

Профильное  
обучение

ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ



Химия  
для гуманитариев  
10, 11 классы

Издательство «Учитель»

---

*Элективный курс*

---

**ХИМИЯ  
ДЛЯ ГУМАНИТАРИЕВ  
10, 11 классы**

Составитель **Н. В. Ширшина**

Волгоград

УДК 371.3  
ББК 74.262.4  
Х46

Составитель Н. В. Ширшина

Х46 **Химия для гуманитариев. 10, 11 классы / сост. Н. В. Ширшина. – Волгоград: Учитель, 2005. – 135 с.**  
ISBN 5-7057-0512-3

В данном пособии представлены материалы элективного курса по выбору «Химия для гуманитариев» в соответствии с концепцией профильного обучения в 10, 11 классах.

Предлагаются подборки лекций, практические и внеклассные занятия по направлениям: роль химических знаний в создании произведений декоративного и прикладного искусства; химия в быту и т. д.

Предназначено учителям химии, истории, изобразительного искусства, МХК и других дисциплин, старшеклассникам, а также может быть полезно студентам педагогических вузов и колледжей, слушателям ИПК и ФПК.

УДК 371.3  
ББК 74.262.4

ISBN 5-7057-0512-3

© Ширшина Н. В., составление  
© Издательство «Учитель»  
© Оформление. Издательство «Учитель»

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих тенденций современного образования является его профилизация. В школах, гимназиях, лицеях появляются профильные классы, в которых ведется углубленное изучение тех или иных предметов. В частности, в различных профилях существенно отличается и содержание уроков химии. Так, химико-биологический профиль предполагает существенное углубление знаний по этим предметам, что должно обеспечить подготовку к ЕГЭ и поступление в вуз на соответствующие специальности. Для классов гуманитарного профиля характерна практическая направленность уроков химии: связь с повседневной жизнью, с искусством.

Данный курс относится к типу элективных курсов по выбору, направленному на удовлетворение познавательных интересов учащихся в области, выходящей за рамки выбранного профиля, в данном случае – гуманитарного, и позволяет расширить свои знания в химии на уровне, не требующем специальной подготовки по предмету.

Многие учителя, преподающие химию в гуманитарных классах, испытывают затруднения в подборе материалов к таким темам, как «Химия и искусство», «Химия и литература» и т. п. Данное пособие содержит подборки лекций, практических и внеклассных занятий по трём направлениям. Первая часть раскрывает роль химических знаний в создании произведений декоративного и прикладного искусства. Во второй вы найдёте материал об использовании химических препаратов в быту, в повседневной жизни человека. Третья часть содержит подборку на тему «Химические сюжеты в произведениях художественной литературы».

Пособие рассчитано на широкий круг читателей: учащихся 10, 11 классов, студентов педагогических вузов, учителей химии, истории, изобразительного искусства, МХК и других дисциплин.

# Часть I

## ХИМИЯ И ИСКУССТВО

Химия и искусство имеют внутреннюю общность,  
которая коренится в их творческой природе.

*Марселен Бертло*

### ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ В ЖИВОПИСИ

Как разнообразен и прекрасен мир искусства, особенно живопись! Какие уникальные картины и полотна созданы талантливыми художниками! Многие из шедевров дошли до нас из глубины веков и радуют до сих пор, а некоторые были утрачены из-за непрочности материалов. Чтобы добиться наилучшего качества своих красок и долговечности полотен, художнику зачастую нужно быть не только изографом, но и химиком.

О свойствах и составе красок, о техниках и видах живописи и о многом другом вы узнаете из этого раздела.

Недостаточно знать различные виды красок, виды грунтов. Необходимо также уметь различать виды живописи и технику их использования. Один из самых удивительных видов живописи — **энкаустика**. Это живопись расплавленными твердыми красками, связующей основой которых является воск. Существует древнегреческая легенда, рассказывающая о внезапном снятии осады г. Родоса в III веке до нашей эры. Военные действия против родосцев возглавлял македонский царь, один из диадохов — преемников Александра Македонского, Деметрий Полиоркет. Обстоятельства сложились так, что отряды Полиоркета должны были брать город с той стороны, где находилась мастерская знаменитого энкауста Протогена. Царь, боясь нанести ущерб мастерской художника, приказал снять осаду... Эта удивительная легенда имеет под собой реальную основу. В Древней Греции, особенно в период расцвета ее искусства (VI–V вв. до н. э.), энкаустические картины ценились необыкновенно

высоко. Плиний Старший рассказывал, что лучшие произведения выдающегося художника того времени Зевксиса стоили так дорого, что купить их было невозможно, и автор просто дарил свои произведения.

К сожалению, до нашего времени не сохранилось ни одной станковой энкаустической греческой картины. Вероятно, большая их часть была вывезена в Рим и погибла там во время пожаров (410 и 452 гг.). Сохранились лишь упоминания и описания таких картин. Например, можно привести высказывание об энкаустике античного автора Флавия Филострата: «Искусство, основанное на правде, вызывает капли росы на цветах, на них сидит даже пчела, и неизвестно, она ли обманута, или мы, в заблуждение введенные, считаем ее живою». По-видимому, Плиний был отчасти прав, когда писал: «Мы будем говорить о том, что осталось от живописи, искусства некогда знаменитого». Впрочем, древние картины, написанные энкаустическими красками, все же дошли до нашего времени. В первую очередь, это знаменитые фаюмские портреты из Египта, относящиеся к I–III столетиям. Особое впечатление производят яркость и свежесть красок, которыми они выполнены.

Прочность энкаустической живописи объясняется главным образом свойствами связующего – пчелиного воска. Этот материал способен в течение тысячелетий сохранять мягкость и эластичность, поскольку обладает свойством «дышать» вместе с деревянной основой картины, то есть сжиматься при понижении температуры и расширяться при ее повышении, так же, как дерево. А поскольку воск водонепроницаем, то в результате температурных колебаний в нем не возникает трещин и разрывов.

Технология работы энкауста исключительно сложна. Как уже говорилось, в этой технике применяются твердые краски, и для нанесения их на основу (специально подготовленную доску) используют не кисть, а особые инструменты, каутерии – бронзовые ложечки разных размеров, дно которых имеет килевидную форму. Хорошо нагретым на огне каутерием художник отделяет от большого куса маленькие кусочки краски и помещает их в нужных местах создаваемого изображения. Киль ложечки служит для разглаживания мазка. Эта кропотливая работа требует большого таланта и умения.

