

Структура водного связующего в керамических формах для ЛВМ

Гелеобразование в керамических формах является основным процессом получения «сырой» прочности. Переход золя в гель, для водного связующего под торговой маркой «Силарм», сопровождается усадкой с образованием ячеистой структуры. При увеличении $200\times$ пленки толщиной 0,2мм это выглядит как продвижение фронта кристаллизации Рис.1. Пленку получали на кварцевом обезжиренном стекле.

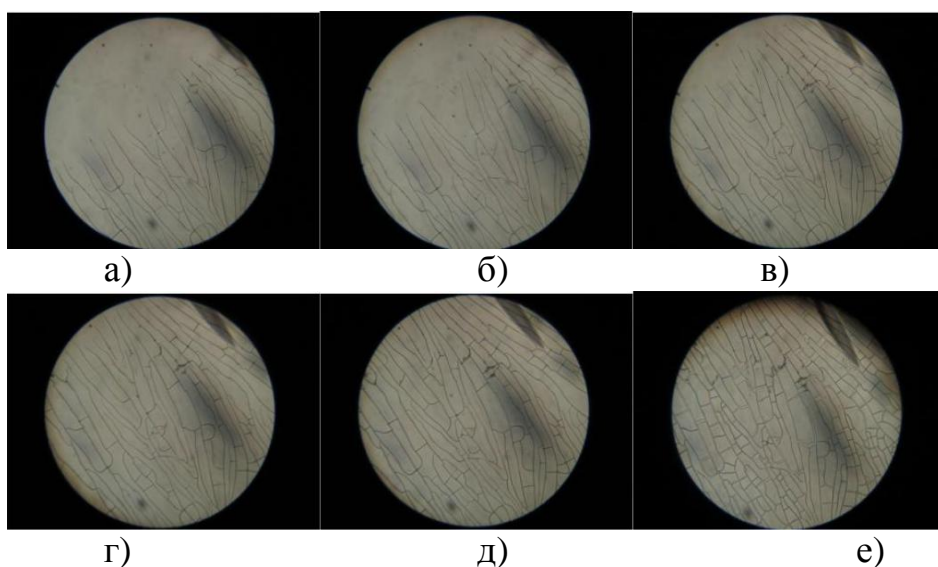


Рис.1. Образование ячеистой структуры при гелеобразовании водного раствора кремнезоля где: а) 30с с момента нанесения пленки связующего, б) то же через 50с, в) то же через 70с, г) то же через 90с, д) то же через 120с, е) то же через 600с.

Динамическую картину перехода золя в гель можно посмотреть на **видео**.

Сетка трещин образуется при формировании частиц кварца. Промежутки между частицами заполняет силикат натрия. Таким образом происходит локализация напряжений. Причем невооруженным глазом пленка геля выглядит сплошной. На выплавляемых моделях чистое связующее дает покрытие без характерного для силикатных систем отслаивания. Наличие силиката натрия в промежутках между частицами кварца было определено путем прокалки пленок связующего до температуры 850°C .

При прокалке керамических форм, выполненных на водном растворе кремнезоля, происходит удаление остаточной влаги и упрочнение керамики. Прочность форм растет монотонно по линейной зависимости. Газопроницаемость увеличивается до температуры $600\dots 750^{\circ}\text{C}$ затем имеет место падение на 10...15% и далее резкое возрастание данного параметра.

Это явление связано с плавлением натриевого силиката. Связующее «Силарм» в процессе изготовления проходит стабилизацию натриевой щелочью с целью получения двойного электрического слоя на поверхности частиц кремнезоля. Остаточный натрий в свою очередь образует силикат. При повышении температуры силикат натрия размягчается, что приводит к падению газопроницаемости. В дальнейшем соединение плавится и растекается по границам зерен кварца. Данное явление можно наблюдать на пленках связующего «Силарм» Рис.2. На фотографии Рис.2.а) видно, что между зернами кварца имеется визуальный зазор который в действительности представляет собой силикат натрия.

