

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ – ВАЖНЫЙ ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Сберечь товар от частичного или полного разрушения в результате всевозможных воздействий — задача работников промышленности, транспорта и торговли. На примере силикатных товаров показано [1], что в процессе транспортирования, хранения и эксплуатации они подвергаются не только механическим, термическим, но и химическим воздействиям. В отличие от силикатных другие материалы и изделия в реальных условиях их применения испытывают большие химические разрушения.

В настоящей работе обобщены и систематизированы данные по химическим свойствам различных материалов и товаров и определены важнейшие факторы повышения их химической стойкости. Некоторые обобщения авторов подтверждены результатами экспериментальных данных по определению химической стойкости стекол разного состава.

К химическим относятся такие свойства, которые проявляются при воздействии на материалы и изделия агрессивных сред, вызывающих частичное или полное изменение их химического состава, структуры и свойств.

Наиболее важным химическим свойством материалов в технологии и товароведении непродовольственных товаров является химическая стойкость — свойство, определяющее способность материала противостоять растворяющему или разрушающему действию агрессивной среды.

Номенклатура показателей химической стойкости материалов довольно обширна. В зависимости от природы воздействующей среды химическая стойкость подразделяется на следующие группы: водостойкость, кислотостойкость, щелочестойкость, стойкость к растворам солей (например, содоустойчивость), атмосферостойкость, воздухостойкость, газостойкость, стойкость к действию светопогоды, стойкость к действию окислителей и восстановителей, стойкость к действию органических растворителей, коррозионная стойкость (антикоррозионность), стойкость к действию микроорганизмов (биохимическая стойкость), стойкость к действию ионизирующих излучений и т.д. Эти показатели химической стойкости материалов имеют важное значение в жизни и деятельности человека: они оказывают влияние на режимы переработки материалов и изготовления изделий, на поведение их в различных условиях эксплуатации, определяют сроки службы товаров, условия их упаковки, транспортирования и хранения. В производственных процессах благодаря химической активности облегчается перера-

ботка материалов, улучшаются условия химической обработки и отделки изделий. На стадиях товародвижения и эксплуатации решающее значение имеет сохранение качества товаров путем повышения химической устойчивости материалов или путем защиты материалов и изделий от разрушающего воздействия внешней среды.

Химическая стойкость — многофакторное свойство. Оно зависит от различных условий внешнего и внутреннего характера.

К важнейшим внешним факторам относятся рН воздействующей среды (кислой, нейтральной, щелочной), химическая природа и состав реагента, его концентрация и агрегатное состояние, температура, давление, скорость движения раствора (перемешивание).

Внутренние факторы определяются свойствами самого материала. К ним относятся химический, минералогический и фазовый состав материала, тип структуры вещества и строение макромолекул полимеров, состояние поверхности и пористость материала, зернистость сыпучих материалов, термическое прошлое (закалка и отжиг стекол, металлов и сплавов), конструктивные особенности изделий и т.д.

Процессы разрушения материалов разнообразны и сложны. Поэтому нет и не может быть одного общего метода определения химической стойкости различных материалов. Выбор того или иного метода чаще всего определяется природой материала и условиями его эксплуатации. Все принятые в настоящее время методы оценки химической стойкости и способы ее определения можно разделить на качественные и количественные.

Качественные методы оценки химической стойкости материалов сводятся преимущественно к внешнему осмотру образцов, при этом обращают внимание на состояние поверхности, появление трещин, проницаемость, набухание и др. Кроме того, наблюдают за изменениями, происходящими в растворе (появление осадка, хлопьев, мути, изменение цвета). Более точные данные качественной оценки химической стойкости материалов получают методом микроскопического исследования образцов после испытаний.

Количественные методы оценки химической стойкости материалов чаще всего основаны на изменении массы образцов, их физико-механических и других свойств. В зависимости от характера образующихся продуктов химического разрушения материала масса образца может уменьшаться или увеличиваться.

Если продукты разрушения растворимы в реакционной среде, скорость химического взаимодействия в ряде случаев определяют путем химического анализа раствора.