Когда роспись готова, для лучшего ее закрепления все полученное изображение прогревается с целью оплавления красок. Эта операция имеет принципиальное значение. В составе энкаустических красок всегда содержится немного льняного масла. При оплавлении оно выступает на поверхность и после застывания образует тончайшую стекловидную пленку. Это и есть знаменитый энкаустический лак. Сложная в исполнении энкаустическая техника позднее была вытеснена другими, более простыми – темперой и затем масляной живописью. Секрет приготовления энкаустики постепенно был утрачен. Восстановить секрет забытой техники стремились многие ученые и художники, в том числе и Леонардо да Винчи. Однако время ее возрождения пришло позже: в 1935 году секреты древних были разгаданы потомственным российским живописцем Василием Вениаминовичем Хвостенко. Успех пришел в результате выполнения множества опытов, в том числе химических.

Из курса истории все хорошо знают: стенная роспись, которой обычно украшались русские православные храмы, называется фреской. Первые киевские церкви – Десятинная, собор Святой Софии – были богато украшены мозаичными изображениями, выполненными из смальты. Однако создание мозаик – очень длительный и дорогой процесс, поэтому уже во второй половине XI века они были вытеснены росписями, выполненными по сырой штукатурке. При создании наиболее древних фресок наряду с покупными минеральными красками русские изографы применяли цветные глины красных, желтых, коричневых, зеленых тонов. Эти глины тщательно растирали на воде. Попадавшиеся в них крохотные частички кварца и слюды создавали особую фактуру живописи, слабое ее мерцание. Современные художники, копирующие старинные фрески, также используют в качестве пигментов различные глины.

Однако фрески создавались не только на Руси. Это одна из древнейших живописных техник, которую использовали художники разных стран. Наиболее древние образцы фресок обнаружены при раскопках Критской цивилизации. На полторы тысячи лет моложе их фрески города Помпеи, в 79 году нашей эры погребенной под пеплом вулкана Везувий. Эти фрески вновь увидели свет в наше время. Благодаря им наши современники смогли многое узнать о

жизни Римской империи. Например, на одной из фресок запечатлена работа штукатуров, которые «устраивают особые водоемы, где мешают известь с песком... а затем... вводят в действие рабочие команды и заставляют их бить это месиво деревянным пестиком». Такая обработка штукатурки, по свидетельству современников, обеспечивала особую прочность получаемых облицовок, по которым затем и выполняли росписи. Вообще, качеству грунта — штукатурки — во фресковой живописи придется очень большое значение, поскольку от него зависит долговечность создаваемых картин. На Руси известь, применяемая для фресок, проходила многолетнюю обработку: в течение трех-восьми лет ее выдерживали в особых ямах, постоянно перелопачивая. Для получения штукатурки известь смешивали с гипсом, мелом, мелко толченым кирпичом, рубленным льдом. Грунт обычно делали двухслойным. На хорошо просохший первый, достаточно толстый слой штукатурки непосредственно перед началом работы художники наносили тонкий второй слой, по которому и выполняли роспись.

Фреска составляет целую эпоху в развитии западноевропейской живописи. До нашего времени дошли великолепные росписи Джотто, Микеланджело, Рафаэля, Гойи и других прославленных мастеров. К сожалению, немало фресок погибло. Среди них работы Леонардо да Винчи (1452–1519 гг.). Гениальный художник и экспериментатор, он постоянно стремился к усовершенствованию техники живописи. Однако его попытка писать масляными красками по фресковому грунту оказалась неудачной: фреска «Гайная вечеря» в трапезной миланского монастыря Санта-Мария делье Грацие начала осыпаться вскоре после ее создания. Разрушение великого творения Леонардо довершили неумелые реставрации и солдаты Наполеона, устроившие в трапезной конюшню.

О величии фресок итальянского Возрождения можно судить по творениям Рафаэля и Микеланджело. Совсем недавно в личной молельне римских пап — Сикстинской капелле — проведена реставрация колоссальных фресок Микеланджело «Сотворение мира» и «Страшный суд» общей площадью около 750 кв. метров. Состояние стен капеллы было проверено с помощью самой современной электронной аппаратуры, а для анализа химического состава использо-

ванных художником красок применены наиболее совершенные физико-химические методы. Реставраторы очистили поверхность красочного слоя специальным составом и нанесли слой акрилового лака на защищаемую поверхность.

В подобной заботе нуждаются и памятники отечественной культуры. Огромного уважения заслуживают усилия художников А. П. Грекова, Н. В. Гусева, А. К. Крылова и других, стремящихся сохранить для потомков дошедшие до нашего времени древние фресковые росписи.

Какими красками писали западноевропейские художники Средневековья и Возрождения, византийские и русские иконописцы? Оказывается, до XV века наиболее распространенной техникой живописи была **темпера**.

Андрей Рублев и Семен Холмогорец, Мозаччо и Дюрер, Крахны и Брейгель Старший, Тициан и Рафаэль, как и многие их современники, писали темперными красками, для приготовления которых пигменты растирали на различных эмульсиях. Готовые темперные краски можно развести водой. Но после их высыхания эта способность растворяться в воде утрачивается. Свойства темперных красок зависят от характера использованных эмульсий. Классическая яичная темпера недостаточно эластична, это приводит к тому, что при изменении условий окружающей среды (температуры, влажности) живописный слой не способен расширяться и сокращаться вместе с грунтом и основой и неизбежно покрывается сеточкой тонких трещин (кракелюр). Поэтому в старину для повышения эластичности красок применяли различные добавки: итальянские живописцы использовали вино и сок фигового дерева, немецкие – спирт и пиво, содержащее растительную клейковину, русские изографы брали хлебный квас. Названные добавки способствовали также улучшению текучести красок и служили консервантами, то есть препятствовали развитию процессов гниения.

Технология создания темперного полотна очень сложна. Живопись многослойна, каждый ее фрагмент прописывается много раз, и всякий раз необходимо ждать полного высыхания красок. На Руси в технике темперы в старину писали иконы. Икон, относящихся к домонгольскому периоду, осталось немного – около 30. Самая ценная из

уцелевших — икона «Апостолы Петр и Павел» (середина XI века), находившаяся в новгородском соборе Святой Софии.

