

# ЭТОТ стеклянный мир



Естественное стекло известно человеку с древнейших времен – это наконечники стрел, ножи и т.п., изготовленные первобытным человеком в глубокой древности из природного вулканического стекла (обсидиана).

Возникновение стеклоделия связано, по-видимому, с развитием гончарного производства. Получение стекла сперва было, вероятно, случайностью. Примером такой возможности является образование стекла в результате расплавления золы при пожаре зернохранилищ.

В Древнем Египте производство стекла началось около 3000 лет до н.э. Из стекла делались различные украшения, амулеты. Цилиндр из светло-голубого стекла прекрасного качества, найденный в Тель-Асмаре близ Багдада, сделан в середине 3-го тысячелетия до н.э. Во время археологических раскопок в Тель-Эль-Амарне (1891–1892) была обнаружена древнеегипетская стеклоделательная мастерская времен фараона Аменхотепа IV. В мастерской были найдены остатки

стеклоплавильных тиглей, по которым можно судить о том, что египтяне делали стеклянные сосуды разных форм и размеров. Во времена Птолемея (IV–I века до н.э.) в Египте существовало относительно развитое стекольное производство. Египет оставался центром стеклоделия вплоть до нашей эры, стеклянные изделия египетских мастеров вывозились во многие другие страны.

Стеклоделие было развито также в странах Ближнего Востока, в частности в Сирии и Финикии, а также в Причерноморье. Кроме рядовой продукции, здесь изготавливались богатые уникальные изделия, украшенные эмалью и золотом. С древних времен стекло было известно в Китае (V–III века до н.э.). В источниках V века говорится об умении китайцев изготавливать стекло пяти цветов.

Примерно за 1200 лет до н.э. уже была известна техника пресования стекла в открытых формах. Таким способом изготавливались вазы, чаши, блюда, кубки, цветные мозаичные украшения.



При некоторых достижениях древнего стеклоделия техника его была примитивна. Высоких температур получать не умели, плавку стекла вели в небольших глиняных тигельках, стекло получалось не проваренным, часто непрозрачным и в очень малых количествах. Переворот в технологии стеклоделия был вызван на рубеже нашей эры изобретением способа выдувания полых стеклянных изделий. Тогда научились получать прозрачное стекло и выплавлять его сразу в значительных количествах.

Открытие способа выдувания стекла положило начало второму большому периоду развития стеклоделия, продолжавшемуся до конца XIX – начала XX века; технологические приемы все это время оставались примерно одними и теми же и не претерпели принципиальных изменений.

Первыми овладели методом выдувания стеклянных изделий мастера Древнего Рима, который вскоре становится крупнейшим центром стеклоделия. Именно в римское время стекло было впервые использовано в качестве оконного материала. Из Рима стеклоделие быстро распространяется по всей Римской империи. Возникают многочисленные стекольные мастерские в Галлии, Южной Британии, на северном побережье Черного моря. После падения в конце V века Западной Римской империи центр стеклоделия перемещается в Византию, где, в частности, быстро развивается особый вид художественного производства – выплавка цветного непрозрачного стекла (смальты) для смальтовой мозаики, сменившей в раннем Средневековье античную каменную мозаику.

На Руси стеклоделие было значительно развито в домонгольский период. В Киеве при раскопках слоев XI–XIII веков вскрыты большие стекольные мастерские. Такая мастерская была обнаружена и при раскопках в Костроме. С XI века на Руси начало развиваться производство смальты для монументальных мозаик. Но монголо-татарское нашествие прервало стекольное производство на Руси, которое возобновилось лишь в XVII столетии.

В странах Западной Европы в Средние века развивается искусство витража – картин или орнаментальных композиций из цветного стекла. Фигурно вырезанные стекла скреплялись свинцовыми перемычками и вставлялись в оконные проемы зданий.

Ведущая роль Византии в развитии стеклоделия сохраняется до XIII столетия, когда главным центром производства стекла в Европе становится Венеция.

Процветание стекольного дела в Венеции было предопределено двумя обстоятельствами. Среди богатейших трофеев (денег, драгоценностей), вывезенных венецианцами из Константинополя во время четвертого крестового похода (начало XIII века), находилось огромное число бесценных образцов византийского и исламского стекла, которые попали в сокровищницу собора Св. Марка. Кроме того, в это время в Венецию переселяются многие греческие мастера-стекольщики, бежавшие сюда от бесчинств кресто-

носцев. Дальновидные венецианцы сразу смекнули, что правильно организованное стеклоделие может оказаться богатейшим источником доходов. Считалось, что всякий гражданин Венецианской республики, ставший стеклоделом, причислялся к привилегированному слою общества. Если же какой рабочий или мастер перенесет свое искусство из Венеции в другие места к ущербу республики, ему будет послан приказ вернуться. Если он не возвращался, то заключали в тюрьму лиц, наиболее ему близких, чтобы этим принудить его к повиновению. Венецианские мастера изготавливают разнообразнейшие по форме и технике декоративные сосуды из тонкого или окрашенного стекла, туалетные зеркала, ставшие тогда удивительной новостью, бисер, бусы и другие художественные стеклянные изделия, пользовавшиеся широчайшей известностью.

