрицательном исходе не представляют возможным получение прочной структуры керамического черепка. Выявлено присутствие незначительного напряжения, образованного в результате взаимосвязи диоксида и формирующейся стеклофазой, которое не препятствует рассмотреть вероятность получения керамического материала. Исследование поведения образцов керамики с содержанием диоксида различного гранулометрического состава при добавлении раствора натрий-силикатного стекла после формования и обжига показало эффективность использования диопсидового концентрата в 100–150 мкм. Контакты таких размеров диоксида при формовании обволакиваются жидким стеклом. При обжиге образовывается стеклофаза. При этом диоксид частично оплавляется, но сохраняется и существует как самостоятельная единица. Меньший размер зерна при спекании требует большего количества стеклофазы, что приводит к структурным напряжениям, а при большем размере – образовывается недостаточно стеклофазы и значительно уменьшается прочность материала. При изучении влияния размера зерна на свойства образца получены результаты показателей водопоглощения 7 %, механической прочности при сжатии – 36 МПа, при изгибе – 17 МПа. Установлено, что дисперсность диоксида в 100–150 мкм позволяет разработать технологию применения грубозернистого сырья в керамической массе.

Ключевые слова: дисперсность, диопсидовый концентрат, глина, натрий-силикатное стекло, водопоглощение, прочность.

Введение. Проблема [1–2] истощения месторождений глин и суглинков, применяемых в производстве строительных облицовочных керамических материалов, стоит достаточно остро. В связи с чем поиск нового вида сырья является актуальной задачей. В последнее время все чаще ученые начали обращать внимание на местные нетрадиционные сырьевые ресурсы, в частности на непластичные кварц, полевои шпат, волластонит, диоксид и др.

Известно, что получение керамического материала на основе техногенного и природного сырья с упрочненной структурой возможно при добавлении в составы волластонита до 10 %. Огневая усадка в отличие от изделий с привычными компонентами снижается до 1–4 %, а прочность при сжатии возрастает и составляет от 35 МПа до 50 МПа [3].

Применение непластичного сырья в композициях керамических масс дает возможность уменьшить толщину облицовочных плиток на

30 % и как следствие сократить потребление сырья до 20 %, топлива, и повысить объемы производства. При этом результаты значений физико-механических свойств после прессования и обжига достаточно велики. Необходимо отметить, что при увеличении содержания непластичного сырья в составе керамической массы механическая прочность при изгибе возрастает на 35 % и 50 % после формования и сушки соответственно. Усадка таких изделий после обжига минимальна, она составляет 0,2–0,3 % [4].

Введение непластичного сырья, в частности волластонита месторождения Кара-Корум при минимальном содержании оксидов железа, титана и щелочных металлов в керамическую массу в количестве 20 % после обжига при температуре 1100 °С возможно получение облицовочной плитки с высокими показателями прочности при изгибе (90 МПа), усадкой 4 %, термостойкостью 190 °С, водопоглощением 3 % [5].

Таким образом, введение в составы керамических масс непластичных материалов позволяет

при уменьшении температуры обжига значительно снизить усадку изделий, повысить прочностные характеристики. В связи с чем появляется вероятность получения крупноразмерных плит.

Традиционно измельчение непластичного сырья в композициях с глиной методом мокрого помола осуществляется до размера зерна в 60 мкм.

Авторами [6–8] решены вопросы применения непластичных компонентов в составах с глинистым сырьем с предельно допустимой дисперсностью зерна. Таким образом, при 0,5–1,25 мм кварцевого зерна, 1,25–3 мм полевых шпатов, 3–5 мм шлака получены образцы с высокими эксплуатационными свойствами. При расчете температурных напряжений со значением связки до 40 % выявлено, что напряжения, соответствующие 10–30 % устойчивы для получения прочной керамики.

Получен керамический материал в композицию которого входили грубозернистые массы при размере зерна 2,5–3 мм непластичного природного и техногенного сырья (кварц-полевошпатовый сорский песок, зола, шлак) с высокими физико-механическими свойствами. Вследствие увеличения зерна до 5–10 мм, толщина изделия была увеличена в 2 раза, а показатели прочности при изгибе и сжатии составили 31 МПа и 290 МПа соответственно, значение морозостойкости показало более 50 циклов.

