



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-88-90>  
УДК 674.21

Поступила 24.06.2021  
Received 24.06.2021

## ЗАВИСИМОСТЬ ФРАКТАЛЬНОСТИ ГЕЛЯ КРЕМНЕКИСЛОТЫ ОТ СПОСОБА ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ ЗОЛЯ

С. С. ТКАЧЕНКО, В. О. ЕМЕЛЬЯНОВ, К. В. МАРТЫНОВ, Филиал РАХ «Творческая Мастерская «Литейный Двор», г. Санкт-Петербург, Россия, Расстанный проезд, 1. E-mail: [sbplenal@mail.ru](mailto:sbplenal@mail.ru)

*Приведены экспериментальные данные, подтверждающие влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) и седиментационной устойчивости на конечную структуру геля стабилизированной кремниевой кислотой. Представлены исследования макроструктуры кремнегеля в зависимости от способа эмульгирования золя кремниевой кислоты и влияние получаемой фрактальности на прочность литейной формы.*

*Показано направление модифицирования связующего для литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) с получением заданных свойств керамической оболочки.*

*Установлено комплексное действие органических полимеров на систему золь – гель. Сделан вывод о возможности использования водной дисперсии акрила для формирования заданной структуры геля кремнекислоты.*

**Ключевые слова.** Керамические формы, прочность, гель, структура, кремнезоль.

**Для цитирования.** Ткаченко, С. С. Зависимость фрактальности геля кремнекислоты от способа эмульгирования золя / С. С. Ткаченко, В. О. Емельянов, К. В. Мартынов // *Литье и металлургия*. 2021. № 3. С. 88–90. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-88-90>.

## DEPENDENCE OF THE FRACTALITY OF THE SILICA GEL ON THE METHOD OF SOL EMULSIFICATION

S. S. TKACHENKO, V. O. YEMELYANOV, K. V. MARTYNOV, Branch of the RAH Creative Workshop "Liteyny Dvor", St. Petersburg, Russia, 1, Rasstanny proezd. E-mail: [sbplenal@mail.ru](mailto:sbplenal@mail.ru)

*The article presents experimental data confirming the effect of capillary active substance (surfactants) and sedimentation stability on the final structure of the gel with stabilized silicic acid. Studies of the macrostructure of silica gel depending on the method of emulsification of silicic acid sol and the effect of the resulting fractality on the strength of the mold are presented.*

*The direction of modifying the binder for lost-wax casting (LWC) with obtaining the specified properties of the ceramic shell is shown.*

*The complex effect of organic polymers on the sol – gel system has been established. The conclusion is made about the possibility of using an aqueous dispersion of acrylic to form a given structure of a silica gel.*

**Keywords.** Ceramic shapes, strength, gel, structure, silica.

**For citation.** Tkachenko S. S., Yemelyanov V. O., Martynov K. V. Dependence of the fractality of the silica gel on the method of sol emulsification. *Foundry production and metallurgy*, 2021, no. 3, pp. 88–90. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-88-90>.

Прочность керамических форм – одна из основных проблем получения качественного художественного литья по выплавляемым моделям. Формирование кварцевой связки между зернами наполнителя и обсыпки – многостадийный процесс, который сопровождается массообменом с окружающей средой и образованием динамических структур [1]. Факторы, влияющие на конечное состояние керамики, многочисленны. Один из них – дисперсность системы золь – гель. Раствор кремнекислоты должен обеспечивать седиментационную устойчивость огнеупорной суспензии, а в процессе гелеобразования – формировать связующий каркас оптимальной структуры. Уместно предположить, что определяющим фактором будет способ эмульгирования золя. Для прояснения вопроса были подготовлены два образца геля кремниевой кислоты. Исходный золь стабилизирован натриевой щелочью до pH 9,5. Эмульгирование первого образца золя проводили алкилбензолсульфонатом. Структуру второго образца золя формировали водной дисперсией акрила. Отверждение происходило обезвоживанием на предметном стекле микроскопа.