В XVI столетии, после открытия Америки, в странах Западной Европы широко развивается промышленность. Здесь строятся стекольные предприятия, главными специалистами на которых становятся беглые венецианские мастера, облазившиеся огромными заработками. В 1612 году во Флоренции была издана книга А. Пери, которую можно считать первым научным трудом в области стеклоделия. В ней даны сведения об использовании окиси свинца и бора, а также окиси мышьяка как осветляющего стекла реагента, составы цветных стекол и прочее. Книга эта надолго сделалась руководством по технологии получения стекла.

В 1615 году в Англии предлагается способ использования угля в качестве топлива для стекловаренных печей. Это дает возможность получать при высоких температурах тугоплавкое и термостойкое стекло. В 70-х годах XVII века в Англии был предложен состав стекла с окисью свинца, что повысило показатель светопреломления. Это стекло, отличающееся блеском и радужной игрой, получило распространение и в других странах. Со второй половины XVII столетия первенство в производстве художественного стекла в Европе переходит к Чехии, где начали изготавливать толстостенные сосуды из стекла со значительным содержанием кальция. По своей бесцветности и чистоте это стекло напоминало горный хрусталь. Большая толщина стенок изделий позволяла производить особенно глубокую огранку, и в таком виде это стекло, известное под названием богемского хрусталя, получило широчайшую известность.

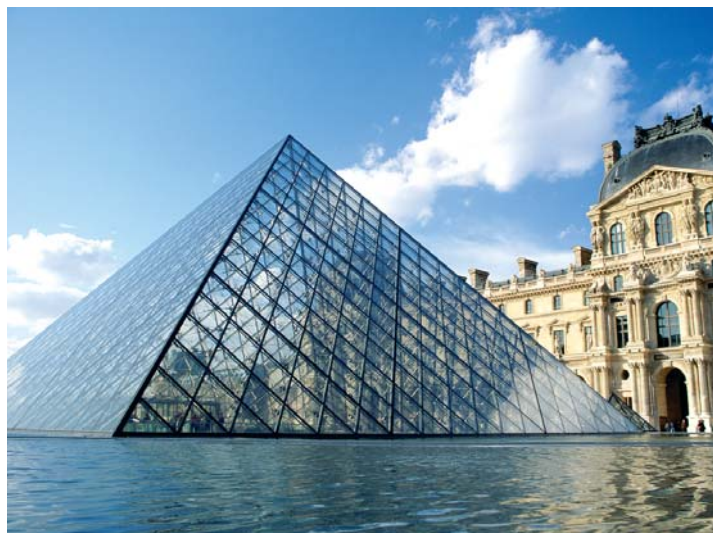
На Руси новый этап развития стеклоделия начинается с XVII века, когда в 1636 году близ Можайска шведом Елисеем Коэтом был построен первый в России стекольный завод. Важнейшую роль в дальнейшем развитии стеклоделия в России сыграл государственный стекольный завод, заложенный Петром I в первые годы XVIII века на Воробьевых горах под Москвой и к середине XVIII века переведенный в Петербург. Завод этот стал образцом для всех других стекольных предприятий страны, подлинной школой для



русских мастеров стекольного дела и лабораторией освоения новой техники. К 1760 году в России насчитывалось уже более 25 стекольных заводов, расположенных в различных губерниях. Заводы эти вырабатывали главным образом оконное стекло, бутылки и хозяйственную посуду. В начале XX века в России было уже 275 стекольных заводов, однако на большинстве из них уровень производства оставался низким, а многие предприятия были полукустарными. Основоположником научных основ стеклоделия в России является М.В. Ломоносов, который в 1752 году построил под Санкт-Петербургом фабрику и организовал на ней изготовление цветных стекол; эта фабрика была одновременно и научной лабораторией. Ломоносовым разработан метод горячей прессовки стекла.