В данной работе решались задачи использования грубодисперсного непластичного сырья в качестве основного компонента в керамической массе и его влияние на свойства материала.

Материалы и методы. Исследовались образцы керамических масс, отличающихся процентным наполнением компонентов, которые распределились следующим образом: М1 – 75 % диопсид [9], 15 % жидкое стекло, 10 % глина; М2 – 80 % диопсид, 10 % жидкое стекло, 10 % глина; М3 – 80 % диопсид, 15 % жидкое стекло,

5 % глина; М4 – 85 % диопсид, 15 % жидкое стекло [10–11].

Диопсидовый концентрат – основное звено в композиции. Это продукт обогащения Бурутуйского месторождения Слюдянской группы Южного Прибайкалья. Является видом минерального непластичного сырья, отличается высокими физико-механическими характеристиками, в том числе прочностными и диэлектрическими, оказывает сопротивление воздействию кислот, солей, газов, щелочей. Его добавка в керамические массы снижает температуру обжига до 1000 °С [12–14].

Глина Компановского месторождения присутствовала для обеспечения пластичности. Является высокодисперсной каолиновой с примесью монтмориллонита, характеризуется как тугоплавкая, среднепластичная, термически устойчива и обладает высокой связующей способностью.

Раствор из силиката натрия, обеспечивал работу плавня. Имеет степень силикатного модуля равный 3, по виду щелочного катиона является натриевым, плотность раствора – 1425 кг/м³.

Исследованы химический и минеральный составы представительных проб компонентов керамических масс используя рентгеноспектральный флуоресцентный аналитический метод и качественный рентгенофазовый анализ соответственно.

Анализ химического состава (табл. 1) показал, что кремнезем является основным оксидом диопсидовой породы. Количество щелочных и щелочноземельных металлов незначительно. Необходимо отметить, что содержание Fe₂O₃ составляет не более 0,1 %. Это говорит об отсутствии красящих соединений, а значит о чистоте сырья. Глина характеризуется наличием SiO₂ и Al₂O₃. По содержанию глинозема сырье является кислым и полукислым. Отмечено небольшое присутствие оксидов железа. Присутствие K₂O, Mg₂O и Na₂O предполагает наличие гидрослюд и монтмориллонита.

Таблица 1

Химический состав сырьевых компонентов

Массовая доля, %							
диопсид							
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
57,8	0,03	0,18	0,09	23,3	13,4	0,09	0,06
глина							
73,26	0,7	21,41	1,67	0,61	1,01	-	2,11

Минеральный состав (табл. 2) подтверждает данные химического анализа. Он представлен в диопсидовом сырье в первую очередь самим диопсидом, а также кварцем, кальцитом и слюдой. Глинистое сырье содержит кварц, полевой шпат,

каолинит, гидромусковит, монтмориллонит и гематит.

Выполнялось исследование на предмет воздействия диопсида разного гранулометрического

состава и вида его формирования на свойства керамического материала. Размер зерен образцов варьировался от 80 мкм до 515 мкм. При прессовании образцов при влажности 10–12 % под давлением 20 МПа использовался полусухой способ. Исследуемые образцы обжигались при 800–1250 °С, где выдерживалась пауза в 50 °С на протяжении 30 мин.

Таблица 2
Минеральный состав сырья

Минерал	Наименование сырья	
	диопсидовый концентрат	компановская глина
диопсид	+	-
кварц	+	+
полевошпат	-	+
кальцит	+	-
каолинит	-	+
гидромусковит	-	+
монтмориллонит	-	+
гематит	-	+

Напряжения внутри и на границе зерен диопсида определялись методом рентгенографического анализа на порошковом рентгеновском дифрактометре.

При помощи современных способов исследований определялись физико-механические свойства образцов. Предел прочности при сжатии и изгибе устанавливался в соответствии со стандартной методикой на формах в виде балочек с использованием прецизионного пресса, водопоглощение фиксировалось на плитках массой

не менее 50 г путем насыщения их водой при кипячении в течение 1 часа в соответствии с требованиями ГОСТ 27180-2002.