Русские иконы обычно писали на сосновых, липовых или еловых досках. Сухие, выдержанные в течение нескольких лет доски скоблили, шлифовали, делали в центральной части углубление — ковчег. На подготовленную доску накладывали кусок холста — паволоку, а на нее последовательно наносили до десяти слоев левкаса (грунта), состоящего из смеси мела, муки и меда, который играл роль связующего. В других случаях в качестве связующего использовали мездровый или рыбий клей. Первый готовили из обрезков кожи животных, второй из плавательных пузырей осетровых рыб (это сырье содержит белок с относительно небольшой молярной массой, что придает клею необходимые свойства). Рыбий клей всегда был дорог. В средние века новгородские купцы вывозили его за границу в числе самых ценных товаров. Левкас был жидким. Его составляющие растирали так тонко, что после высыхания десяти последовательно нанесенных слоев получалась плёнка толщиной около 1 мм. По левкасу писали красками. Здесь тоже существовал строгий, раз и навсегда установленный порядок. Святых изображали в соответствии с канонами иконописных подлинников. В светской живописи XV–XVII вв. темпера была вытеснена менее сложной техникой масляной живописи. Однако с середины XIX столетия темпера вновь обрела былую популярность. Ею пользуются и современные художники, в частности миниатюристы старинного художественного центра России села Палех в Ивановской области. Здешные мастера, продолжая и развивая традиции русской иконописи, создают великолепные произведения декоративно-прикладного искусства.

Среди важнейших техник живописи **масляная** — наиболее «молодая». Легенда приписывает ее создание великому нидерландскому художнику Яну ван Эйку (1390–1441 гг.) — придворному живописцу бургундского герцога Филиппа Доброго (это историческое лицо вам, вероятно, известно по романам М. Дрюона), жившему в г. Бюрге. Однако не все историки отдают приоритет ван Эйку. Дело в том, что использование красок, стертых на растительном масле, практиковалось и до него. К тому же в темперной живописи традиционно применялись некоторые краски, «не терпящие желтка», и

поэтому стертые на льняном или ореховом масле. Таким образом, не ван Эйк первым применил масло. Однако общепризнанно, что ему удалось улучшить технику масляной живописи. По впечатлениям современников, его картины убедительно передавали иллюзию наполненного светом пространства, предметного мира. Благодаря изысканиям великого нидерландца растительные масла оказались «материалом, который придавал краскам для живописи совершенно новые качества и удовлетворил художников в отношении почти неограниченных возможностей передачи действительности».

Для приготовления красок использовали высыхающие масла: маковое, ореховое (из ядер грецких орехов), конопляное, льняное. Из них лучшее, придающее краскам необходимые свойства, — льняное, так как оно содержит наибольшее количество триглицеридов — ненасыщенных карбоновых кислот. При контакте с воздухом все перечисленные масла высыхают: ненасыщенные карбоновые кислоты окисляются и полимеризуются. В результате образуется прочная прозрачная пленка. Линоксин — пленка, образуемая льняным маслом, — отличается наибольшей прочностью и эластичностью.

В первое время все необходимые художественные материалы для масляной живописи готовили непосредственно под руководством художников. Мастера владели множеством технологических секретов, которые нередко являлись семейным достоянием. Еще в XVIII веке готовыми красками, продававшимися в лавках, рекомендовали пользоваться разве что любителям. В начале XIX столетия производство красок перешло в руки промышленников. Это было и хорошо и плохо. С одной стороны, художники наконец избавились от нелегкого и хлопотного труда по приготовлению необходимых материалов, с другой — массовая продукция (холсты, грунты, краски, связующие) не всегда обеспечивала достаточно высокое качество живописи.

В XX веке две знаменитые картины были порезаны ножом. Потом оба полотна удалось восстановить (одно из них можно видеть в Третьяковской галерее, другое — в Лондонской национальной галерее). Это картины «Иван Грозный и сын его Иван» И. Е. Репина и «Венера с зеркалом» Д. Веласкеса. При реставрации выяснилось, что с картины Репина краска осыпалась не только там, где прошел нож,

но и в тех местах, где преступник дотронулся до картины рукой, а с картины Веласкеса краска не осыпалась вовсе. Объяснить это можно разным качеством грунтов. Великий испанский художник XII века Диего Веласкес, подобно всем старым мастерам, грунтовал холсты сам, по своим собственным рецептам. Репин — художник другого времени — покупал готовые холсты у дрезденской фирмы «Цвиллих», которые были покрыты плотным масляным глянцевым грунтом. Эта фирма выпускала холсты с середины XIX века, имела немалую популярность, и ее продукция пользовалась большим спросом. Вероятно — и это красноречиво подтверждают быстро стареющие и разрушающиеся картины, — при изготовлении холстов недостаточно долго выдерживались грунты. Современные промышленные предприятия выпускают материалы весьма высокого качества, и тем не менее художники иногда предпочитают собственноручно изготавливать необходимые им для работы холсты и краски.

**Акварель** — один из самых поэтичных видов живописи. Лирическую, полную светлых и ясных образов литературную зарисовку или новеллу часто называют акварелью. Можно писать по сухой или сырой бумаге сразу, в полную силу цвета. Можно работать в многослойной технике, постепенно уточняя цветовое состояние, каждую частность. Нельзя или почти нельзя исправить испорченное место: акварель не выносит малейшей затертости, замутненности, неясности. Прозрачность и блеск придает ей бумага, которая должна быть белой и чистой. В полной мере акварель утвердилась в странах Европы в конце XVII — начале XVIII вв. Одними из первых ее оценили английские живописцы. Особенно прославился У. Тернер. Также и в России было немало выдающихся акварелистов: К. П. Брюллов, А. А. Иванов, П. А. Федотов и другие.

**Гуашь** — в переводе с французского означает «водяная краска». Гуашевые краски обладают большими кроющими возможностями, непрозрачны, хотя и разводятся водой. В технике гуаши художники пишут по бумаге, картону, фанере, плотному шелку. Работы имеют матовую, бархатистую поверхность. Но при использовании гуаши возникают свои трудности — краски после высыхания быстро светлеют. Требуется немалый опыт, чтоб предугадать степень изменения плана и цвета.