## ТАК ЧТО ЖЕ ТАКОЕ СТЕКЛО?

Как ни парадоксально, но стекло представляет собой жидкость, только находящуюся в застывшем состоянии. Главная составляющая часть стекла, входящая в его состав в наибольшем количестве (60–75% от общего объема) и определяющая его типичные свойства, – это кремнезем (песок, кварц, мелкозернистый песчаник). В стекловарении успешно используются также самые чистые разновидности кварцевого песка, в которых общее количество загряз-



нений (примеси глины, извести, слюды) не превышает 2–3%. Особенно нежелательно присутствие железа, которое, встречаясь в песках даже в небольших количествах, окрашивает стекло в неприятный зеленоватый цвет. Об этом эффекте знали еще в древние времена. Например, римский ученый Плиний, живший в I веке до н.э., писал о том, что издавна для стекловарения брали песок из реки Белус, находящейся в Финикии: в золе морских водорослей и прибрежных растений содержалась сода, а раковины представляли собой известняк. Таким образом, песок реки Белус после отлива моря содержал все необходимые для стекловарения элементы.

Стекло можно сварить и из одного песка, не добавляя к нему никаких других веществ, но для этого необходима температура свыше 1700 °С. Обычные современные печи из огнеупорного глиняного кирпича, где используется твердое, жидкое и газообразное топливо, для этого не подходят – приходится использовать электропечи, эксплуатация которых обходится достаточно дорого. Изготовленное таким образом стекло называют кварцевым стеклом. Главное его достоинство – способность выдерживать любые температурные скачки. Из него делают тигли, чашки, стаканы, трубки для лабораторной техники.

Если добавить к песку соду, то удастся сварить стекло при температуре 1400–1500 °С. Расплав при этом получится менее вязкий,

будет успешно освобождаться от воздушных пузырьков и позволит с удобством формировать из него изделия вполне удовлетворительного качества. Однако такое стекло быстро разрушается под действием атмосферной влаги в воздухе. В современных производствах его используют исключительно в мыловаренной, химической промышленности, лакокрасочном деле, текстильном и бумажном производстве, в дорожном строительстве, при проведении подземных выработок, для пропитки и уплотнения рыхлых грунтов, но никак не при строительстве жилых и офисных помещений.

Если добавить в смесь песка и соды еще один компонент – известь, то получится трехкомпонентная смесь, имеющая профессиональное название «шихта», из которой варится стекло, наиболее качественное по всем своим параметрам. В процессе стекловарения под влиянием высокой температуры от соды в шихте остается окись натрия, от известняка или мела – окись кальция. Эти окиси, соединившись с кремнеземом песка, образуют так называемое силикатное стекло. Наличие этих двух окисей разрывает силикатную цепь и ведет к снижению вязкости и температуры плавления.

Сегодня 9/10 всего выплавляемого в мире стекла – натриево-кальциевое силикатное. Однако основа для стекла может форми-



роваться при помощи других материалов, таких как окиси фосфора, мышьяка, германия или бора. Кроме того, в зависимости от назначения к стеклу могут добавляться и другие компоненты.

## ОКОННОЕ СТЕКЛО

Впервые оконное стекло, хотя и весьма несовершенное, появилось на рубеже старой и новой эры летоисчисления у римлян. Однако после падения Римской империи секреты его производства оказались утеряны, и в начальный период Средневековья в Европе оконного стекла не знали. Естественно, возникает вопрос: а что же было в окнах? Часто окна тогда закрывались сплошными деревянными ставнями. В теплые дни их открывали, впуская дневной свет внутрь помещения. В непогоду окна были закрыты и помещение освещали свечами. В России свечи, которые были дороги, часто заменяли горячей лучиной.

В Европе в некоторых дворцах, парадных зданиях и церквях в мелкие ячейки в оконных проемах вставляли пластинки слюды, которые ценились очень дорого. В домах простых людей для этой цели использовались бычий пузырь и промасленная бумага или ткань. В середине XVI века даже во дворцах французских королей окна закрывались промасленным полотном или бумагой. Лишь в середине XVII столетия при Людовике XIV в окна его дворца

появилось стекло в виде маленьких квадратиков, вставленных в свинцовый переплет. Листовое стекло большой площади долго не умели получать, поэтому даже в XVIII веке застекленные окна имели мелкий переплет. Обратите внимание на реставрированные здания петровской эпохи, например на Меншиковский дворец в Санкт-Петербурге. Однако вернемся к истокам производства оконного стекла.

Как уже было сказано, римляне научились изготавливать оконное стекло в конце старой эры. Они делали это путем отливки и раскалывания жидкого стекла в форму в виде противня, который изготавливался из глины. Отливки извлекались из формы еще в горячем виде, пока стекло сохраняло пластичность. Таким способом получали оконное стекло толщиной около 10 мм и площадью до 0,5 кв. м. Поскольку прилегающая к форме сторона листа оказывалась шероховатой, то стекло не было прозрачным.