Метод ситового анализа с помощью лабораторных сит использовался для определения дисперсности. Диопсид просеивался через сита номеров менее 0,08, 0,08, 0,14 и 0,515 мм.

Получение гранулометрического состава происходило сухим способом на механическом приборе типа Ротап.

Результаты и обсуждения. Каркас керамики из грубодисперсных масс формируется на счет зерен непластичного сырья и связывающих их тонкодисперсных составляющих. Структурные и прочностные характеристики такого материала наряду со степенью уплотнения зависят в том числе и от взаимодействия зерна и его оболочки. Влияние термических напряжений внутри и на границе зерна, величина коэффициентов термического расширения и модуль упругости также велико.

Расчет термических напряжений на границах зерен диопсидового сырья производился для установления их максимальных размеров.

На основании анализов напряжений (рис. 1), можно сказать, что возможность использования в керамике грубозернистого диопсида имеется, поскольку возникающие напряжения между его зернами и жидкой фазой, образованной легкоплавкими компонентами в глине и стеклом невелики при использовании непластичного сырья зернистостью до 200 мкм.

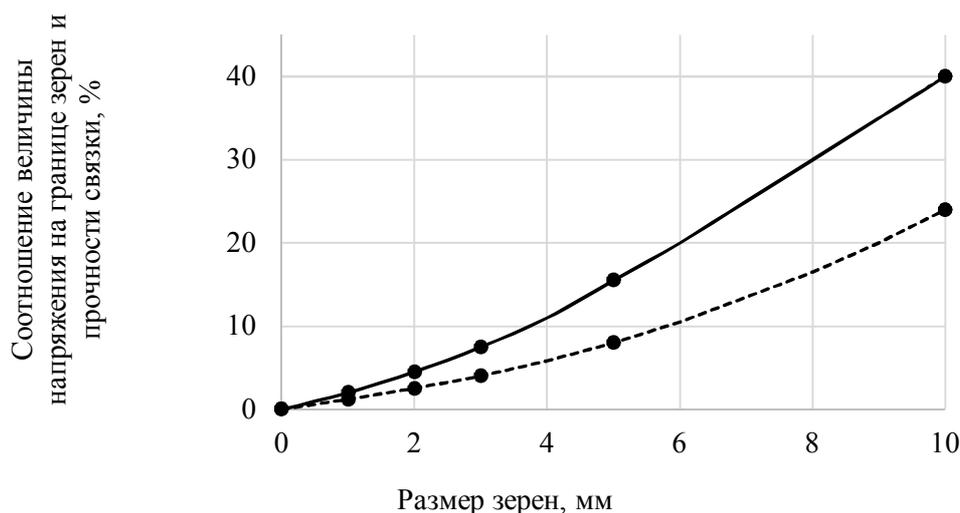


Рис. 1. Соотношение величины напряжения на границе зерен диопсида от величины прочности материалов зерна и связки: – зерно диопсидовой породы, — соотношения величины напряжений от прочности

Графики влияния размера зерна диопсида на водопоглощение и прочность (рис. 2, 3) отме-

чают рост показателей водопоглощения и снижение прочности после обжига (1000 °С) при увеличении дисперсности непластичного сырья.

