

## РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СТЕКОЛ, ИНЕРТНЫХ К РАЗРУШАЮЩЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ МИКРОМИЦЕТОВ

Бабинова А.А., Павлушкина Т.К.  
АО «Институт стекла», Москва, Россия  
e-mail: Alxglass@mail.ru

Плесневые грибы в результате естественного метаболизма выделяют группы органических кислот, вступающих во взаимодействие с ионами щелочеземельных элементов-модификаторов структурной сетки, и разрушают стекло в результате гидролиза. Во влажной атмосфере поверхность стеклянных деталей может терять прозрачность за счет развития грибов, большинство из которых развивается в кислой среде.

В разрушении неорганических силикатных стекол помимо химических факторов немаловажную роль играют биохимические процессы. [1]. Известно, что микроорганизмы такие, как бактерии, грибы и актиномицеты, находящиеся в почве, разрушают природные силикаты. В земной коре кремний является одним из самых распространенных элементов, в связи с чем микромицеты стали активными биологическими разрушителями природных силикатов. [2,3].

Оптические изделия из силикатных стекол (линзы, окуляры, полированные стекла и т.д.) часто покрываются налетом, особенно во влажной атмосфере, имеющим биологическое происхождение, появление которого связано с действием микроорганизмов, имеющих мицелий, в частности грибов. Помутнение стекол происходит из-за органических кислот, выделяемых грибами и разрушающих поверхность стекла. После удаления мицелия на поверхности стеклоизделий остается рельефный рисунок, глубина которого достигает нескольких десятков микрон.

В работе исследовано взаимодействие стекол с некоторыми видами плесневых грибов, таких как *Aspergillus niger*, *Aspergillus terrus* и *Trichoderma*.

Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 9.049-91 – методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. Сущность метода заключается в выдерживании образцов стекол, зараженных спорами грибов, в условиях оптимальных для их развития с последующей оценкой грибостойкости по степени повреждения. Причем опыты проводили при отсутствии минеральных и органических загрязнений, т.е. образцы заражали спорами плесневых грибов в стерильной дистиллированной воде. Грибы росли только на питательных веществах, содержащихся в стекле.

Больше всего грибы растут на кварцевом стекле, что можно объяснить тем, что поверхность кварцевого стекла является нейтральной. Кварцевое стекло неустойчиво к действию плесневых грибов, поверхность зарастала на 50% через неделю. Введение в состав оксида алюминия способствовало повышению грибостойкости. При соотношении оксида кремния к оксиду алюминия 1:1 наблюдается подавление роста грибов на 15-20 сутки.

Большинство грибов развивается в кислой среде. Продуктами метаболизма являются органические кислоты, такие как лимонная, уксусная, щавелевая и т.д., которые подкисляют субстрат.

Оксиды амфотерных металлов изменяют рН среды и губительно влияют на рост плесневых грибов.

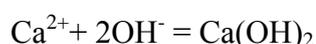
Заращение поверхности особенно сильно на краях образцов. В обычных условиях часто поражение силикатных стекол вызывается *Aspergillus niger* или другими аспергиллами, отличительной особенностью которых является способность к росту на достаточно сухих поверхностях за счет атмосферного увлажнения.

Обнаружено, что процесс деструкции стекол связан с его химическим составом и структурой. Найдена взаимосвязь грибоустойчивости стекол с величиной силы поля катионов-модификаторов, входящих в состав стекла, причем с увеличением силы поля катионов возрастает инертность стеклоизделий к действию плесневых грибов.

Исследование образцов листовых силикатных стекол показало, что некоторые из них содержат питательные вещества в небольшой концентрации, что способствует незначительному развитию плесневых грибов на поверхности исследуемых стекол. Такие стекла невозможно хранить на складах с повышенной влажностью из-за повреждения поверхности и снижения светопропускания. Выяснилось, что отличия и особенности технологических операций, используемые на стекольных заводах, могут заметно сказываться на химическом составе поверхности стеклоизделий и привести к утрате исходных оптических и механических свойств во время хранения и эксплуатации в условиях повышенной влажности окружающей среды.

Способ выработки стеклоизделий, в частности медицинского назначения, таких как ампулы, пробирки и бутылочки, имеет огромное значение. Например, бутылки из боросиликатного стекла, выдутые вручную, более инертны, чем бутылки, полученные механизированным способом [4].

Обнаружено, что в поверхностном слое щелочалюмосиликатных стекол в основном изменяется содержание оксида кальция за счет интенсивного взаимодействия катиона Ca с ионом OH, образующимися в результате гидролиза основных продуктов метаболизма грибов.



Часть ионов алюминия, входящих в состав стекла, под действием влаги способна гидролизироваться с образованием гидроксида алюминия, который, обладая амфотерными свойствами, ведет себя в среде с микромицетами как кислота, подавляя разрушение. Увеличение в составе стекла оксида алюминия приводит к повышению их грибоустойчивости в среде щелочных продуктов метаболизма гриба, так же как и в среде 1н. NaOH.

Исследование грибоустойчивости фосфатных стекол показало, что наиболее инертными являются стекла, содержащие в своем составе оксиды алюминия, кальция, лантана, цинка и бора. Содержание оксида бора должно находиться в пределах 8-12 масс. % Введение в матрицу стекла оксидов переходных элементов в небольших (1,5-4,0) количествах, так же как и оксидов редкоземельных элементов с концентрацией от 0,2 до 2,0 масс.%, способствуют повышению грибоустойчивости оптических стекол, используемых в стандартных условиях.

В результате проведенного исследования обнаружено, что к наиболее химически устойчивым стеклам относятся те, которые содержат в своем составе катионы с большей силой поля и высокой поляризующей способностью, в основном это трехзарядные катионы или катионы с легко деформируемой внешней электронной оболочкой, обладающие высокой поляризуемостью, т.е. катионы d-элементов.

Немаловажную роль играет состояние поверхности стеклоизделий – поврежденная поверхность, имеющая микротрещины и каверны, более активно подвергается воздействию субстанции грибов и обрастанию микромицетами.

1. Бобкова Т.С. Экология грибного повреждения промышленных материалов // Биоповреждения, М. 1985. с.70-75.
2. Ильичев В.Д., Бочаров Б.В., Биоповреждения // М., Высшая школа, 1987, с.352
3. Пехташева Е.Л., Биоповреждения и защита непродовольственных товаров // М. Мастерство. 2002. с. 224.
4. Adams P.B. New Scientists, 1969. 41. N 630. 25-37.