

**ХУДОЖЕСТВЕННАЯ
ОБРАБОТКА
СТЕКЛА**



**СТЕКЛО И ЕГО СВОЙСТВА.
СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ СТЕКЛОВАРЕНИЯ.
ПРИГОТОВЛЕНИЕ ШИХТЫ**

**Стекло и его свойства. Сырьевые материалы для стекловарения.
Приготовление шихты**

«Мельников И.В.»

2013

Стекло и его свойства. Сырьевые материалы для стекловарения.
Приготовление шихты / «Мельников И.В.», 2013 — (Художественная
обработка стекла)

ISBN 978-5-457-24315-6

В книге подробно рассказано о стекле и его свойствах, представлена
классификация стекол и стеклоизделий, описаны сырьевые материалы,
используемые в стекольном производстве, и процессы приготовления шихты.

ISBN 978-5-457-24315-6

, 2013
© Мельников И.В., 2013

Содержание

Стекло и его свойства. Классификация стекол и стеклоизделий	6
Понятие о стекле и его структуре	6
Свойства расплавов стекол	8
Конец ознакомительного фрагмента.	13

Художественная обработка стекла

Стекло и его свойства. Сырьевые материалы для стекловарения.

Приготовление шихты

Изделия из стекла вошли в культуру и быт человека с незапамятных времен. Считается, что первые изделия из стекла появились более шести тысяч лет назад.

Первые образцы стекла были естественного происхождения: это так называемые обсидианы и грозное стекло. Обсидианы – продукты деятельности вулканов; при извержении вулканов из недр земли выбрасывается магма температурой 1000-1500 градусов С. При остывании магмы при благоприятных условиях образовывается стекло. Грозное стекло, в свою очередь, получается при ударах молнии в песок. В месте прохождения молнии в мокром песке создается исключительно высокая температура и образовывается кварцевое стекло.

Вполне вероятно, что первые образцы стекла были получены случайно в результате деятельности человека. Скорее всего первое знакомство человека с выработкой стекла связано с производством других материалов, требующих обработки при высокой температуре – это плавка металлов, изготовление керамических изделий. В те далекие времена стеклоизделия оформляли способом пластического формования, близким к приемам ручной лепки, и лишь через века появляются способы формования, пригодные только для стекла.

Первые образцы искусственно стекла были малопрозрачными и содержали большое количество пузырей. Они служили в основном для изготовления украшений.

Совершенствовались разнообразные приемы декорирования стекла. Один из самых древних – роспись по стеклу. Затем стекло пытались гравировать, обрабатывать с помощью точильного станка с вращающимся абразивным кругом: стеклянные предметы украшают гранями и линейной резьбой, – эти приемы были скорее всего заимствованы из камнеобработки.

Этапом в развитии стеклоделия стали средние века. В Венецианском государстве стеклодувы изготавливали удивительные по разнообразию форм, цвета и рисунка изделия различного назначения. Чуть позже славу венецианских стеклодувов подхватили чешские мастера; был создан знаменитый богемский хрусталь, а затем освоено производство бесцветного стекла, отличающегося высокой твердостью и сильным блеском.

Следует отметить, что на Руси стеклоделие было развито еще в домонгольский период, чему свидетельствует например то, что в Киеве при раскопках были найдены большие стекольные мастерские. Монголо-татарское иго прервало стекольное производство на Руси. Лишь спустя несколько столетий в 1635 году близ города Можайска был построен первый стекольный завод. Вслед за этим последовал период бурного роста стекольного производства в России. Свидетельством тому служат замечательные образцы стеклоизделий, служащие украшением многочисленных музеев Европы.

В дальнейшем развиваются такие способы декорирования, как живопись по стеклу, декорирование золотой фольгой, обжиговыми красками. Ближе к нашему времени научились декорировать изделия из хрусталя алмазной резьбой.

Нынешние стеклоделы – мастера декоративной обработки стекла – используют традиции прошлого и современную технику обработки стеклоизделий. Наряду с массовым производством всегда было и будет ручное производство, особенно высокохудожественных изделий из стекла. Они украшают жилища, общественные учреждения, выставляются в галереях, приобретаются музеями, становятся гордостью коллекционеров.

Стекло и его свойства. Классификация стекол и стеклоизделий

Понятие о стекле и его структуре

Все встречаемые в природе твердые тела находятся либо в кристаллическом, либо в аморфном (стекловидном) состоянии. Стекловидные тела отличаются от кристаллических тем, что они при охлаждении затвердевают не кристаллизуясь.