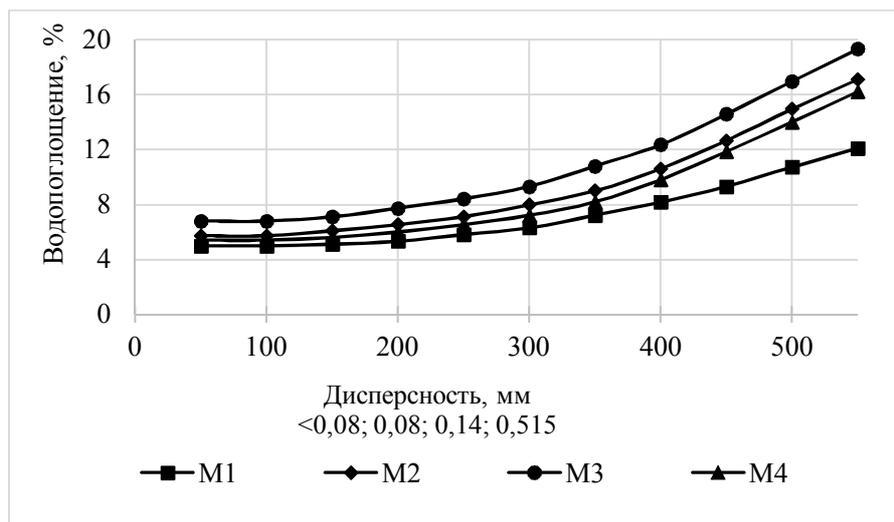


Рис. 2. Зависимость водопоглощения при сжатии образцов от размера зерен после обжига при температуре 1000 °С

Состав M1 отличается от других составов наименьшим значением водопоглощения, который варьируется от 13 % (150 мкм) и 5 % (515 мкм). Добавка в композицию диопсидового сырья в количестве 5 % ведет к увеличению водопоглощения до 6 % и 7 % при 150 мкм и 13 % и

15 % при 515 мкм у масс M2 и M3 соответственно. Размер зерна в 150 мкм обеспечивает показатель водопоглощения для состава без глинистого сырья (M4) в 5,5 %, когда как при 515 мкм – 12,6 %.

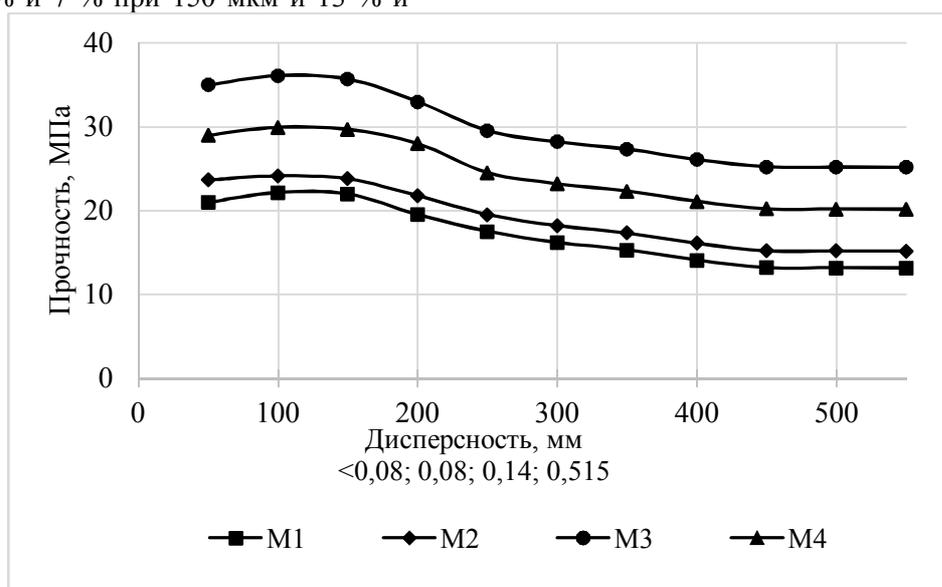


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии образцов от размера зерен после обжига при температуре 1000 °С

При дисперсности диопсида в пределах от 100 до 150 мкм керамические образцы обладают наибольшими прочностными характеристиками. Необходимо отметить, что размер зерна менее 80 мкм или более 150 мкм не обеспечивает достаточной прочности материалу.

Градация образцов по величине прочности при дисперсности в 100-150 микрон распределилась следующим образом: образцы M3 и M4 с наибольшим содержанием диопсидового концентрата и раствора силиката натрия занимают более

высокое положение на кривой графика, их показатели составляют 36 МПа и 30 МПа соответственно, далее разместились составы M1 и M2 с прочностью 22,2 МПа и 24,2 МПа с добавлением 10 % глинистого сырья.

Состав M3 по всем показателям превосходит другие керамические образцы (рис. 4). Его рецептура содержит 80 % диопсидового концентрата, 15 % натрий-силикатного раствора и 5 % глины, что при дисперсности основного компонента в 100 мкм гарантирует материалу при спекании на

1000 °С прочность при сжатии до 33 МПа, водопоглощение 6 % и незначительную усадку 0,3 %, а при обжиге на 1100 °С прочность при сжатии

достигает 35 МПа, водопоглощение составляет 6,2 %, усадка 0,4 %.