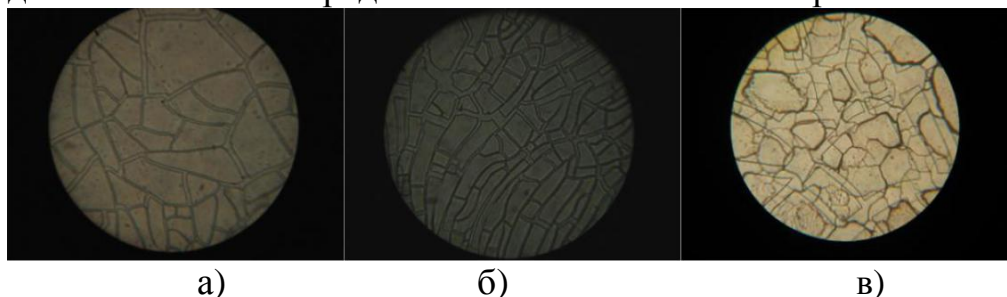


Рис.2. Структура пленок связующего «Силарм» увеличение $200\times$ где: а) пленка после нанесения на кварцевое стекло, б) пленка выдержанная в воде 2 часа и прокаленная до 850°C , в) пленка прокаленная до 850°C .

Если образец выдержать в воде в течении 2 часов, а затем прокалить до 850°C то строение пленки визуально не меняется Рис.2.б). Совершенно иная картина при прокалке образца без взаимодействия с водой Рис.2. в) при температуре выше 800°C происходит образование двойной кристаллической структуры. Вторая сетка кристаллов представляет собой натриевый силикат имеющий эвтектическую точку плавления 793°C .

На технологические свойства литейной керамики данное явление существенного влияния не оказывает, однако его желательно учитывать при назначении режимов прокалки. Необходимую прочность и отсутствие газотворности достигается при 500°C . Максимальные свойства керамика приобретает в интервале $850\dots 900^{\circ}\text{C}$.

Прочность керамических форм для ЛВМ определяется в значительной степени работой адгезии связующего к материалу основы и работой когезии при разрушении связки. Связующее «Силарм» обеспечивает предел прочности при отрыве 10 кПа. При этом характер разрушения смешанный Рис.3. Отрыв происходит как в месте контакта с кварцевой пластиной так и по сечению пленки связующего.

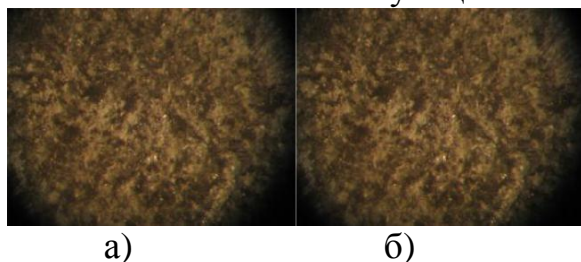


Рис.3. Поверхность разрушения пленки связующего (смешанный характер разрушения) где: а) неподвижный шток, б) отделяемая пластина.

Известно, что водные кремнезоли склонны к огеливанию при отрицательных температурах, а так же с течением времени. В технологическом плане это выражается падением прочности форм. Предел прочности на отрыв кварцевых пластин уменьшается до 1 кПа. Характер разрушения при этом преимущественно адгезионный Рис.4.

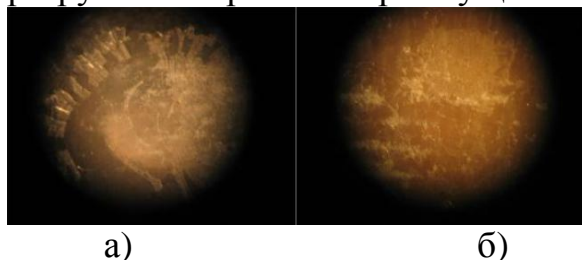


Рис.4. Поверхность разрушения пленки связующего (адгезионный характер разрушения) где: а) неподвижный шток, б) отделяемая пластина.

Уменьшение адгезионной прочности связано с увеличением молекулярной массы связующего и как следствие повышение краевого угла смачивания. Поверхностное натяжение при этом увеличивается незначительно.

Резкое увеличение прочности на разрыв имеет место при использовании в качестве склеивающего материала огнеупорной суспензии. Отрыв кварцевых пластин происходит при напряжении 220кПа. Увеличение прочности связано с возрастанием поверхностного натяжения с 20 мН/м до 57мН/м. Краевой угол смачивания натекания при этом составляет не более 60° . Согласно уравнению Дюпре каждая суспензия имеет максимум прочности в зависимости от количества введенного наполнителя.

Таким образом проведенные исследования позволяют утверждать:

1. Сетчатая структура «Силарм» и выпадающая фаза натриевого силиката требуют тщательной сушки керамических форм для получения «сырой» прочности.
2. Потеря прочностных свойств связующего в результате замораживания или старения связано с уменьшением адгезии к материалу основы.