Как известно, кристаллические вещества имеют геометрически правильную кристаллическую решетку, которая образуется ионами или атомами, расположенными в строго повторяющемся непрерывном порядке. В отличие от кристаллических стекловидные вещества не обладают кристаллической решеткой, им присуще только локальное внутреннее упорядочение – отдельные группы, которые несимметрично связаны между собой. То есть стекловидные вещества характеризуются так называемым ближним порядком, иначе, они обладают только небольшими участками правильной, упорядоченной структуры, кристаллические же вещества имеют дальний порядок, т.е. они обладают упорядоченной структурой по всему объему. Это – одна из главных особенностей стекловидных и кристаллических веществ.

Стекловидные тела имеют целый ряд других отличительных признаков. К примеру, стеклообразные вещества размягчаются в широком диапазоне температур, а кристаллические имеют постоянную для каждого вещества температуру плавления. Следовательно, в отличие от кристаллических у стеклообразных веществ переход из твердого состояния в жидкое происходит непрерывно, сопровождаясь постепенным снижением вязкости.

Кристаллические вещества однородны. Стеклообразные же вещества часто бывают неоднородными и их гомогенизация достигается искусственными приемами, в частности перемешиванием.

Все кристаллические вещества обладают анизотропностью, т.е. они характеризуются изменением свойств в зависимости от того, в каком направлении их измерять; стекловидные вещества изотропны, т.е. обладают постоянством свойств независимо от направления их измерения.

Отличительным свойством кристаллических тел в отличие от стекловидных является и то, что они способны самоограняться в процессе своего образования и роста из расплава; стекловидные вещества этим свойством не обладают.

Имеются еще некоторые отличительные признаки между стеклом и кристаллами, которые проявляются при изготовлении стеклоизделий.

Стеклом называются аморфные тела, получаемые путем переохлаждения расплава независимо от их состава и температурной области затвердевания и обладающие в результате постепенного увеличения вязкости механическими свойствами твердых тел. Процесс перехода из жидкого состояния в стеклообразное является обратимым.

В состав стекла входят кремнезем, оксиды алюминия, бора, калия, кальция, магния, натрия, свинца и др. Каждый оксид придает стеклу определенные свойства. В состав современных стекол вводят 3-10 и более оксидов, так как к стеклам предъявляются самые разнообразные требования. Например, художественное стекло для декоративной обработки должно быть чистым, прозрачным, отлично преломляющим световые лучи, окрашивающимся в разные цвета. В настоящее время в производстве стекла нашли применение большинство элементов периодической системы Д.И.Менделеева.

Составы стекол выражают в процентах по массе оксидов, входящих в данное стекло.

Знание основных структурных характеристик стекла позволяет разрабатывать составы стекол, обладающих определенными свойствами, изменять эти свойства в нужном направлении, управлять процессами варки, формования и обработки стеклоизделий.

Свойства расплавов стекол

К свойствам расплавов стекломассы относятся вязкость, связанная с ней скорость твердения, поверхностное натяжение и кристаллизация, а также теплоемкость, теплопроводность, электрическая проводимость. Значение этих свойств при производстве стекла очень велико, их необходимо знать для правильной обработки изделий из стекла.

Следует иметь в виду, что выделившиеся в стекломассе кристаллы являются следствием нарушения технологического режима и приводят к браку стеклоизделий.

Вязкость (внутреннее трение) – свойство жидкостей (расплавов) и газов оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой.