**Пастелью** называют цветные карандаши без оправы, изготовленные из красочного порошка. Название «пастель» происходит от итальянского слова «паста» — «тесто». Его получают путем смешивания красочного порошка с клеящим веществом (вишневым клеем, желатином). Состав порошка и количество клея придают различную степень мягкости пастели. Работают в этой технике на бумаге, картоне и холсте. Краски наносятся штрихами или втираются пальцами и растушевкой, что позволяет художнику добиваться тончайших красочных нюансов и нежнейших переходов тонов, матовой, бархатистой поверхности. При работе пастелью можно легко снимать или перекрывать целые красочные слои, так как она свободно соскабливается с грунта. Но эта же особенность делает ее чрезвычайно восприимчивой к внешним воздействиям, поэтому произведения, выполненные пастелью, обычно закрепляются специальным раствором, который приглушает световую переливающуюся поверхность и нередко вызывает потемнение. Пастель иногда применяют в комбинации с темперой или гуашью, реже с масляными красками.

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВЕДЕНИЙ МОНУМЕНТАЛЬНОЙ И СТАНКОВОЙ ЖИВОПИСИ**

1 декабря 1863 года заведующим кафедры геологии, физики и элементарной химии Парижской школы изящных искусств был назначен Луи Пастер. Трудно было найти лучшую кандидатуру. Сфера интересов Пастера была необычайно широкой, увлекался он и живописью: в молодости учился в одной мастерской с Густавом Курбе. Исследователь произведений искусств, он утверждал, что этим должны заниматься не только искусствоведы, но и химики; Пастер понял это одним из первых. На одной лекции он говорил: «Мы совершенно ничего не знаем о приемах техники первых живописцев, писавших маслом...»; «К чему бесконечно спорить о том, применяли ли эти мастера лак в своих картинах, и выяснять, каким был состав их грунта? Изучите химически живопись. Это единственно научный метод, поскольку эрудиция тут бессильна».

Между тем художники, не дожидаясь конца теоретических споров, экспериментировали каждый по-своему. Чаще всего, не мудрствуя лукаво, они пытались согласно старинным трактатам со-

ставить из растительных масел и лаков идеальное связующее, которое помогло бы воссоздать краски старых мастеров. Однако ничего не получалось.

Химики тоже не дремали. В 1850 году вышла работа М. Шевреля «Исследование масел, употребляющихся в живописи». Она заложила основы нового направления в органической химии – химии масел. В 1884 году немецкий химик А. Кейм основал журнал «Технические сообщения для живописи», а два года спустя – Немецкое общество содействия рациональным методам живописи. В него входили ученые и художники; одним из членов общества был профессор Петербургского университета Ф. Ф. Петрушевский.

Но систематические поиски химических методов, которыми можно изучать состав старинных красок, начались в самом конце XIX века. Так, для определения пигментов стали использовать микрохимические капельные реакции. Пытались определить связующее по его способности растворяться в воде, кислотах и щелочах; белки – по присутствию азота, серы. Вот как, например, можно идентифицировать связующее по способу американского ученого Р. Геттенса. При слабом нагревании образцов с разбавленной азотной кислотой, указывал он, появлялась «типичная масляная капля». Обработка холодным 5-процентным раствором едкого натра частично разрушала красочную пленку, но не полностью растворяла ее. На этом основании Геттенс делал вывод, что связующим красок было масло. Такие эксперименты, разумеется, неточны и мало достоверны.

Определением связующих заинтересовался и знаменитый химик Вильгельм Оствальд. В 1905 году он предложил новый и неожиданный подход к проблеме: гистологический. Небольшую крупинку живописи Оствальд зажимал между кусками пробки и разрезал на микротоме – приборе, на котором гистологи режут ткани для изучения их срезов под микроскопом. Так же поступил и Оствальд: срезы он поместил в каплю воды на предметное стекло и обрабатывал их специфическими красителями (теми же, кстати, что и гистологи; скажем, метилвиолетом – для обнаружения масел, йодэозином – для обнаружения белков). «Теперь могут быть выявлены поддел-

ки, — писал он, — и записанные картины могут быть отличены от подлинно сохранившихся».

Оствальд оказался прав — метод срезов широко применяется для изучения живописи и по сей день. Только фрагмент не зажимают между кусками пробки, а опускают в жидкую полиэфирную смолу, которая затвердевает при полимеризации. Блок разрезают, и тонкие срезы окрашивают красителями. Если на срезе появляются устойчивые окраски с белковыми реагентами, это означает, что применялось белковое связующее — белок яйца, казеин молока, желатин. Если срез окрашивается красителями, взаимодействующими с липидами, то связующее — масло. Если же оба реактива окрашивают срез, то, вероятно, мы имеем дело с красками, замешанными на яичном желтке, — в нем есть и липиды, и белки.

В живописном слое картины Боттичелли «Мадонна с младенцем и св. Иоанном» (1490-е годы) были обнаружены пять слоев краски. Окрашивание среза показало, что один из нижних слоев содержал яичный белок, а остальные — масло. Другими словами, художник сначала набрасывал композицию темперой, а продолжал и заканчивал работу масляными красками (искусствоведы же всегда считали, что он работал исключительно маслом).

Этот метод дает нам возможность отличить белковое связующее от масляного. Но что за белок, что за масло, таким способом не узнать. Тут нужны биохимические исследования.

### **ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВНЕЙ ЖИВОПИСИ В ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧАХ**

До сих пор точно не известно, какими красками писали античные художники: пользовались ли они воском или расписывали стены домов в технике фрески — без связующего. Искусствоведы спорят об этом около двухсот лет. Химические исследования помпейской живописи, проведенные в конце XIX — начале XX веков, показали, что в росписи внутренних помещений воска нет, но он есть в красках наружных стен. Однако опыт последнего десятилетия вновь запутал проблему: и во внутренних помещениях были обнаружены краски на воске, а также на растительных клеях — растворах камедей. Восковые краски внешне почти не отличаются от масляных. Но

энкаустическая живопись сохраняет цвет, яркость, первоначальную чистоту исполнения в течение столетий. Исследования показали, что для нее опасны только механические повреждения, так как восковая краска мягкая. Воск — это вещество животного или растительного происхождения. По химической природе он близок к жирам и в основном состоит из сложных эфиров высших жирных кислот и высших спиртов.

Археологи передали нам фрагменты росписей I века до нашей эры из раскопок Пантикапея — города, находившегося на месте современной Керчи. Это были толстые куски штукатурки с красной или желтой раскраской. Поверхность их оказалась ровной и блестящей, но был ли обусловлен этот блеск воском?