Такое стекло находили при раскопках в западноевропейских колониях Рима, а также на Востоке вплоть до Черноморского побережья. Но после распада Римской империи это ремесло пришло в упадок, способ производства был забыт и никогда не возобновлялся. Новый способ производства оконного стекла был разработан много столетий спустя, в Средние века. Этот способ принципиаль-



но отличался от древнеримского, так как стекло получали не отливкой, а выдуванием. Вначале выдували шар, который раскалыванием на плитке и размахиванием в воздухе превращался в подобие большой ампулы. После отрезания верхней и нижней части получался цилиндр, который разрезали вдоль и на раскаленной глиняной плите разглаживали в лист деревянной гладилкой. Стекло получалось довольно тонким, хотя и небольшого размера. Столона, прилегавшая к плите при разглаживании, также получалась шероховатой, а значит, стекло опять же было непрозрачным.

На территории древнеславянского государства археологи многократно находили фрагменты стеклянных кругов диаметром 20–25 см с хорошо заделанными кромками. Ученые сходятся во мнении, что эти стеклянные круги служили для остекления окон крупных общественных зданий, например храма Киевской Софии и других церквей домонгольской Руси. Считают, что способ их производства сводился к следующему. В форме выдувался сосуд, похожий на конусообразный графин, затем дно этого «графина» обрезалось и кромка завертывалась.

В конце Средних веков в Европе начали широко применять «лунный» способ изготовления листового стекла. В его основу также был положен метод выдувания. При этом способе вначале выдувался шар, затем он сплющивался, к его дну припаивалась ось, а около выдувательной трубки заготовка обрезалась. В резуль-

тате получалось подобие вазы с припаянной ножкой-осью. Раскаленная «ваза» вращалась с большой скоростью вокруг оси и под действием центробежной силы превращалась в плоский диск. Толщина такого диска была 2–3 мм, а диаметр доходил до 1,5 м. Далее диск отделялся от оси и отжигался. Такое стекло было гладким и прозрачным. Характерная его особенность – наличие в центре диска утолщения, которое специалисты называют «пупком». Лунный способ производства сделал листовое стекло доступным для населения. Однако на смену ему уже в начале XVIII столетия пришел другой, более совершенный «халявный» способ, который использовался во всем мире в течение почти двух столетий. По существу, это было усовершенствование средневекового способа выдувания, в результате которого получался цилиндр. «Халявой» называли формируемую массу стекла на конце выдувной трубки. Она доходила до 15–20 кг, и в итоге из нее получались листы стекла площадью до 2–2,5 кв. м.

Такой способ позволил получать оконное стекло хорошего качества, относительно недорогое и доступное для широких слоев населения. Таким образом, проблема светлого и теплого жилища была разрешена лишь в XVIII веке.

Однако «халявный» способ трудно поддавался механизации, а потребность в оконном стекле росла и росла. Поэтому поиски новых способов продолжались, и в результате в начале XX века был разработан механизированный процесс. В основе его лежало наблюдение американца Кларка, сделанное в первой половине XIX века. Оно состояло в том, что если на поверхность жидкого стекла положить железный стержень («приманку»), а затем поднимать его, то стеклянная масса приварится (приклеится) к стержню и потянется за ним в виде полотна. При остывании на воздухе получается стеклянный лист. Однако он получался не с параллельными кромками, а в виде клиновидного полотна. Следующим шагом на пути разработки механизированного способа было изобретение бельгийца Фурко. Он предложил положить на поверхность расплавленной массы керамический брус («лодочку») с продольной щелью. Керамика легче расплавленной стеклянной массы, и потому лодочка плавает на поверхности. Если нажать на лодочку, то расплавленная масса выдавливается из щели. На нее опускают «приманку» и тянут вверх. Если скорость подъема приманки будет равна скорости выдавливания стекломассы, то получится правильное полотно с параллельными кромками. Дальнейшее решение проблемы носит чисто технический и конструкторский характер – устанавливаются подъемные валики, холодильник и другие приспособления. Толщина листа зависит от скорости подъема и скорости охлаждения листа.

В настоящее время оконное стекло производят в основном именно таким способом. Несколько другой вариант технологического оформления процесса производства листового стекла используют в США. В нем вместо лодочки с каждого борта полотна располагается пара роликов, между которыми и проходит полотно. Ролики препятствуют сужению полотна, потому необходимость в лодочке отпадает.

В современном строительстве для остекления общественных зданий, гостиниц и витрин магазинов, а также в авто- и вагоностроении широко используют стекло толщиной от 6 мм до нескольких сантиметров. Такое стекло называют зеркальным. Оно изготавливается методом проката с последующей шлифовкой и полировкой. Когда говорят о здании, построенном из стекла и бетона, то имеют в виду именно такое зеркальное стекло.

Из сказанного видно, какими усилиями далось человеку прозрачное стекло.

Вряд ли современный человек может оценить тот комфорт и удобство, которое дает ему прозрачное листовое стекло. Человек рождается в светлом и теплом помещении и принимает это как должное.