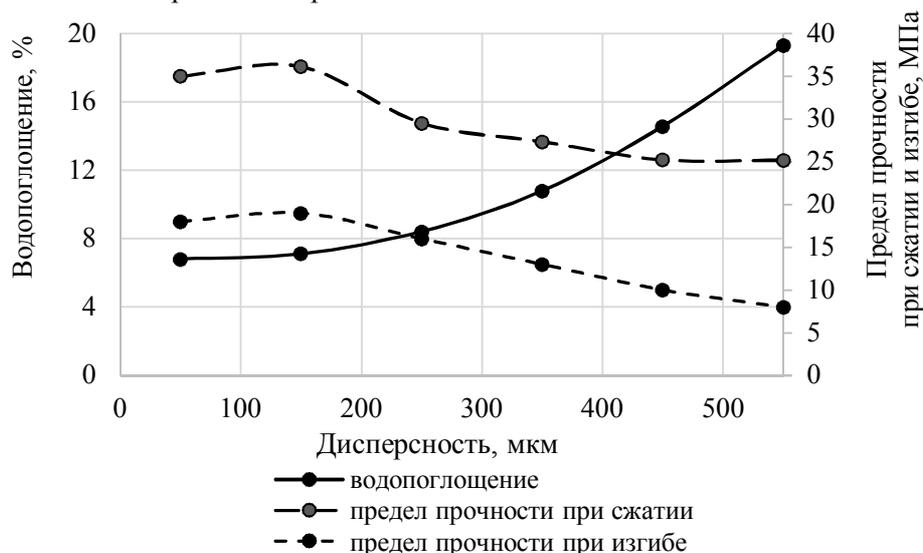


Рис. 4. Зависимость водопоглощения и предела прочности при сжатии и изгибе образца М3 от размера зерен диоксида после обжига при температуре 1000 °С

Достаточные показатели физико-механических свойств образцов (табл. 3) при дисперсности диоксидового сырья в 100–150 мкм можно обосновать тем, что при обжиге керамический черепок образца макроармируется оплавленными зернами диоксида при образовании стеклофазы за счет включения в состав раствора натрий-силикатного стекла и микроармируется в итоге раз-

рушения структуры и благодаря появлению новых фаз в виде анортита, монтмориллонита, гидромусковита и карбоната кальция, что подтверждают термический и рентгенофазовый анализы материала (рис. 5, 6). На термограммах кривая ДТА показывает эндоэффект при 910–940 °С, на рентгенограмме выявлены пики анортита (d=0,405; 0,318 нм) [15].

Таблица 3

Свойства керамики в зависимости от размера зерна диоксида

Показатель	Состав М1	Состав М2	Состав М3	Состав М4
Температура обжига, °С	1000	1000	1000	1000
Водопоглощение, %	5,32	5,98	7,12	5,53
Прочность при сжатии, МПа	22,17	24,15	36,12	29,95