Счищенную краску проэкстрагировали хлороформом (пигменты в нем не растворялись, в древние времена пользовались минеральными пигментами). Растворенное вещество исследовали с помощью инфракрасной спектроскопии. Спектр поглощения вещества, если в нем отсутствуют существенные примеси, очень специфичен, его трудно спутать с другими и легко сопоставить с известными. Спектр вещества оказался знакомым: это был спектр пчелиного воска. Для сравнения проэкстрагировали кусочек краски византийской иконы VI века «Сергий и Вакх», написанной восковыми красками. Спектры оказались очень похожими. Единственное отличие между ними — присутствие в спектре византийской живописи дополнительной полосы поглощения, которая характерна для солей жирных кислот. Это значит, что для иконы применяли воск, проваренный с морской водой и содой (так называемый пунический), а для стеной живописи — просто воск.

Исследовали также росписи, открытые в развалинах среднеазиатских городов. Внешне эта живопись выдержана в традициях буддийского искусства, но о том, как работали художники, ничего не было известно. Начало биохимическому изучению живописи положил еще в 1927 году профессор И. И. Андреев. Он предположил, что средневековые росписи в Хара-Хото — заброшенном городе, открытом в начале века в пустыне Гоби, — написаны красками, замешанными на яичном желтке. Андреев для доказательства привел опыт с сывороткой кроликов. Специфические антитела, вырабаты-

вающиеся в организме кроликов, реагировали на присутствие в красках желтка, раствор сильно мутнел (реакция преципитации).

Уже в наши дни американские исследователи М. Джонсон и Э. Паккард воспользовались реакцией преципитации с более совершенными сыворотками, способными выявлять только определенные виды веществ, то есть уточняющими результаты исследований.

## **МЕТАЛЛЫ – МАТЕРИАЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ШЕДЕВРОВ МИРОВОГО ИСКУССТВА**

Металлы – химические элементы, образующие в свободном состоянии простые вещества с металлической химической связью. В основе структуры металлов лежит кристаллическая решетка из положительно заряженных ионов, погруженных в плотный «газ» подвижных электронов. Такое строение и обуславливает важнейшие физические свойства металлов: пластичность, электропроводность, теплопроводность, металлический блеск, прочность, которые широко используются как в народном хозяйстве, так и в искусстве.

### **ПЛАН ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА**

1. О меди и бронзе.
2. Позолота.
3. Металлический блеск в зеркалах.
4. Железо и жечь.
5. Чугун: и волшебство, и вдохновенье.
6. Сталь: от оружия до ювелирных изделий.

### **О МЕДИ И БРОНЗЕ**

Смена эпох у разных народов, в разных точках земного шара происходила неравномерно, и их хронологические рамки могут быть названы лишь приблизительно.

Историками установлено, что в период Древнего царства в Египте (2960–2270 гг. до н. э.), в эпоху постройки египетских пира-

мид, ремесленники применяли исключительно медные инструменты (каменный инвентарь делали из гранита и долерита). Некоторые из них отличались поразительной твердостью. Это позволило египтологам предположить, что уже в 3-м тысячелетии до н. э. египтяне владели секретами закалывания меди.

Ученым удалось расшифровать письменные источники периода Нового царства (1550–1090 гг. до н. э.), из которых стало известно, что на важнейшей государственной службе Древнего Египта – строительстве гробниц фараона в Дель эль Медине – среди представителей разных профессий были и медники.

В то время не знали совмещения профессий, например живописец никогда не выполнял работы скульптора. Труд художников оценивался так же, как труд любого ремесленника: эстетическая ценность созданного при этом в расчет не принималась. Профессиональное разделение осуществлялось не по уровню мастерства или творчества (привратник получал столько же, сколько и лекарь), а по материалу и характеру применяемых инструментов. Труд медника в период Древнего царства был весьма уважаем, хотя и менее престижен, чем работа мастера по золоту или дереву. Однако с течением времени к тяжелой профессии медника и ее обладателям стали относиться с меньшим почтением, а в период Нового царства – и с откровенным презрением. Конкретным проявлением изменившегося положения стал перевод медников в низшее сословие, называемое «люди». Исключенные из ранга мастеров медники подчинялись «хранителям». Роль последних состояла в следующем: для каждого изготовленного медного орудия делалась гиря, точно соответствовавшая его массе. Инструменты со специальным «доверенным» отправлялись на строительство, а гиря сохранялась в особой кладовой. Когда орудие изнашивалось, с помощью гири определяли процент потери меди. Хранитель выдавал меднику недостающее количество металла, и инструмент шел в перековку. Современным историкам известна даже норма выработки медника: в течение рабочего дня он должен был обработать 3 кг металла. Орудия, прошедшие многократную перековку и отслужившие несколько сроков, хранились в строжайшем порядке с пометкой «старая медь».

Таким образом, во 2-м тысячелетии до н. э. медники занимались в основном переплавкой и перековкой инструментов из меди, которая благодаря механической обработке приобретала высокую твердость, «близкую к ... некоторым сортам стали». Это дает основание заключить, что древнеегипетские химики обладали знаниями, которые были бы небезынтересны сегодняшним ученым. Поистине история Египта – одна из самых таинственных страниц развития мировой цивилизации.

Медь шла не только на изготовление инструментов. Египетское войско того времени было вооружено копьями с наконечниками из меди. Из нее же делались ювелирные изделия.

Исследователи полагают, что в Древнем Египте в период Нового царства в ходу было более 10 тыс. тонн меди, что соответствует годовому объему добычи металла в 1800 году во всем мире.

Распространение в передовых культурных центрах металлургии **бронзы** началось с конца 4-го тысячелетия до н. э. Древнейшие бронзовые изделия найдены на территории Месопотамии, Турции, Ирана. В конце 3-го тысячелетия до н. э. бронза появляется в Индии, во 2-м тысячелетии до н. э. – в Китае и Европе. В Америке бронзовый век охватывает период с VI по X вв. н. э. Здесь ведущие металлургические центры располагались на территории современных Перу и Боливии.

Наряду с изготовлением орудий труда и изделий культового назначения уже в глубокой древности из бронзы начали отливать скульптуру. Первая бронзовая скульптура появилась в 3-м тысячелетии до н. э. в Месопотамии, затем литейным искусством овладели в Египте и Китае. Для получения металлической отливки специальную форму изнутри покрывали слоем воска и заполняли глиной. Затем расплав бронзы вытапливал воск, занимая его место.

