

## ПРАВИЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ

Шарагов Василий, доктор хабилитат, конференциар университет, Бэлцкий Государственный Университет имени „Алеку Руссо”, МОИ.

The article explains the notions of „glas” „glassy state” and „glass transition”. It also offers classifications of glassware for different purposes and analyses their operational properties: mechanical strength, hardness, thermal stability and chemical resistance. The article discusses the importance of using glassware, its advantages and disadvantages. Some recommendations on the safe use of glassware for different purposes are provided.

**Key words:** *glass, glassware, mechanical strength, hardness, thermal stability and chemical resistance.*

Неправо о вещах те думают, Шувалов,  
Которые Стекло чтут ниже Минералов,  
Приманчивым лучом блистающих в глаза:  
Не меньше польза в нем, не меньше в нем краса.  
М. В. Ломоносов.

### ВВЕДЕНИЕ

Стекло относится к одному из наиболее древних материалов, полученных искусственным путем. Принято считать, что первые стеклоизделия были получены в IV тысячелетии до новой эры [1, 2]. Пример такого артефакта: «В отделение Берлинского музея, посвящённом древнеегипетской культуре, как величайшее сокровище, хранится одинокая зеленоватая бусина, диаметром около 9 мм. Невзрачная с виду, она действительно является очень ценным музейным экспонатом. Это — древнейшее известное современным учёным изделие из стекла. Предполагают, что она была изготовлена около 5500 лет назад [3].

Многие столетия древнее стекло было непрозрачным и низкого качества. На рубеже новой эры в стеклоделии произошла революция. В восточных провинциях Римской империи были построены высокотемпературные стеклоплавильные печи, что позволило получать стекломассу высокого качества для выработки прозрачных бесцветных изделий. В это же время в финикийском городе Сидоне была изобретена техника выдувания стекла с помощью металлической трубки. Это позволило изготавливать прозрачные тонкостенные сосуды разнообразной формы [1-3].

Высокохудожественные стеклянные изделия научились делать в период средневековья в Венеции. В конце XIX века начали строить непрерывно действующие стекловаренные ванны печи. В первой половине XX столетия появились стеклоформирующие машины для выдувания штучных изделий (банок, бутылок, стаканов и др.) и вытягивания непрерывной ленты стекла из стекломассы в ванной печи с применением специального огнеупорного поплавок (лодочки). Сегодня для производства большинства видов промышленных стеклоизделий применяются очень сложные стекловаренные ванны печи и автоматизированные стеклоформирующие машины [1-3].

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Что же такое стекло? Несмотря на огромное число научных публикаций охарактеризовать понятие „стекло” очень сложно. Обычно понятие „стекло” означает не только материал для получения разных изделий, но особое состояние вещества, называемое „стеклообразным состоянием” [2, с. 4-9]. Общепринятым считается существование вещества в трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом. Многие ученые к четвертому агрегатному состоянию относят также плазму.

Реально вещества и материалы находятся не только в вышеприведенных агрегатных состояниях, но и занимают промежуточные состояния. Рассмотрим следующий пример. Что собой представляет смола? Смола находится в промежуточном агрегатном состоянии: между жидким и твердым состояниями. Отсюда следует, что на природу агрегатного состояния вещества влияют условия, в которых оно находится. Например, большое влияние на природу агрегатного состояния вещества оказывают температура и давление. Стекло можно отнести к агрегатному состоянию промежуточному между твердым и жидким.

В научной литературе приводятся десятки определений понятия „стекло” [2, с. 4-10]. Длительное время наиболее правильным определением понятия „стекло” считалась следующая формулировка, предложенная Комиссией по терминологии Академии Наук СССР в 1932 году: „Стеклом называются все аморфные тела, получаемые путем переохладения расплава независимо от их химического состава и температурной области затвердевания и обладающие в результате постепенного увеличения вязкости механическими свойствами твердых тел, причем процесс перехода из жидкого состояния в стеклообразное должен быть обратимым” [2]. Сущность данного определения справедлива до сих пор, но только для неорганических стекол, получаемых охлаждением стекломассы.

За прошедшие 90 лет для определения понятия „стекло” учитывали такие факторы, как структурный, термодинамический, кинетический, релаксационный, а также принимали во внимание химический состав стекла, методы его получения и др. В настоящее время стекло получают из разнообразных неорганических и органических соединений, в том числе из металлов [5, 7-14]. Применяются новые методы получения стекла: посредством золь-гель процессов, осаждением паров, в тлеющем электрическом разряде и многие другие [7-14]. Все это свидетельствует о больших сложностях с определением понятия „стекло”.

В [4] с иной позиции формулируется понятие „стекло”: „Стеклом называется материал, в основном состоящий из стеклообразного вещества”. Таким образом, термин „стекло” следует считать техническим термином в отличие от научного термина „стеклообразное состояние”, так как стекло не является веществом без примесей. В стекле находятся пузырьки разных газов, твердые примеси и др.