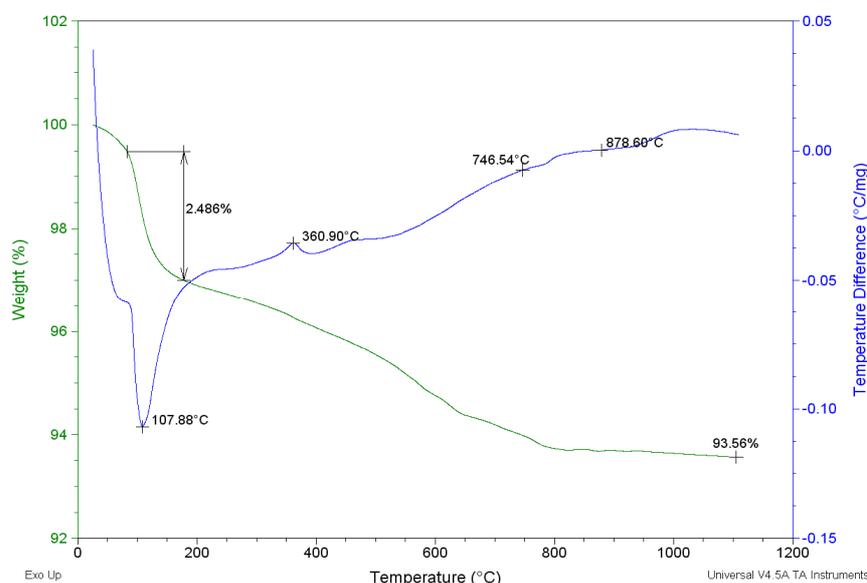


Рис. 5. Термограмма керамического состава М3



Рис. 6. Рентгеновские диффрактограммы керамического состава М3

Выводы. Проведенными исследованиями установлено влияние размера зерна диопсидового сырья на изменение физико-механических свойств керамического материала. Дисперсность в 100–150 микрон предопределяет значения прочности и водопоглощения в пределах 23–36 МПа и 5–7 % соответственно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меньшикова В.К. Состояние и тенденции развития рынка строительной облицовочной керамики в регионе // Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Сибирский федеральный университет, Торгово-экономический институт. 2019. С. 495–498.
2. Енджиевский С.Л., Карасев М.С., Булычев Т.И. Повышение физико-механических характеристик керамических изделий // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник материалов XVI международной научно-практической конференции. 2018. С. 78–80.
3. Столбоушкин А.Ю. Влияние добавки волластонита на формирование структуры стеновых керамических материалов из техногенного природного сырья // Строительные материалы. 2015. № 8. С. 13–17.
4. Позняк А.И., Левицкий И.А., Баранцева С.Е. О повышении механической прочности керамических плиток на стадиях прессования и сушки // Техника и технология силикатов. 2015. Т. 21. № 1. С. 2–6.
5. Патент 2525414 Российская Федерация, МПК С04В33/132. Керамическая масса для изготовления строительных изделий и керамических плиток / С.Ж. Жекишев, Н.И. Кудряшов; заявитель и патентообладатель Фед. гос. бюдж. обр. учр. высш. проф. образ. Рос. хим-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева. N 2013107113/03; заявл. 19.02.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22. 7 с.
6. Верещагин В.И., Шильцина А.Д., Селиванов Ю.В. Моделирование структуры и оценка прочности строительной керамики из грубозернистых масс // Строительные материалы. 2007. № 6. С. 65–68.

7. Шильцина А.Д., Верещагин В.И. Спекание, фазообразование и свойства керамических плиток с применением диопсидового и глинистого сырья Хакасии // *Стекло и керамика*. 2000. № 3. С. 13–16.
8. Верещагин В.И., Бурученко А.Е., Мушарапова С.И., Меньшикова В.К. Влияние дисперсности непластичных компонентов керамических масс на спекание и свойства строительной керамики // *Строительные материалы*. 2015. № 8. С. 64–67.
9. Бурученко А.Е., Меньшикова В.К. Применение нового современного вида сырья в производстве керамической плитки // *Современные материалы, техника и технология. Материалы 4-й междуна. науч.-практич. конф. (25-26 декабря 2014 года)*. редкол. А.А. Горохов; Юго-Зап. гос. ун-т, ЗАО «Университетская книга». Курск, 2014. С. 102-104.
10. Vereshchagin V.I., Buruchenko A.E., Menshikova V.K., Mogilevskaya N.V. Ceramic materials based on diopside // *Glass and Ceramics*. 2011. Т. 67. №11-12. Рз. 343–346.
11. Верещагин В.И., Бурученко А.Е., Меньшикова В.К. Безусадочный облицовочный керамический материал на основе диопсидового сырья // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. С. 13.
12. Меньшикова В.К., Демина Л.Н. Модификация керамического состава сырьевыми материалами Сибирского региона [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/02savn420.html> (дата обращения: 28.09.2020).
13. Бурученко А.Е., Верещагин В.И., Меньшикова В.К. Малоусадочная керамика на основе долеритовых мелкодисперсных отходов щебеночного производства // *Стекло и керамика*. 2019. № 11. С. 119–123.
14. Buruchenko A.E., Men'shikova V.K., Vereshchagin V.I. Low-shrinkage ceramic based on fine-grained dolerite wastes from crushed-stone production // *Glass and Ceramics*. 2020. № 11–12. Pp. 415–418.
15. Меньшикова В.К., Демина Л.Н. Керамические строительные материалы с использованием нетрадиционного вида сырья // *Строительные материалы и изделия*. 2020. Том 3. № 3. С. 40–46.