В V–IV вв. до н. э. в Греции появилась сохранившаяся до сих пор техника отливки с «потерей восковой формы». Согласно этому способу окончательная моделировка статуи ведется по воску, который затем покрывается огнеупорным материалом. Бронзовое изображение получается идеально точным, но можно получить лишь одну отливку, ведь восковая модель утрачивается безвозвратно.

Этот классический способ создания литой скульптуры заслуживает того, чтобы познакомиться с ним поближе. Поэтому обратимся к классикам и воспользуемся описанием порядка работ, оставленным нам Джорджо Вазари (1511–1574 гг.) – флорентийским искусствоведом, живописцем и архитектором, автором «Жизнеописаний наиболее знаменитых живописцев, ваятелей и зодчих»: «Хорошие мастера, намереваясь отлить из металла большие фигуры, вначале обычно делают статую из глины такой же величины, какую хотят отлить из металла, и доводят ее в глине до того совершенства, какого только могут достигнуть». Затем по частям делается гипсовая форма. Из полученных полых кусков собирают модель. Смесь мягкой глины, навоза и пакли накручивают на железный прут, получая мягкую сердцевину, которую тщательно обжигают для удаления влаги. По гипсовой форме отливают модель из желтого воска. Куски восковой модели монтируют на обожженной глиняной сердцевине, тщательно их подгоняют и соединяют, неровности воска сглаживают, удаляют натеки. Всю фигуру покрывают мокрой золой, замешивают тонкую смесь глины с паклей и навозом и из нее поверх воска делают тончайшую оболочку. Когда первый слой высохнет, покрывают снова и снова, «пока не нарастет корка толщиной с полпяди». Далее тщательно скрепляют железный каркас сердцевины с глиняной оболочкой, и все обжигают до полного удаления воска. Чтобы убедиться в том, что ничего не осталось, воск даже взвешивали. «...И следует знать, что в удалении этого воска и состоит мастерство и сноровка художника!» Затем форму зарывают близ горна, где будет плавиться бронза. По итальянскому обычаю, для статуй брали сплав, состоящий из двух третей меди и одной трети латуни.

Именно этим методом были отлиты статуи великих древнегреческих скульпторов IV–V вв. до н. э. Мирона, Лисиппа, Поликлета и других, а много позже им пользовались европейские, в том числе российские, мастера. Появление же его в древнегреческом искусстве не случайно: творения скульпторов особенно ценились в Элладе. Греки любили скульптуру и украшали ею свои города. В Родосе – столице небольшого острова – насчитывалось более 30 статуй из бронзы и мрамора. Не меньшее число скульптур было в Афинах, «...а больше того – в Олимпии и Дельфах, и без числа – в

Коринфе, и все они были прекраснейшими и ценности необычайной».

В России литье достигло весьма высокого уровня развития в XVI столетии. В 1586 году русский литейщик Андрей Чохов отлил знаменитую Царь-пушку, а в XVII веке наступил подлинный расцвет колокольного дела. В 1655 году пушечным и колокольным мастером Александром Григорьевым был отлит большой успенский колокол – «редкость, превосходящая силы человеческие». К русским мастерам обращались и иностранные заказчики: колокол Вестминстерского аббатства в Лондоне был изготовлен в России.

О секретах состава бронз, обеспечивающих «малиновый звон», написано немало. Известно, что в лучших колокольных бронзах содержится то 5 до 25 % олова (при избытке последнего сплав становится слишком хрупким) и не более 1 % свинца и мышьяка. При плавлении кусков бронзы происходит окисление олова до оловянной кислоты за счет кислорода воздуха. Для восстановления олова добавляют фосфор. Содержание в сплаве до 2 % последнего повышает прочность без снижения пластичности и вязкости. Избыток фосфора делает бронзу хрупкой.

Особые акустические свойства бронзы связывают с содержанием в ее структуре твердого интерметаллида  $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ . К числу акустически вредных примесей исследователи относят алюминий, мышьяк, магний, висмут, цинк, железо, серу.

Одной из вершин русского литейного искусства явилось создание скульптором Э.-М. Фальконе статуи Петра I, впоследствии получившей название «Медный всадник». Сложность работы состояла в огромных размерах фигуры, ее очень сложной конфигурации, а также в том, что толщина статуи в передней части меньше, чем в задней, поскольку скульптура имеет всего три точки опоры.

Отливка была произведена 24 августа 1774 года. Из-за трещины в литейной форме возник пожар. Струя металла подожгла мусор на полу в мастерской. Дело спас возглавивший работы мастер Емельян Михайлович Хайлов. Однако верхняя часть фигуры была испорчена. Для новых подготовительных работ потребовалось время, и недостающая часть статуи была выполнена лишь в июле 1777 года. В

следующем году работа была завершена, и статую водрузили на железные пирроны, закрепленные в гранит на глубину одного метра.

XX век подарил человечеству бронзовые скульптуры П. Трубецкого, А. Майоля, О. Родена...

## ПОЗОЛОТА

Кубическая гранцентрированная кристаллическая решетка золота обуславливает его исключительную тягучесть и пластичность: из этого металла можно изготовить проволоку в тысячу раз более тонкую, чем человеческий волос. Два километра такой проволоки весят всего 1 г!

Золотобойное искусство очень древнее. Еще 5000 лет назад мастера умели изготавливать из драгоценного металла тончайшие пластинки. До нашего времени дошли египетские папирусы и предметы, украшенные позолотой толщиной 6 мкм.

Согласно Плинию Старшему, древнеримские мастера из 1 унции золота (23,3 г) могли получить 750 квадратных листов шириной в четыре пальца. Расчеты показывают, что толщина этих листов была меньше 4 мкм.

В Киевской Руси X–XI вв. для позолоты куполов и шпилей пользовались фольгой, толщина которой составляла 0,1 мкм.

Дж. Вазари так оценил успехи золотобойного искусства: «Поистине открытием прекраснейшим и изобретением хитроумнейшим оказался способковки из золота листочков... тонких. Однако не меньшей изобретательности требовал способ накладывать золото на гипс, чтобы покрытое им дерево или другой материал казался сплошной массой».