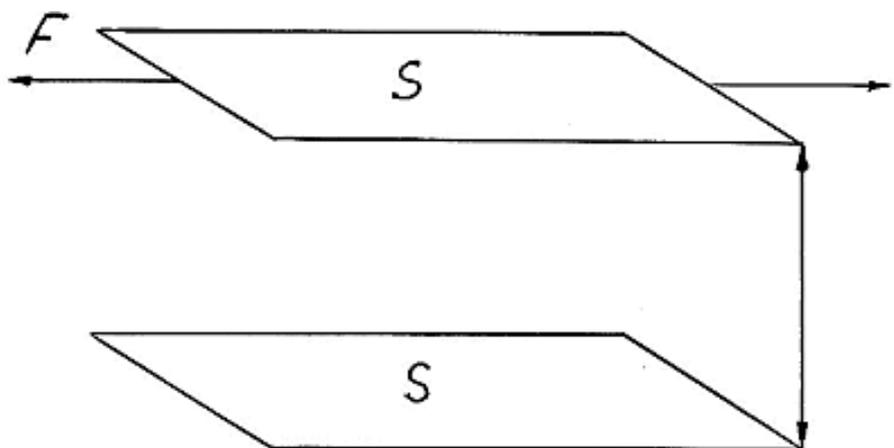


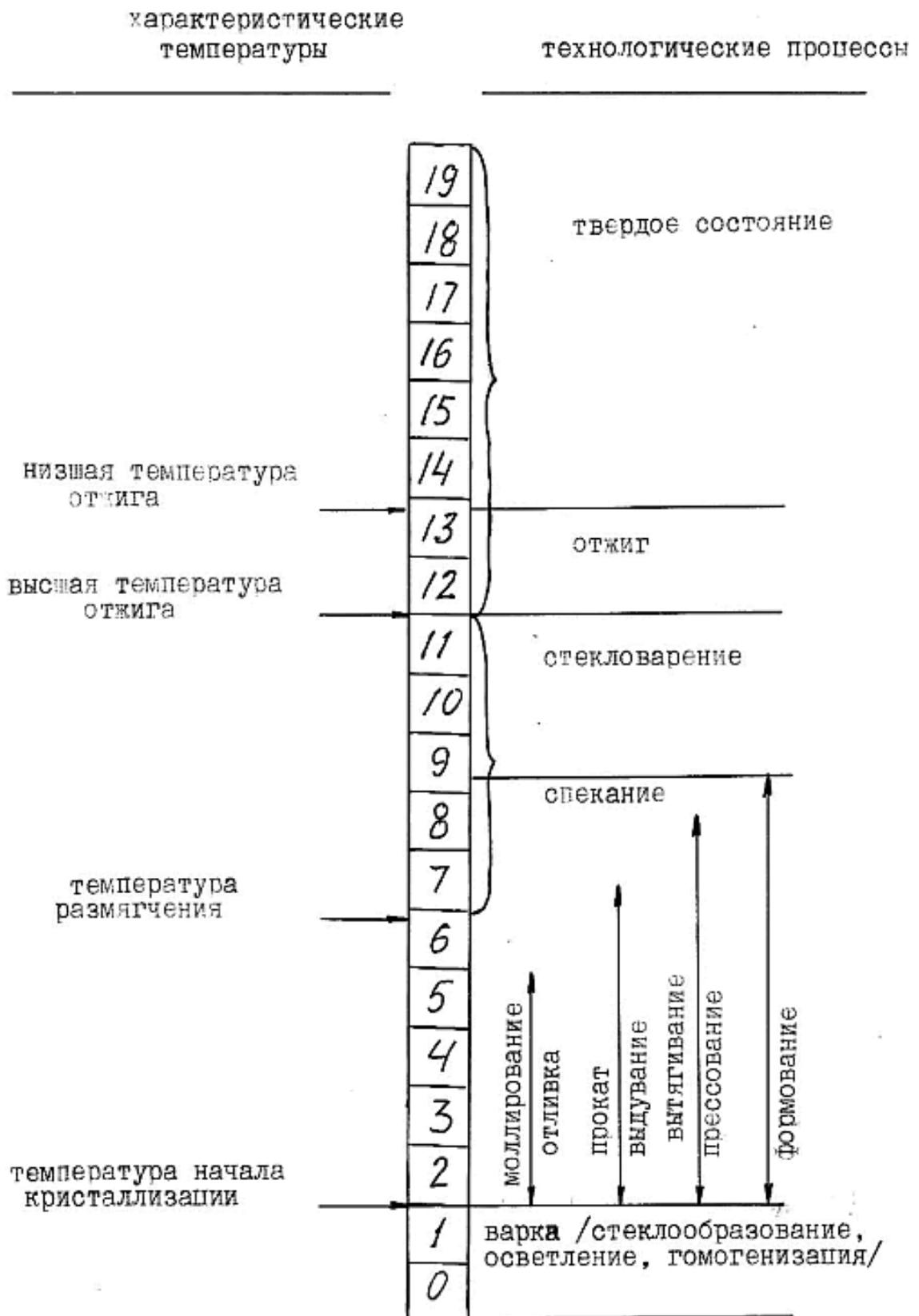
Рис.1. Схема сил, действующих между слоями при вязком течении жидкости

При движении слоев жидкости между ними образуются силы, замедляющие движения одних слоев относительно других, которые пропорциональны площади соприкосновения слоев и разности скоростей их передвижения. Коэффициент пропорциональности называют коэффициентом внутреннего трения жидкости или вязкости. Вязкость измеряют в Па*с.