Информация об авторах

Меньшикова Виктория Карловна, доцент, кандидат технических наук. E-mail: vi1222@mail.ru. Сибирский федеральный университет. Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

Поступила в 25.09.2020.

© Меньшикова В.К., 2020

Men'shikova V.K.
Siberian Federal University
E-mail: vi1222@mail.ru

INFLUENCE OF NON-PLASTIC COARSE-DISPERSED COMPONENTS ON THE PROPERTIES OF CERAMIC MATERIAL

Abstract. *In modern conditions, clay raw materials of fine-grained structure are used for the production of building ceramics. The task of using coarse non-traditional non-plastic components in the compositions of ceramic masses and the choice of rational sizes of their grains is relevant. The exclusion of pre-grinding determines the reduction of energy costs and, as a result, the cost of finished products. The paper offers an option of using diopside concentrate of various grain sizes in compositions with minor additions of clay and sodium silicate solution. The problems of stress development at the interface of grain and ligament contact, which in case of a negative outcome do not make it possible to obtain a strong structure of a ceramic shard, are solved. The presence of an insignificant voltage formed as a result of the relationship between the diopside and the forming glass phase is revealed, this does not prevent the consideration of the probability of obtaining a ceramic material. The study of the behavior of ceramic samples containing diopside of different granulometric composition when adding a solution of sodium-silicate glass after molding and firing shows the effectiveness of using diopside concentrate in 100–150 microns. Contacts of this size of diopside are wrapped in liquid glass during molding. A glass phase is formed when fired. In this case, the diopside is partially melted, but it is preserved and exists as an independent unit. A smaller grain size during sintering requires more glass phase, which leads to structural stresses, and with a larger size, not enough glass phase is formed and the strength of the material is significantly reduced. When studying the influence of grain size on the properties of the sample, the results of water absorption indicators of 7%, mechanical compressive strength – 36 MPa, bending*

strength-17 MPa are obtained. It is found that the dispersion of diopside in 100–150 microns allows to develop a technology for the use of coarse-grained raw materials in the ceramic mass.

Keywords: dispersion, diopside concentrate, clay, sodium-silicate glass, water absorption, strength.