Помимо золочения с помощью фольги исстари применялся и так называемый огневой способ, о котором заслуженно писали следующее: «... едва ли есть другое искусство более опасное для жизни и здоровья людей, как золочение меди и бронзы...». Дело в том, что в данном случае медные листы покрывались тонким слоем раствора золота в ртути (амальгамы), а затем их прогревали на жаровнях с раскаленными углями. Ртуть испарялась, а золото осаждалось на поверхности листа тончайшей пленкой всего в 3–3,5 мкм. С помощью амальгамы были позолочены купола Успенского собора мос-

ковского Кремля, купол (самый большой золоченый купол в Европе) и кресты Исаакиевского собора, шпиль Адмиралтейства в Санкт-Петербурге. Из-за вредности огневое золочение не применяется уже более ста лет, и для позолоты используют либо легко разлагающиеся при нагревании соединения золота (например, «жидкое золото» — сложное органическое соединение, приготавливаемое с помощью тетрахлораурата калия  $\text{KAuCl}_4$ ), либо фольгу. Толщина фольги очень мала: для отделки фрагментов интерьеров — 3 мкм; для наружных работ (при золочении статуй, дворцовых решеток, шпилей, куполов) — 7 мкм.

Позолотой украшали не только статуи и купола. Золото широко применяли в русской иконописи, где оно являлось символом божественной энергии, божественного света. Русские иконографы владели разными приемами золочения.

Расскажем об одном из них. Заранее готовили особый клей: очищенные головки чеснока или отстой пива до полугода томилась в глиняных горшках в горячей печи до получения клейкой золотистой массы, которую при употреблении разводили до такой вязкости, чтобы ею можно было чертить тонкие линии. Выполняя золочение, соответствующее место будущего изображения прокрашивали очень тонко размолотым мелом, а сверху — раствором клея. Затем кусочком смятого мякиша хлеба брали маленькие кусочки тончайшей пластинки золота и прикладывали к покрытой клеем поверхности. Далее золото полировали волчьим или коровьим зубом.

Примерно так же в наше время поступают палехские художники, перенесшие в создание лаковых миниатюр многие приемы древнерусской иконописи.

Немного о старинной профессии златокузнеца. Из европейских мастерских златокузнецов выходили великолепные ювелирные изделия. Во многих странах золотых дел мастера были весьма влиятельными людьми. Английский король Эдуард III особой хартией, подписанной в 1327 году, дал им ряд привилегий. Однако это далеко не всегда сулило богатство. Например, известный в Нюрнберге златокузнец Альбрехт Дюрер (отец великого художника), как и многие его коллеги, до конца жизни не смог выкупить каменный дом, в котором долгие годы жила его семья и располагалась мастерская.

Средневековые мастера виртуозно владели приемами обработки драгоценных металлов. Вот, например, как изготавливали золотой кубок.

Золото для будущего кубка или пластины плавил в графитовом тигле под слоем угольного порошка. Расплав переливали в чугунную форму будущего изделия, смазанную изнутри домашним салом. Мастерская при этом, разумеется, наполнялась страшным чадом! Для получения нужного цвета сплава в золото добавляли металл: медь – для получения теплого, красноватого оттенка, серебро – для зеленоватого, железо – для холодно-синего цвета. По остывании металла драгоценную заготовку вынимали из формы. Отдельные отлитые части сложных изделий припаивали друг к другу. После пайки вещь оказывалась почерневшей, покрытой неровными потеками. Для их удаления проводили травление – проваривание изделия в сосуде со слабым раствором серной кислоты. Затем вещь полировали смесью порошков дорогой привозной пемзы, особой «английской» земли и пахучего льняного масла. После чего следовала окончательная отделка щетками и наждаком.

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ БЛЕСК В ЗЕРКАЛАХ

К числу общих физических свойств металлов, обусловленных особенностями структуры металлической кристаллической решетки, относится металлический блеск. Одним из наиболее известных способов применения металлического блеска является изготовление зеркал.

Первые металлические зеркала из бронзы и серебра люди начали изготавливать в 3-м тысячелетии до н. э. Они были широко распространены у народов Древнего Востока, а позже – у древних греков и римлян. Последнее подтверждает большое количество полированных металлических пластинок, найденных при раскопках Помпеи.

При исследовании древней резиденции египетских фараонов в окрестностях Каира был обнаружен неглубокий бассейн, дно которого некогда было залито слоем жидкой ртути. Возможно, это также один из образцов древних зеркал...

Важным результатом интенсивного развития стеклоделия в начале нашей эры в Римской империи явились маленькие стеклянные

ные зеркала с оловянной или сурьмяной подкладкой, то есть стеклянные зеркала по сути своей оставались металлическими. Однако широкого распространения такие зеркала не получили, они постепенно исчезли и появились вновь лишь в XIII столетии.

С этого времени небольшое ручное зеркало стало обязательной принадлежностью наряда богатой дамы. Его носили на золотой цепочке на шее или у пояса, вставляли в веер, оправляли в рамки из черепаховой или слоновой кости, украшали позолотой, миниатюрами из эмали и гравировкой. Эта мода прошла лишь в XVII веке, когда вследствие мощного подъема стеклоделия французскими мастерами был разработан метод отливки больших зеркальных стекол на медных плитах с последующей их прокаткой. Парадные залы дворцов знати стали украшаться огромными зеркалами, и необходимость в постоянном ношении маленьких зеркал отпала.

Начиная с XV века, лучшие стеклянные зеркала производились в ведущем центре европейского стеклоделия — Венеции (о. Мурано). Они были небольшими по величине, но весьма дорогими. Их отражательная поверхность делалась из свинцово-сурьмяного сплава. Однако последний быстро тускнел и утрачивал необходимые для зеркала свойства. В XVI столетии венецианцы изобрели подложку стеклянных зеркал оловянной амальгамой. Ртутно-оловянный сплав обладал хорошей отражательной способностью и относительно высокой устойчивостью. Поэтому, несмотря на страшную вредность (пары ртути постоянно отравляли наводчиков зеркал), почти до середины XIX века этот сплав оставался незаменимым в производстве зеркал.

Французский химик Птижан и великий немецкий ученый Либих изобрели простой способ нанесения на стекло очень тонкого слоя серебра, и с 1855 года стали появляться серебряные зеркала на стеклянной основе. Они до сих пор служат людям, однако их стойкость к действию высоких температур и вызывающих коррозию газов атмосферы невысока. Поэтому в технике их по возможности заменяют родиевыми. Отражательная способность родия несколько меньше, чем у серебра (95 %), зато родированные поверхности не тускнеют даже в атмосфере вольтовой дуги. Поэтому родием покрывают рефлекторы прожекторов и технические зеркала прецизи-

онных измерительных инструментов различного назначения. Особый блеск и красоту родиевое покрытие придаёт ювелирным изделиям.

