

## Задачи для начинающих (школьники до 8 класса, любые начинающие).

### Задача 11 «Временные, но очень важные...».

Керамические материалы известны давно. История керамических материалов отражает наблюдательность и развитие человеческого общества. Когда-то давно человек заметил ( рис. 1, 2, 3), что глина обладает пластичностью и из нее можно изготовить полезные или красивые предметы, которые могут украсить существование или улучшить настроение: «Ах, этот удивительный прозрачный фарфоровый сервиз! Ах, эти забавные глиняные фигурки!»



Рис. 1

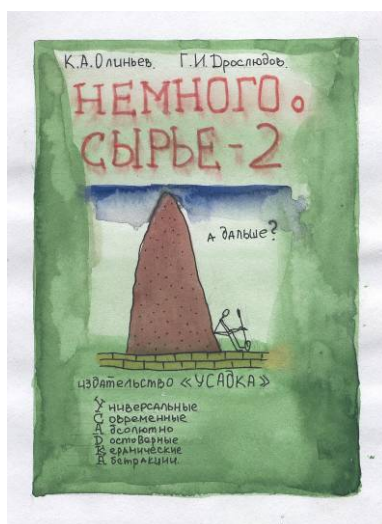


Рис. 2



Рис. 3

Пластичность масс, содержащих глинистые минералы, позволяет формировать изделия лепкой, литьем, прессованием (рис.4-6).



Рис. 4

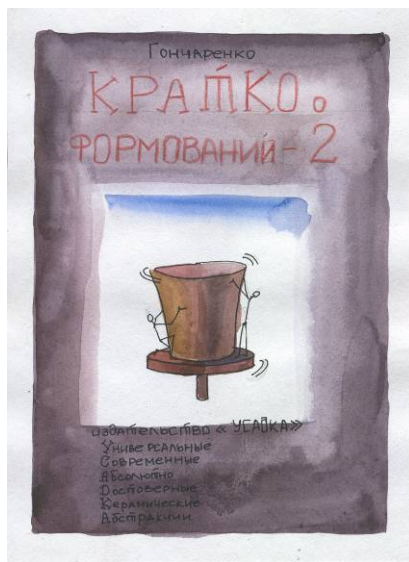


Рис. 5



Рис. 6

\* Рисунки, иллюстрирующие некоторые аспекты технологии керамики, выполнены в виде обложек к учебникам художницей из города Сергиев Посад Московской области Пивоваровой Ольгой Николаевной, когда она была студенткой АХПК им. В.М.Васнецова и изучала курс «Технология и материаловедение художественной керамики» в 2003-2004 учебном году

Глинистые минералы сообщают формовочным массам пластичность благодаря пластинчатому строению частиц. Таким образом, влажная глина является связующим компонентом на стадии формования. После сушки глина теряет пластичность и придает заготовке достаточную прочность, чтобы перенести заготовку в печь. При обжиге присутствие глинистых минералов обеспечивает формирование новых высокотемпературных алюмосиликатных фаз, обеспечивающих прочность материала после обжига в процессе эксплуатации.

Развитие общества требовало создания новых материалов. И керамические материалы, полученные с использованием глинистого сырья и содержащие высокотемпературные алюмосиликатные фазы, оказались не такими уж высокотемпературными и не такими уж прочными.

Керамику, обладающую повышенной прочностью, называют конструкционной и такую керамику изготавливают на основе специально подготовленных порошков чистых оксидов, на пример оксида алюминия или диоксида циркония. Другие виды функциональной керамики также не могут быть изготовлены (сформованы) с использования пластичного глинистого сырья, так как их свойства зависят от фазового состава материала, и присутствие алюмосиликатных фаз оказывается недопустимым. Как это не печально, но порошковые системы, на основе оксидов со специальными свойствами, не обладают пластичностью. Что же делать? Выходом из создавшейся ситуации стало использование при формовании других – не глинистых, а временных технологических связующих (ВТС).

В ВТС стали использовать растворы или расплавы полимеров. Присутствие органических по своей природе компонентов в порошковой системе, предназначенной для получения керамики, сообщало данной системе необходимую пластичность, достаточную прочность после формования до обжига, а в процессе обжига не оказывало влияния на формирование заданного фазового состава.

ВТС должны отвечать некоторым обязательным требованиям. ВТС и продукты его разложения не должны быть токсичными. ВТС должно обладать способностью смачивать частицы неорганического порошка. ВТС должно удаляться при нагревании в обжиге до начала спекания [1].

Существует достаточно большой список полимеров, которые могут быть использованы в качестве основного компонента ВТС. Не основным, но обязательным будем считать растворитель полимера. В состав ВТС помимо полимера и растворителя могут так же входить поверхностно-активные вещества и другие добавки, добавление которых не будет противоречить обязательным требованиям, перечисленным в предыдущем абзаце. Введение полимера в виде раствора позволяет равномерно распределить ВТС в порошковой системе.