Свойство стекломассы постепенно увеличивать свою вязкость с уменьшением температуры позволяет изготавливать изделия самыми различными способами и разных конфигураций. Если в начале выработки стекло пластично и может принять при определенном усилии любую форму, то в конце вязкость его увеличивается и изделие затвердевает настолько, что способно сохранить свою форму при дальнейшей обработке. Именно способность стекла постепенно изменять свою вязкость в зависимости от температуры позволяет придавать стеклу различную форму при его обработке на стеклодувной горелке.

Вязкость играет большую роль на всех стадиях производства стеклоизделий. На рис.2 представлена технологическая шкала вязкости, из которой видно, при какой вязкости осуществляется тот или иной технологический процесс.

Рис.2. Технологическая шкала вязкости



Вязкость в сильной степени зависит от температуры. На рис.3 приведена кривая изменения вязкости в зависимости от температуры.

В зависимости от скорости нарастания вязкости при понижении температуры в области формования различают «длинные» и «короткие» стекла. Область рабочей вязкости стекла для «длинных» стекол лежит в температурном интервале приблизительно 450-500 градусов С, для «коротких» – 220-250 градусов С. Температурная область формования имеет большое значение при стеклодувных работах. «Длинные» стекла, например, позволяют производить больше операций за определенный промежуток времени, так как они медленнее затвердевают.

Вязкость стекла зависит от химического состава стекла, хотя и в меньшей степени, чем от температуры. Щелочные и щелочноземельные окислы как правило понижают вязкость стекла при всех температурах, но некоторые повышают ее. Ряд окислов оказывает сложное влияние на вязкость стекла. К примеру, СаО при низких температурах повышает вязкость, а при высоких температурах в небольших количествах (до 8-10%) существенно снижает вязкость, а в больших количествах увеличивает ее. При замене СаО на MgO вязкость стекла при высоких температурах увеличивается. Оксид цинка ZnO, особенно при высоких температурах, часто понижает вязкость стекла. Сложно влияет на вязкость борный ангидрит, а именно: при низких температурах при введении примерно до 15 процентов ингредиента вязкость стекла повышается, при дальнейшем увеличении содержания борного ангидрита вязкость уменьшается; при высоких температурах борный ангидрит понижает вязкость стекла.

Скорость твердения. Скорость твердения стекол характеризуется изменением вязкости в зависимости от температуры и времени.

При выработке стеклоизделий большое значение имеет скорость твердения стекол. Технологический режим формования стеклоизделий строится так, чтобы процесс придания изделию геометрической формы происходил при пластичном состоянии стекла (соответствующих значениях вязкости), а к окончанию процесса формования необходимо, чтобы стекло затвердевало и без задержки можно было бы перемещать его на последующую обработку. Существует правило, что чем быстрее стекло затвердевает, тем быстрее его следует выработать, и наоборот. Это правило лежит в основе выбора типа стекол для формования стеклоизделий различными способами.

На скорость твердения влияют изменение температуры, формы и размер изделия, а также химический состав стекла, а также химический состав стекла: оксиды, повышающие вязкость, как правило, повышают и скорость твердения стекла, соответственно, оксиды, понижающие вязкость стекла, понижают и скорость твердения. Большое влияние на скорость твердения стекла оказывают окрашивающие оксиды – NiO, FeO, CoO, CuO и др. Они понижают теплопрозрачность стекломассы и скорость твердения сильно изменяется: чем меньше теплопрозрачность, тем более неравномерно охлаждаются и твердеют стекла – быстрее с поверхности и медленнее внутри.

Кроме того, скорость твердения зависит от формы и размера изделий зависит от формы и размера изделий – чем крупнее изделие и чем меньше его поверхность, тем медленнее оно остывает и затвердевает; от первоначальной температуры стекла – чем она выше, тем быстрее стекло охлаждается и твердеет; от теплоемкости и теплопроводности стекол, а также от их способности излучать тепловые лучи.

Для выработки художественных изделий ручным выдувным способом требуются стекла с малой скоростью твердения.

Поверхностное натяжение – характеристика межмолекулярного взаимодействия в жидкости; оно равно отношению силы, действующей в плоскости, касательной к поверхности жидкости (в сторону ее сокращения), на элемент контура, ограничивающего эту поверхность, к длине этого элемента. Поверхностное натяжение измеряется в Н/м и зависит от

химической природы жидкости и температуры, уменьшаясь с повышением температуры. Поверхностное натяжение расплавленных стекол при температуре 1000-1400 градусов С составляет 0,22-0,38 Н/м. При изменении температуры на 100 градусов С поверхностное натяжение изменяется всего на 1-2%. Поверхностное натяжение расплавленной стекломассы в 3-4 раза превышает поверхностное натяжение воды.