Структура пленок геля показана на рис. 1. Толщина пленки порядка 10 мкм. Золь, эмульгированный алкилбензолсульфонатом, затвердевает в виде столбчатых образований (рис. 1, а). Промежутки между

фрагментами геля заполнены силикатом натрия. Это установлено при промывке геля водой и последующем нагреве до температуры 800 °С [1]. Эмульгирование водной дисперсией акрила приводит к образованию структуры с более высокой степенью фрактальности (рис. 1, б).

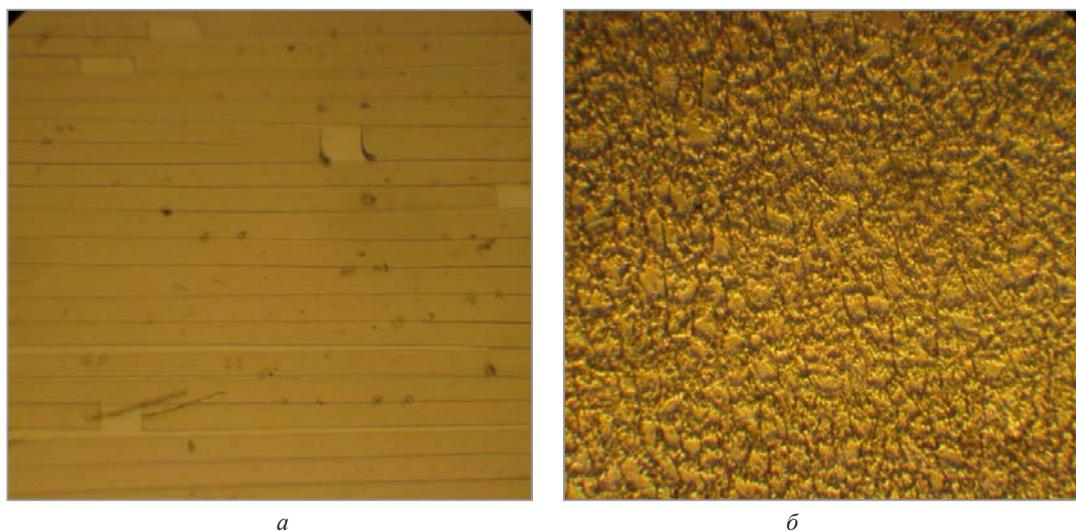


Рис. 1. Структура геля кремнекислоты: а – эмульгирование золя алкилбензолсульфонатом; б – эмульгирование золя водной дисперсией акрила.  $\times 400$

Гель, золь которого эмульгирован дисперсией акрила, показывает более высокие прочностные свойства в составе литейной керамики. Таким образом, можно утверждать, что способ диспергирования золя непосредственно влияет на несущую способность литейной формы.

Макроскопические изменения в структуре геля, полученного из кремнезоля в присутствии водной дисперсии акрила, приводят к изменению физических свойств литейной керамики [2]. Вопрос о механизме структурных изменений лежит в плоскости поверхностных явлений. Изучение структуры границы раздела фаз позволяет вплотную подойти к технологии наноконструирования литейной керамики.

Исследования методом электронной микроскопии показали существенные различия в строении геля на микроскопическом уровне. Гель без модификатора представляет собой компактную структуру (рис. 2). Неровная грань соответствует границе разрушения образца. Внутреннее строение геля связующего представляет собой кристалл кварцевого стекла.

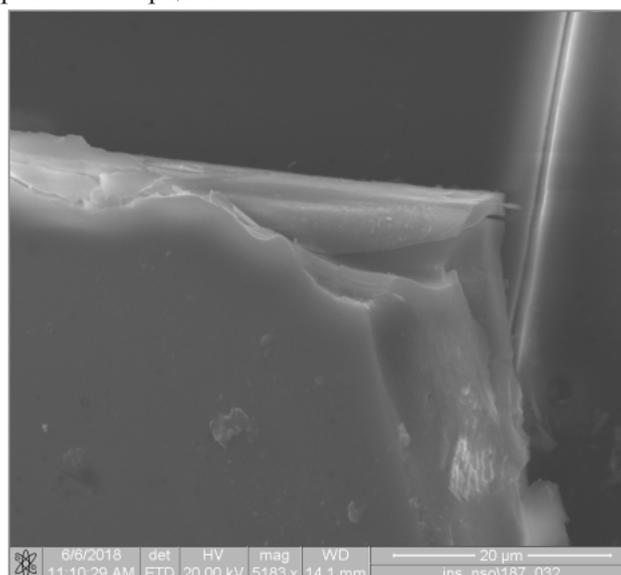


Рис. 2. Гель кремнезоля без модификатора

Введение в золь дисперсии акрила приводит к кардинальному изменению структуры. Степень фрактальности увеличивается. Появляется чрезвычайно развитая поверхность раздела: гель – силикат натрия в смеси с дисперсией акрила (рис. 3).