Аналогично существует проблема с определением понятия „стеклообразное состояние вещества”. Так, например, М. М. Шульц и О. В. Мазурин такое состояние охарактеризовали следующим образом: „Веществом в стеклообразном состоянии (стеклообразным веществом) называется твердое некристаллическое вещество, образовавшееся в результате охлаждения жидкости со скоростью, достаточной для предотвращения кристаллизации во время охлаждения” [5]. К сожалению, в этом определении не учтены различные методы его получения. Процесс постепенного перехода расплавленной стекломассы в твердое стеклообразное состояние называется стеклованием [4, 15].

Сегодня стекло широко применяется во всех сферах человеческой деятельности. Классифицируют стекла и стеклоизделия по следующим признакам: происхождению; назначению; способу формования; химическому составу и др. [2, 16].

По происхождению стекла подразделяют на природные и искусственные.

По назначению выделяют следующие наиболее важные классы стекол и стеклоизделий:

1. Архитектурно-строительные (листовое, облицовочное, тепло- и звукоизоляционное, декоративное, мебельное и др.).
2. Тарное (банки, бутылки, флаконы).
3. Техническое (транспортное, оптическое, химико-лабораторное, медицинское, электровакуумное, кварцевое, светотехническое, закаленное и др.).
4. Сортовое (стаканы, фужера, тарелки, блюда, кувшины, вазы, фруктошницы и др.).
5. Стекланные волокна и изделия на их основе.

Различают следующие способы формования стеклоизделий: выдувание; прессование; прессо-выдувание; раздувание; литье; вытягивание; прокат; моллирование и др.

По химическому составу стекла делятся на органические и неорганические.

По типу неорганических соединений различают следующие классы стекол: элементарные (углерод, фосфор, мышьяк, сера, селен); оксидные, галогенидные, халькогенидные, сульфатные; металлические и многие другие.

Широкое применение стекла объясняется благодаря его уникальным оптическим свойствам, долговечности и гигиеничности.

Рассмотрим наиболее важные достоинства сортовой посуды и стеклнной тары, которые постоянно используются в быту [2, 16-17]:

1. Высокие санитарно-гигиенические свойства. Стекло не имеет запаха, не выделяет токсичных веществ и сохраняет органолептические свойства продуктов (вкус, запах, цвет).
2. Стекло имеет высокую прозрачность, а в случае необходимости окрашивается в любой цвет и даже оттенок, а это позволяет избежать отрицательного воздействия солнечного света на продукты, находящиеся в таре.
3. Высокие эстетические свойства и возможность получения изделий разной формы и вместимости.
4. Стекло водо- и газонепроницаемо.
5. Высокая стойкость стекла против действия продуктов, создающих нейтральную или кислую среду.
6. Стекло легко моется и дезинфицируется.
7. Высокая механическая прочность на сжатие и сопротивление внутреннему гидростатическому давлению. Например, бутылки для газированных напитков выдерживают давление до 20 атм и более.
8. Высокая стойкость к нагреванию без деформации – до 500 °С.
9. Возможность переработки дефектных стеклоизделий на стекольных заводах. К тому же, стеклоизделия отличаются легкостью идентификации в отходах.
10. Для производства стеклоизделий используют дешевые сырьевые материалы (песок, известняк, горные породы) и отходы разных производств (шлаки, золу и др.).

Сортовая посуда и стеклнная тара имеют и некоторые другие достоинства.

Главные недостатки сортовой посуды и стеклнной тары [2, 16-17]:

1. Низкая механическая прочность на растяжение и изгиб.
2. Недостаточная твердость, в результате чего возникает потертость поверхности стеклоизделий.
3. Плохая термостойкость – для большинства видов стеклоизделий термостойкость нормируется на уровне 30 - 50 °С.

4. Слабая стойкость стекла против действия реагентов, имеющих щелочную среду.
5. Большая удельная масса, приходящаяся на единицу вместимости стеклоизделия.
6. При разрушении стекла осколки могут поранить.

Слабые эксплуатационные свойства приводят к значительным потерям стеклоизделий в технологическом процессе производства, при их хранении, транспортировании, на линиях расфасовки продуктов и в процессе эксплуатации.

Автор разработал некоторые рекомендации по правильному использованию стеклянных изделий в разных условиях.

Механическая прочность стекла понимается, как способность изделия противостоять разрушению под воздействием механических нагрузок. Тонкостенные стеклоизделия (толщиной менее 2 мм) имеют низкую механическую прочность на растяжение и изгиб, поэтому их нельзя использовать в условиях, где возможны повышенные механические нагрузки. Особенно опасен для стекла удар. Прочность закаленного стекла при прочих равных условиях в несколько раз больше прочности отожженного стекла. Однако при разрушении закаленное стекло разлетается на большое количество мелких осколков, приводящих к глубоким порезам тела. Стекло триплекс, состоящее из двух слоев стекла, склеенных между собой поливинилбутиральной пленкой, при сильном ударе растрескивается, но не рассыпается на мелкие осколки.

Твердостью стекла называется способность противостоять деформации и разрушению его поверхностного слоя. На твердость стекла решающее влияние оказывает его химический состав. По шкале Мооса твердость промышленных стекол составляет 6-7 единиц. К самым твердым относятся кварцевые стекла и некоторые виды боросиликатного стекла. Наиболее мягкими являются силикатные стекла, содержащие большое количество оксидов свинца и щелочных металлов. Вследствие этого надо избегать механического контакта хрустальных изделий с другими более твердыми материалами.