REFERENCES

1. Menshikova V.K. State and development trends of the construction facing ceramics market in the region [Sostoyaniye i tendentsii razvitiya rynka stroitel'noy oblitsovochnoy keramiki v regione]. Problemy razvitiya rynka tovarov i uslug: perspektivy i vozmozhnosti sub'yektov RF. Materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Sibirskiy federal'nyy universitet, Torgovo-ekonomicheskii institut. 2019. Pp. 495–498. (rus)
2. Yendzhiyevskiy S.L., Karasev M.S., Bulychev T.I. Improving the physical and mechanical characteristics of ceramic products [Povysheniye fiziko-mekhanicheskikh kharakteristik keramicheskikh izdeliy]. Fundamental'nyye i prikladnyye nauchnyye issledovaniya: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii. Sbornik materialov XVI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2018. Pp. 78–80. (rus)
3. Stolboushkin A.Yu. The influence of the addition of wollastonite on the formation of the structure of wall ceramic materials from technogenic natural raw materials [Vliyaniye dobavki vollastonita na formirovaniye struktury stenovykh keramicheskikh materialov iz tekhnogennogo prirodnogo syr'ya]. Building material. 2015. No 8. Pp. 13–17. (rus)
4. Poznyak A.I. Levitskiy I.A., Barantseva S.Ye. On increasing the mechanical strength of ceramic tiles at the stages of pressing and drying [O povyshenii mekhanicheskoy prochnosti keramicheskikh plitok na stadiyakh pressovaniya i sushki]. Technique and technology of silicates. 2015. Vol. 21. No 1. Pp. 2–6. (rus)
5. Zhekishev S.Zh., Kudryashov N.I. Ceramic mass for the manufacture of building products and ceramic tiles [Keramicheskaya massa dlya izgotovleniya stroitel'nykh izdeliy i keramicheskikh plitok]. Patent RF, no. 2013107113/03, 2015.
6. Vereshchagin V.I., Shil'tsina A.D., Selivanov Yu.V. Modeling the structure and assessment of the strength of building ceramics from coarse-grained masses [Modelirovaniye struktury i otsenka prochnosti stroitel'noy keramiki iz grubozernistykh mass]. Building material. 2007. No 6. Pp. 65–68. (rus)
7. Shil'tsina A.D., Vereshchagin V.I. Sintering, phase formation and properties of ceramic tiles using diopside and clay raw materials of Khakassia [Spekaniye, fazoobrazovaniye i svoystva keramicheskikh plitok s primeneniyyem diopsidovogo i glinistogo syr'ya Khakasii]. Glass and ceramics. 2000. No 3. Pp. 13–16. (rus)
8. Vereshchagin V.I., Buruchenko A.Ye., Musharapova S.I., Men'shikova V.K. Vliyaniye dispersnosti neplastichnykh komponentov keramicheskikh mass na spekaniye i svoystva stroitel'noy keramiki. Building material. 2015. No 8. Pp. 64–67. (rus)
9. Buruchenko A.Ye., Men'shikova V.K. Primneniye novogo sovremennogo screw Syr'ya V proizvodstve keramicheskoy plitki [Primneniye novogo sovremennogo vida syr'ya v proizvodstve keramicheskoy plitki]. Sovremennyye materialy, tekhnika i tekhnologiya. Materialy 4-y mezhduna. nauch.-praktich. konf. (25-26 dekabrya 2014 goda), redkol. A.A. Gorokhov; Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy institut, ZAO «Universitetskaya kniga». Kursk, 2014. Pp. 102–104. (rus)
10. Vereshchagin V.I., Buruchenko A.E., Men'shikova V.K., Mogilevskaya N.V. Ceramic materials based on diopside. Glass and Ceramics. 2011. Vol. 67. No. 11-12. Pp. 343–346.
11. Vereshchagin V.I., Buruchenko A.Ye., Men'shikova V.K. [Bezusadochnyy oblitsovochnyy keramicheskyy material na osnove diopsidovogo syr'ya]. Modern problems of science and education. 2015. No 1-1. C. 13. (rus)
12. Menshikova V.K., Demina L.N. Modification of ceramic composition with raw materials of the Siberian region [Modifikatsiya keramicheskogo sostava syr'yevymi materialami Sibirskogo regiona]. URL: <https://esj.today/02savn420.html> (date of treatment: 12.12.2009).
13. Buruchenko A.Ye., Vereshchagin V.I., Men'shikova V.K. Malousadochnaya keramika na osnove doleritovykh melkodispersnykh otkhodov shchebenochnogo proizvodstva [Malousadochnaya keramika na osnove doleritovykh melkodispersnykh otkhodov shchebenochnogo proizvodstva]. Glass and ceramics. 2019. No. 11. Pp. 119–123. (rus)
14. Buruchenko A.E., Men'shikova V.K., Vereshchagin V.I. Low-shrinkage ceramic based on fine-grained dolerite wastes from crushed-stone production. Glass and Ceramics. 2020. No 11-12. Pp. 415–418.
15. Menshikova V.K., Demina L.N. Ceramic building materials using non-traditional raw materials [Keramicheskyye stroitel'nyye materialy s ispol'zovaniyyem netraditsionnogo vida syr'ya]. Building materials and products. 2020. Vol. 3. No. 3. Pp. 40–46. (rus)

Information about the authors

Men'shikova, Victoria K. PhD, Associate Professor. E-mail: vi1222@mail.ru, Siberian Federal University. 79 Svobodny pr., 660041 Krasnoyarsk, Russia

Received 25.09.2020

Для цитирования:

Меньшикова В.К Влияние непластичных грубодисперсных компонентов на свойства керамического материала // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 10. С. 8–16. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-10-8-16

For citation:

Men'shikova V.K. Influence of non-plastic coarse-dispersed components on the properties of ceramic material. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 10. Pp. 8–16. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-10-8-16