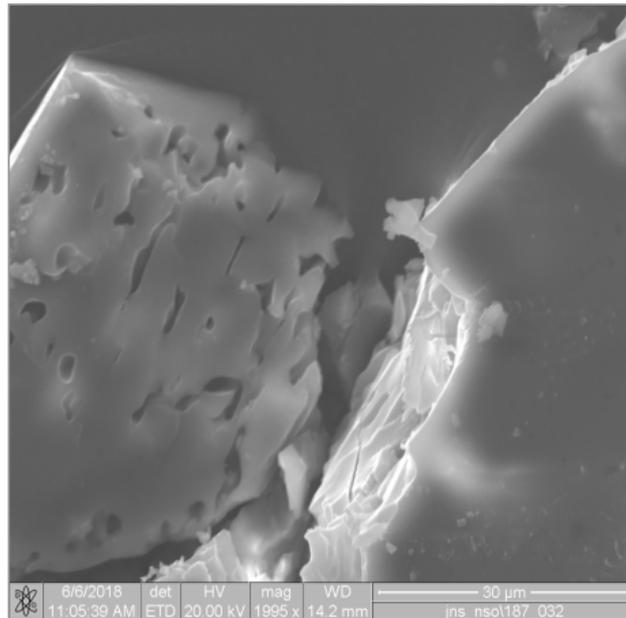


Рис. 3. Гель кремнекислоты, модифицированной дисперсией акрила

Использованные методики не позволяют ответить на вопрос о влиянии ликвации силиката натрия и акриловой дисперсии на прочностные свойства литейной керамики. На основании распределения деформаций можно предположить, что если силикат натрия располагается периферийно и соответственно формируется структура, близкая к монокристаллу, то акриловая дисперсия образует каркас, который приводит к объемному усложнению структуры геля.

Исследования показали, что силикат натрия и акриловая дисперсия оказывают близкое по направленности воздействие при гелеобразовании. Оба компонента приводят к увеличению степени фрактальности геля.

Прочность геля и соответственно прочность керамической формы зависят от структуры связующего в пределах 1мкм. На молекулярном уровне формируется аморфная среда независимо от условий отверждения. Механизм структурообразования модифицированного кремнезоля является ключом к получению литейной керамики с заданными свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бречко А. А., Емельянов В. О., Мартынов К. В. Особенности формирования структуры и поверхности контактного слоя керамических форм на основе ЭТС-40 и Сиалит-20С // «Литейщик России». 2006. № 2.
2. Бречко А. А., Емельянов В. О., Мартынов К. В. Прочность керамических форм для литья по выплавляемым моделям // Сб. тр. 9-го съезда литейщиков. Уфа. 21–23 апреля 2009 г.

#### REFERENCES

1. Brechko A. A., Emel'janov V. O., Martynov K. V. Osobennosti formirovaniya struktury i poverhnosti kontaktного sloja keramicheskikh form na osnove JeTS-40 i Sialit-20S [Features of the formation of the structure and surface of the contact layer of ceramic molds based on ETS-40 and Sialit-20C]. *Litejshhik Rossii = Foundry of Russia*, 2006, no. 2.
2. Brechko A. A., Emel'janov V. O., Martynov K. V. Prochnost' keramicheskikh form dlja lit'ja po vyplavljaemym modeljam [Strength of ceramic investment casting molds]. *Sbornik trudov IX s'ezda litejshhikov, 21–23 aprlja 2009 g., Ufa = Collection of works of the 9th congress of foundry workers, April 21–23, 2009, Ufa*.