Термостойкость стекла характеризует его способность не разрушаться под действием резких перепадов температуры. На термостойкость стекла влияет большое число факторов. Чем меньше коэффициент линейного термического расширения, модуль упругости, теплоемкость и плотность стекла и больше его механическая прочность на изгиб и теплопроводность, тем выше термостойкость изделий. Большое влияние на термостойкость изделий оказывает толщина стекла. Чем толще стекло, тем хуже термостойкость.

Резко ухудшают термостойкость изделий разнотолщинность их стенок, разного рода дефекты, сложная форма, острые углы и края, неравномерное нагревание и охлаждение, плохой отжиг, неоднородность стекла. Нагревание только части стеклоизделия приводит к его разрушению. Резкое охлаждение нагретого стекла намного опаснее резкого нагрева холодного изделия. Для повышения термостойкости изделий в состав стекла вводят оксиды  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  и снижают содержание щелочных оксидов. Наибольшую термостойкость имеет кварцевое стекло – порядка 1000 °С.

Химической устойчивостью стекла называют его способность противостоять разрушающему воздействию воды, растворов разных веществ, влаги, агрессивных газов, разного рода химических реагентов. Химическая устойчивость стекол в значительной степени зависит от их химического состава и природы действующего реагента. Наиболее высокой химической устойчивостью обладают стекла близкие по составу с термостойкими изделиями. Важное предупреждение – в стеклянных изделиях нельзя содержать такие реагенты, как плавиковую и фосфорную кислоты, а также щелочные растворы, которые полностью разрушают промышленные стекла. Нагретые реагенты ускоряют растворение стекла.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Стекло относится к одному из наиболее древних материалов. Широкое применение стекла объясняется благодаря его уникальным оптическим свойствам, долговечности и гигиеничности.

Промышленные стекла и стеклоизделия классифицируют по следующим признакам: происхождению; назначению; способу формования; химическому составу и др.

Представлены наиболее важные достоинства, а также недостатки сортовой посуды и стеклянной тары, которые постоянно используются в быту.

Охарактеризованы наиболее важные эксплуатационные свойства сортовой посуды и стеклянной тары и даются некоторые рекомендации по правильному их использованию в разных условиях.

### **Библиография:**

1. Шапова, Ю. Л. *Очерки истории древнего стеклоизделия*. - Москва, 1983. - 347 с.
2. Артамонова, М. В. и др. *Химическая технология стекла и ситаллов*: учебник для вузов. Москва: Стройиздат, 1983. - 432 с.
3. Беспалова, Н. *Краткая история стеклоделия* [online]. В: Наука и техника. 17 мая 2017. [дата цитирования: 10.04.2023]. Режим доступа: <https://naukatehnika.com/kratkaya-istoriya-steklodeliya.html>.
4. Соломин, Н. В. *О разработке научной терминологии по стеклу*. В: Стеклообразное состояние. Труды Пятого Всесоюзного совещания. - Ленинград: Наука. 1971. - С. 391-393.
5. Шульц, М.М.; Мазурин, О.В. *Современные представления о строении стекол и их свойствах*. - Ленинград: Наука. 1988. - 198 с.
6. Мазурин, О.В.; Минько, Н. И. *Особенности стеклообразного состояния и строение оксидных стекол*: учебное пособие. - Москва: МИСИ, БТИСМ. 1987. - 123 с.
7. Дембовский, С. А.; Чечеткина, Е. А. *Стеклообразование*. - Москва: Наука, 1990. - 279 с.
8. Фельц, А. *Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела*: пер. с англ. - Москва: Мир, 1986. - 558 с.
9. Шульц, М.М.; Мазурин, О. В.; Порай-Кошиц, Е. А. *Стекло: природа и строение*. - Ленинград: Знание, 1985. - 32 с.
10. Роусон, Г. *Неорганические стеклообразующие системы*. Пер. с англ. - Москва: Мир, 1970. - 312 с.
11. Гудимов М. М., Перов Б. В. *Органическое стекло*. Москва: Химия, 1981. 216 с.
12. Бек, Г. *Металлические стекла: ионная структура, электронный перенос и кристаллизация*: пер. с англ. - Москва: Мир, 1983. - 376 с.
13. Лихачев, В.А.; Шедугов, В. Е. *Принципы организации аморфных структур*. - Ленинград: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 1999. - 228 с.
14. Аппен, А.А. *Химия стекла*. - Ленинград: Химия, 1970. - 352 с.
15. Мазурин, О.В. *Стеклование*. - Ленинград: Наука, 1987. - 158 с.
16. Трыкова, Т. А. *Товароведение упаковочных материалов и тары*: учебное пособие. - Москва: Издательско-торговая корпорация „Дашков и К”, 2012. - 212 с.
17. Гулюян, Ю.А.; Казаков, В. Д.; Смирнов, В. Ф. *Производство стеклянной тары*. - Москва: Легкая индустрия, 1979. - 256 с.