Изложенные основные положения, касающиеся химической стойкости материалов, рассмотрим на примере кристаллических и стеклообразных силикатов. Для оценки стойкости силикатных материалов с некоторым приближением можно руководствоваться общим правилом о растворимости оксидов, входящих в состав этих материалов. Так, например, сложные силикаты обладают

повышенной кислотостойкостью вследствие высокого содержания в них кремнезема (SiO_2). Кремнезем нерастворим во всех кислотах, за исключением плавиковой. Кремнезем (кварц) кристаллической разновидности хорошо сопротивляется воздействию растворов щелочей, тогда как аморфный кремнезем легко в них растворяется.

Устойчивость алюмосиликатов к кислотам зависит от координационного состояния иона Al^{+3} в структуре материала. Присутствие Al^{+3} в шестерной координации резко повышает прочность кристаллической решетки силиката, в то время как Al^{+3} в четвертной координации является слабым звеном в соответствующих алюмосиликатах. Многие природные алюмосиликаты, обладая высокой химической стойкостью, используются в ювелирном деле (аквамарин, изумруд, топаз, турмалин и др.).

Следует указать на высокую химическую стойкость фарфора благодаря наличию в нем кристаллов муллита ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), который устойчив к действию даже плавиковой кислоты.

Пониженная кислотостойкость присуща щелочным алюмосиликатам, например полевым шпатам (альбиту, ортоклазу). Большое содержание основных оксидов придает материалам стойкость к щелочным средам.

К щелочестойким можно отнести материалы, которые отвечают солям сильных оснований и слабых кислот. Так, портландцементы, состоящие в основном из силикатов кальция, разрушаются всеми минеральными кислотами, но они стойки в разбавленных растворах едких щелочей.

Среди силикатов следует выделить большую группу стекол, широко применяемых в различных областях науки и техники, в строительстве и производстве товаров народного потребления. Стекла считаются достаточно химически стойкими материалами. Однако с течением длительного времени они подвергаются мало заметному разрушению под воздействием внешней среды. Условия эксплуатации материалов и изделий из стекла зачастую диктуют высокие требования в отношении их химической стойкости.

Стекло представляет собой однофазную многокомпонентную систему, состоящую из смеси оксидов. Для силикатных стекол основным оксидом является кремнезем. Стекло можно получить из одного кремнезема путем плавления кварца. Такое стекло называется кварцевым. Оно отличается высокой химической стойкостью, особенно к кислотам и воде, обладает рядом других ценных в техническом отношении свойств. Производство кварцевого стекла довольно сложно из-за высокой температуры варки (2500°C и выше), большой вязкости расплава и значительного испарения расплава. Для снижения температуры варки стекол в их состав вводят оксиды щелочных металлов.

Стекло состава 75 % SiO_2 и 25 % Na_2O плавится при температуре 793°C , доступной для современного стекловаренного произ-

водства. Такое стекло получают в виде силикатглыбы, используемой в производстве эмалей. Оно хорошо растворимо в воде. Раствор обладает высокой клеящей способностью и находит применение в виде силикатного клея. Для придания стеклу химической стойкости в его состав вводят до 10 % CaO (взамен Na_2O).

Стекло состава 75 % SiO_2 , 10 % CaO, 15 % Na_2O достаточно водостойкое и лежит в основе производства многих промышленных стекол (оконного, бутылочного, сортовой посуды и др.). Введение 2...6 % Al_2O_3 и до 4 % MgO заметно повышает химическую устойчивость стекол.

В производстве термо- и химически стойких стеклоизделий применяют боросиликатные составы со значительным содержанием SiO_2 и до 12 % B_2O_3 .

В производстве хрустальных стекол вместо CaO и частично Na_2O вводят до 24 % PbO или 20 % BaO. Хрустальные стекла менее химически стойки, но ввиду высоких показателей оптических свойств они получили широкое применение для изготовления высокохудожественных изделий сортовой посуды.