В технологии стекла поверхностное натяжение играет существенную роль, так как при варке стекла оно влияет на удаление пузырей и на однородность стекломассы. Величина поверхностного натяжения в значительной мере определяет рост газового пузыря и тем самым подъемную силу пузыря и скорость его удаления из стекломассы. Поверхностными явлениями обусловлено появление варочной пены, ее устойчивость.

Влияет оно и на скорость перемещения и растворения в стекломассе свилей – сотообразных или пучкообразных сплетений отдельных слоев стекломассы, отличающихся по химическому составу. Если поверхностное натяжение стекла свили больше поверхностного натяжения основного стекла, то свиль стремится принять шарообразную форму, что затрудняет ее растворение, а если поверхностное натяжение основного стекла больше поверхностного натяжения стекла свили, то свиль будет стремиться растянуться в пленку и охватить собой основную массу стекла.

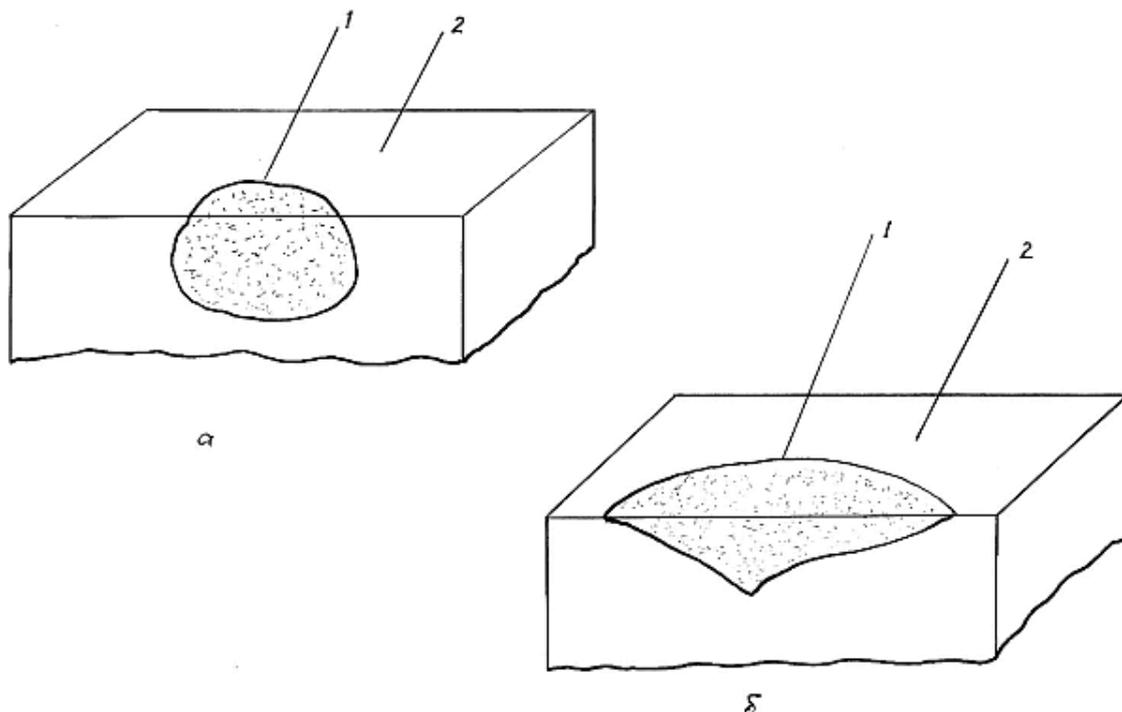


Рис.4. Формы стекловидных включений /а,б/ в зависимости от соотношения поверхностного натяжения включений 1 и стекломассы 2

Снижение поверхностного натяжения достигается введением в стекло поверхностно-активных компонентов; таким путем можно добиться снижения натяжения на 25-30%. Незначительное влияние на поверхностное натяжение обычных промышленных стекол оказывает также изменение температуры.

Поверхностным натяжением определяются такие процессы обработки, как термическое полирование поверхности, горячая отрезка колпачка и оплавление края изделий.

Кристаллизационная способность стекол. Кристаллизационной способностью стекла называется склонность его к кристаллизации. Кристаллизация при производстве стекла,

т.е. те температурные пределы, внутри которых они могут закристаллизоваться, а также скорость этой кристаллизации необходимо знать, чтобы установить оптимальные режимы варки стекла и выработки качественных изделий. Особенно важное значение имеют кристаллизационные свойства при проведении стеклодувных работ.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.