Микроструктура керамики наследует микроструктуру порошков, из которых ее получают. Но процесс формирования плотного поликристаллического тела в процессе обжига (например, керамики на основе оксида алюминия) в значительной степени зависит от характеристик сформованного порошкового полуфабриката. Безусловно, такая порошковая заготовка должна иметь равномерную структуру. Пористая заготовка состоит из частичек неорганического порошка, а также из газовой фазы (в самом простом случае – из воздуха). Плотность заготовок после формования не превышает, как правило, 50%, поскольку высокодисперсные порошки сопротивляются уплотнению. Следовательно, логично предполагать, что распределение газовой фазы (пор) должно быть как можно более однородным.

Распределение пор по размерам (рисунок 7) было измерено для образцов после удаления ВТС. Порошковые заготовки получали прессованием высокодисперсного оксида алюминия с использованием различных ВТС. В качестве ВТС использовали парафин, который вводили в виде раствора в четыреххлористом углероде в количестве 6% масс., и

поливиниловый спирт, который вводили в порошок в виде водного раствора в количестве 5% [2]<sup>†</sup>.

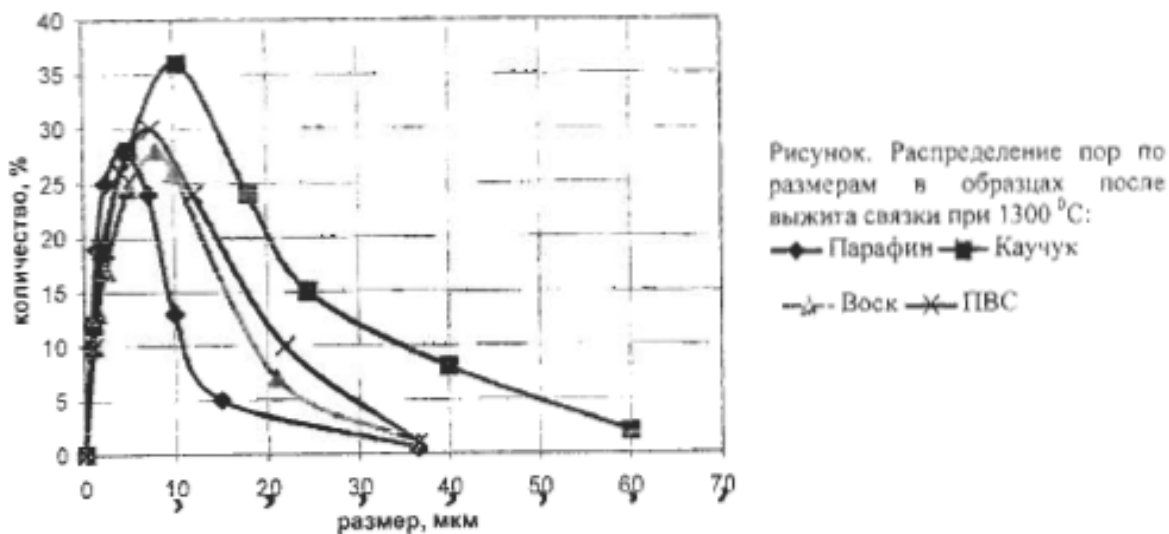


Рис. 7

В настоящей задаче требуется дать ответ, почему распределение пор по размерам в порошковых заготовках на основе высокодисперсного порошка оксида алюминия, содержащих ПВС отличается от распределения пор по размерам в порошковых заготовках, содержащих парафин (**5 баллов**). После введения ВТС заготовки формовали прессованием, используя одинаковое давление прессования.

Для того, чтобы решение данной задачи принесло удовольствие, рекомендуется рассмотреть и сравнить различные физико-химические свойства использованных в качестве ВТС полимеров, а именно поливинилового спирта и парафина (**2 балла**). Что же еще кроме физико-химических свойств использованных в качестве основных компонентов ВТС полимеров может повлиять на формирование однородной структуры порошковой заготовки до обжига, а в последствии и на формирование микроструктуры? (**3 балла**)

#### Методические замечания:

1. Задача решается в рамках базовых знаний и здравого смысла
2. Вопросы можно задать в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» [http://www.nanometer.ru/olymp2\\_o4.html](http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html)
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы

<sup>†</sup> Автор задачи благодарит сотрудников кафедры химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И.Менделеева профессора Лукина Евгения Степановича и доцента Макарова Николая Александровича за предоставленные данные о распределении пор по размерам в заготовках на основе оксида алюминия, полученных с использованием различных ВТС.

вводите при входе на сайт Олимпиады [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).

---

<sup>1</sup> Балкевич В.Л. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. -256 с. (стр. 42-49)

<http://www.nanometer.ru/fp/2010/03/07/12679646998230.html>

<sup>2</sup> Lukin E. S., Tarasova S. V., Popova N. A., Makarov N. A. CORUNDUM CERAMICS FOR MEDICAL PURPOSES// Glass and ceramics. - Vol. 60, Nos. 1 – 2, 2003

<http://www.nanometer.ru/fp/2010/03/07/12679648574070.html>