

**Золь-гель технология как основа для защитных покрытий
в литейном производстве**

Комаров О.С., Розенберг Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Современные технологии требуют применения материалов, отвечающих самым разнообразным требованиям. Очень часто от деталей механизмов требуется способность противостоять коррозионным факторам и термическим нагрузкам одновременно. Практически на всех машиностроительных заводах имеются плавильные и термические печи, металлические конструкции, которые корродируют, а теплоизоляционная футеровка разрушается под действием высоких температур. Для повышения уровня защищённости металлические конструкции обрабатываются специальными термостойкими красками и эмалями.

В настоящее время интенсивно развивается новое направление в технологии получения керамики и неорганических композитов – формирование материалов из растворов на базе золь-гель процессов, сущность которых заключается в применении золь – коллоидных растворов различных оксидов и оксигидратов металлов.

Сегодняшняя золь-гель-технология – это способы получения многокомпонентных гелей высокой однородности и чистоты с последующим превращением геля в пленки, волокна, порошки, монолитные и пористые изделия. Связующие пленки были среди первых объектов, изготавливаемых золь-гель-методом [1,2]

Получение алкоксида кремния подробно описано в [3], на примере, промышленного производства этилсиликата, который может быть использован для изготовления покрытий. Аналогичные технологии используются и для получения алкоксидов таких металлов, как Ti, Zn, Zr, оксиды которых имеют высокую температуру плавления, что важно при необходимости защитить конструкцию, работающую при высоких температурах. Кроме того, у ZrO_2 коэффициент температурного расширения (КТР) сопоставим с КТР стали, что весьма важно с точки зрения борьбы с растрескиванием и отслаиванием защитных покрытий.

Золь-гель технологии характеризуются простотой исполнения и не требуют специального оборудования, экологичны и экономичны. О перспективности золь-гель технологий свидетельствует огромное количество научных исследований, посвященных совершенствованию самого процесса получения неорганических полимеров, а также расширению областей его применения.

Особый интерес у исследователей вызывают пленки ZnO, полученные золь-гель методом. Это связано с тем, что ZnO обеспечивает протекторную защиту покрываемых им металлических поверхностей [4-7].

Дополнительного повышения прочностных, технологических и эксплуатационных свойств пленочных покрытий можно добиться путем их модифицирования органическими добавками и добавками наночастиц минеральных веществ. В работе [8] приводится классификация неорганических компонентов (поливиниловый спирт, полипропилен, полиуретан, алкоксиды и рекомендуемые органические компоненты). Их смешивание и обработка по золь-гель технологии позволяет получить органо-неорганические гибридные связующие, покрытия и материалы [9].

В настоящее время золь-гель технологии нашли широкое применение в качестве защитных покрытий в виде плотных пленок в самолетостроении, при изготовлении плотной и легковесной керамики, а также керамических нитей и оптических стекол. Широко используется она и для защиты полупроводников, резисторов и проволоки в микроэлектронике [10]. В литейном производстве золь SiO_2 используется в качестве связующего при изготовлении форм для литья по выплавляемым моделям. Алюмозоль и кремнезоль используются в качестве свя-

зующих веществ при производстве керамических блоков [10]. Несмотря на то, что в машиностроительной и литейно промышленности они не нашли широкого применения, перспектива их использования хорошо просматривается.

Известно, что часть оборудования, например, системы очистки газов от плавильных печей, работает в агрессивной среде. Использование защитных покрытий в несколько раз увеличивает срок службы деталей из нержавеющей стали, работающих в кислоте [11]. Разработанные золь-гель технологии могут быть использованы с целью создания еще более совершенных защитных покрытий и увеличения срока службы газоочистных систем.

Ряд деталей конструкции нагревательных и плавильных печей испытывают высокие тепловые нагрузки и быстро разрушаются вследствие газовой коррозии. Использование высокотемпературных покрытий способствует замедлению процесса окисления. Особенно перспективен в этом отношении золь ZrO_2 , КТР у которого близок к КТР металлов, что исключает растрескивание пленочного покрытия при нагревании.

Золь SiO_2 служит связующим при изготовлении формы для литья по выплавляемым моделям. Но оксид кремния в процессе полиморфного превращения существенно изменяет объем, что приводит к короблению и растрескиванию форм. Частичная или полная замена SiO_2 на Al_2O_3 , который лишен этого недостатка и не спекается с жидким расплавом, позволит улучшить чистоту поверхности отливок и повысить их точность.

Использование золь ZrO_2 для пропитки поверхности стержней, возможно, позволит решить проблему просечек на внутренних поверхностях чугуновых отливок и улучшить чистоту их поверхности.

Учитывая доступность и простоту золь-гель-технологий и их очевидную перспективность для решения насущных проблем литейного производства следует представлять интерес шире исследовать технологические возможности этого процесса.

Литература

1 Шилова О.А. Наноразмерные пленки, получаемые из золь на основе тетраэтоксисилана, и их применение в планарной технологии изготовления полупроводниковых газовых сенсоров / О.А Шилова // Физика и химия стекла. 2005. Т. 31. № 2. С. 270 – 294.

2 Исследование физико-химических свойств наноразмерных гибридных боросиликатных пленок, получаемых из золь / О.А. Шилова, Т.И. Василенко, И.В. Смирнова и др. // Температуроустойчивые функциональные покрытия. Труды XIX Всероссийского совещания по температуроустойчивым функциональным покрытиям. С.-Петербург 15 – 17 апреля 2003 г. СПб.: Янус, 2003. Т. 1. С. 189 – 192.

3 Ефимов В.А. Специальные способы литья. М. Машиностроение, 1990, с.720.

4 Марченко И.Н. Синтез и коллоидно-химические свойства гидрозоль бемита и смешанных дисперсий $AlOON-ZnO$. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Москва. 2017, 98с.

5 Davood Raoufi, Taha Raoufi. The effect of heat treatment on physical properties of sol-gel derived ZnO thin films. Applied Surface Science, March, 2009, p. 5812 – 5817.

6 Yaoming Li, Linhuf Xu. Effect of aging time ZnO Sol on the structural and optical properties of ZnO thinfilms prepared by sol-gel method. Applied Surface Sienct, 256 (2010), p. 4543 –4547.

7 Lamia Znaidi. Sol-gel-depsited ZnO thinfilms, A review Material Science and Engineering B–July, 2010, p. 18 – 30.

8 Коробков А.М. Применение золь-гель технологий для получения гибридных материалов/ А.М. Коробков [и др.] // Известия КазГАСУ. Строительные материалы и изделия.

9 Старовойтова Н.А. Исследование структуры и свойств гибридных органо-неорганических связующих./ Н.А. Старовойтова, Л.А. Авдрахманова // Известия КазГАСУб 2009, №2 (12), С. 269 – 273.

10 Максимов А.И, В.Н. Мошников и др. Основы золь-гель-технологии нанокompозитов. Санкт-Петербургский ГЭУ «ЛЭТИ», ид-во СПбГЭТУ «ЛЭГИ», 2007. с 273

11 Dehua Wang,. Sol-gel coatings on metals for corrosion protection. / Dehua Wang, Gordon. P. Bierwagen //Department of Coating and Polimeric materials, North Dakota State University. Furgo ND, 58105, USA, pp 327 – 338.