Таким образом, состав стекол является решающим фактором в отношении их химической устойчивости. Зависимость химической стойкости стекол от их состава исследована авторами на примере бутылочных стекол 45 заводов [2, 3] по разработанной ранее методике [4]. Стекла испытывались к действию дистиллированной воды и 5 %-го раствора уксусной кислоты при 150 °С методом автоклавной обработки стеклянного порошка фракции 1...2 мм (с удельной поверхностью 0,6 $\text{дм}^2/\text{г}$) в течение 60 мин. Оценка химической стойкости стекол выражалась количественно по потере массы порошка стекла, отнесенной к единице его поверхности (m , $\text{мг}/\text{дм}^2$).

Результаты испытаний некоторых стекол к действию воды и уксусной кислоты приведены в табл. 1.

Приведенные в таблице стекла сгруппированы по содержанию Na_2O (14; 15 и 16 %) при минимальном и максимальном количестве Al_2O_3 . Это позволило установить математическую зависимость химической стойкости стекол от содержания Na_2O и Al_2O_3 .

$$m = n(\% \text{Na}_2\text{O} - 12,94) (11,50 - \% \text{Al}_2\text{O}_3),$$

где m — потеря массы порошка стекла после обработки водой или 5 %-й уксусной кислотой, $\text{мг}/\text{дм}^2$; n — постоянная величина для определенного реагента (для воды $n_{\text{в}} = 0,128$; для 5 %-й уксусной кислоты $n_{\text{к}} = 0,109$).

Достоверность данной формулы для расчета водо- и кислотоустойкости стекол по содержанию Na_2O и Al_2O_3 подтверждается близкими значениями расчетных и экспериментальных данных, которые приведены в таблице.

Т а б л. 1. Химическая стойкость стекол к воде (m_B) и 5 %-й уксусной кислоте (m_K)

Завод	Состав стекол, % (по массе)				m_B		m_K	
	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	RO	экспе- римен- таль- ное	рас- чет- ное	экспе- римен- таль- ное	рас- чет- ное
Воздвижен- ский	14,10	2,50	72,50	10,00	1,30	1,22	1,12	1,04
Минерало- водский	14,08	6,60	66,94	10,27	0,82	0,67	0,60	0,57
Воргинский	15,00	1,50	73,00	10,00	2,58	2,64	1,90	2,24
Ертарский	15,20	6,18	67,10	9,73	1,75	1,38	1,30	1,19
В-Бычков- ский	16,00	0,80	74,00	9,20	4,61	4,20	3,48	3,56
Ленинабад- ский	16,00	3,36	71,10	9,00	3,10	3,19	2,50	2,72

С увеличением содержания щелочей с 14 до 16 % химическая стойкость стекол снижается в 3—4 раза.

Изложенные выше результаты анализа химической стойкости материалов позволяют сделать вывод о том, что вопросы сохранения качества материалов и изделий следует рассматривать с учетом всей совокупности факторов, начиная с химической природы и технологических особенностей переработки материала в изделия и кончая условиями транспортирования, хранения и эксплуатации товаров. Следует признать, что решающий путь сохранения изделий от разрушающего воздействия внешней среды состоит в применении для их изготовления химически стойких материалов.

Литература

1. Конопелько И.А. Оценка информации по эксплуатации силикатных товаров // Товароведение и лег. пром-сть. — Мн., 1983. — Вып. 16. — С. 113—118.
2. Марьин Ю.И. Исследование водоустойчивости тарных стекол // Товароведение и лег. пром-сть. — Мн., Вып. 7. — С. 96—102.
3. Марьин Ю.И. Исследование устойчивости тарных стекол к воздействию 5 %-й уксусной кислоты // Товароведение и лег. пром-сть. — Мн., 1981. — Вып. 8. — С. 107—110.
4. Марьин Ю.И., Конопелько И.А. К вопросу методики определения химической устойчивости стекол // Вопр. технологии и товароведения изделий лег. пром-ти. — Мн., 1973. — Вып. 2. — С. 176—181.