## ЖЕЛЕЗО И ЖЕСТЬ

В древности железо ценилось очень высоко: в государстве хеттов в XIV веке до н. э. железо стоило в 5 раз дороже золота, в 20 раз дороже серебра, в 6400 раз дороже меди. Вполне естественно, что и профессия кузнеца у многих народов относилась к наиболее уважаемым. Среди богов разных верований почти единственным рабочим был бог-кузнец: у греков – Гефест, у римлян – Вулкан, у славян – Сварог.

Гефест прославился среди богов тем, что наряду с изготовлением вещей чисто утилитарных – молний и щита для Зевса, колесницы для Гелиоса, оружия для греков Троянской войны – он выковывал и художественные вещи: изящно украшенные кубки, чаши, украшения.

На Руси первыми коваными и достаточно широко распространенными художественными изделиями, вероятно, были светцы (подставка для лучины, освещающей жилье).

Со временем посредством художественнойковки было создано множество замечательных декоративных вещей: узорными решетками загораживали окна, украшали каминь, фонари и многое другое. К числу лучших образцов художественнойковки относятся решетки, украшающие набережные и улицы Санкт-Петербурга. Их общая протяженность 53570 м. К этому следует прибавить 10830 м литых чугунных решеток. Наиболее замечательная среди них – решетка Летнего сада (архитекторы Ю. М. Фельтен и П. Е. Егоров) со стороны Невы, выкованная тульскими мастерами в 1771–1784 гг.

Не перечесть всех видов красивых вещей, которые создавались в старину из железа. Так, во Владимиро-Суздальской Руси высокого уровня достигло искусство изготовления просечного железа. Для получения металлического ажурного кружева на железный лист наносили рисунок, а затем ручным способом мастер просекал его в нужных местах. Далее поверхность лудили, воронили, иногда покрывали позолотой. Из лент просечного железа делали карнизы и

подзоры крыш и куполов церквей и богатых домов; ими украшали двери, окна, фонари и т. п. В некоторых древних строениях Великого Устюга до сих пор сохранились украшения из просечного железа, дошли до нашего времени и сундуки, шкатулки, иконы, декорированные тем же способом.

Исконно русским способом украшения ларцев, шкатулок следует назвать «мороз по жести». Сундуки, обитые жестью золотистого цвета, имеющей узор, похожий на морозное стекло или листья папоротника, делали обычно с «затеями»: различными тайниками, музыкальными замками, потайными стержнями, с помощью которых сундук можно было прочно привинтить к полу или столу. Для получения на жести золотистых узоров мастер брал царскую водку (смесь азотной и соляной кислот), к которой добавлял масляный лак, поваренную соль и немного зеленой или желтой краски. Для нанесения смеси на поверхность жести применяли сухую заячью лапку — ее не разъедает царская водка. После равномерного нанесения смеси жечь прогревали на открытом огне, сбрызгивали холодной водой, а появившийся рисунок закрепляли раствором соды. После остывания лист с появившимся рисунком покрывали лаком и вырезали из него детали для украшения ларцев. Все эти секреты были бы безвозвратно утрачены, если бы не талантливый художник-самоучка Борис Александрович Холмогоров, разгадавший и возродивший искусство получения «мороза по жести». Благодаря его стараниям в художественных салонах вновь стали появляться шкатулки, сияющие золотом узоров.

Всем известны жостовские подносы. Кстати, в старину подносы украшали по краю тонким просечным кружевом. Впервые подносы, расписанные по фону и покрытые лаком, появились в Нижнем Тагиле — городе, основанном тульским кузнецом Никитой Демидовичем Антуфьевым в 1725 году.

Из ковкого кровельного железа уральские кустари делали столики, ковши, шкатулки и покрывали их лаковой росписью. Каждая семья бережно хранила секреты своего дела, передавая их по наследству. Одной из самых знаменитых была семья Худояровых. По преданию, крепостной Демидова старообрядец Андрей Степанович Худояров избрал замечательный, прозрачный как стекло и очень

твердый лак, на котором не остаются царапины от ножа. Сверкающая его поверхность не боялась ни горячего самовара, ни случайно пролитого кипятка или даже кислоты.

Изготовление каждого подноса состояло из выполнения множества операций. Начинал работу кузнец: он выкраивал кровельными ножницами кусок железа нужной формы, подбирал шесть заготовок – одна чуть меньше другой – и укреплял их на особой чугуновой желобитне. Мастер-отковщик специальным молотом бил по заготовкам до тех пор, пока они не приобретали форму подноса. Далее подгибали края, по ним просекали прорезное кружево либо приделывали ручки. Затем шпаклевали, шлифовали, покрывали олифой и лакировали. Тагильские мастера использовали фоны разных цветов, иногда раскрашивали поднос «под малахит» или «под черепашку». После сушки поднос вновь тщательно шлифовали и передавали на роспись. Разнообразие форм, великолепные росписи обеспечили нижнетагильским подносам огромную популярность.

С 1825 года железные подносы с росписью начали выпускать в подмосковном селе Жостово. На первых порах роспись была сюжетной: тройки, чаепития, гулянья, разнообразные ландшафты. Но со временем все это вытеснили цветы, которые были особенно уместны для украшения гостиных, трактиров, чайных.

Подносное дело вновь пережило яркий расцвет, но только без художарского лака. Секрет его изготовления строго оберегался, а затем был утрачен. Зато так сложилось, что многослойная декоративная роспись жостовских умельцев перешла в Нижний Тагил.

В наше время лаковые подносы делают на Жостовской фабрике декоративной росписи и нижнетагильском заводе «Эмальпосуда». На смену желобитням пришли станки, штампующие заготовки 25 размеров и форм; грунт теперь растирают в механических глиномешалках; «воронение» производят в электропечах. А роспись по-прежнему создается умелыми руками мастеров.

## ЧУГУН: И ВОЛШЕБСТВО, И ВДОХНОВЕНЬЕ

Чугун сыграл чрезвычайно важную роль в развитии изобразительного искусства и архитектуры. В России его применение в архитектуре началось с литых столбов и половых досок, которые в конце

XVI века производили заводы Н. Демидова на Урале. В 1685 году для устройства полов в возводимых палатах князя В. В. Голицына в Москве было использовано 616 пудов литых чугунных досок, которые были в 2,5 раза дешевле кованого железа. Прошло не слишком много времени, и чугун в архитектурных конструкциях уверенно «поднялся ввысь». Чугунными перекрытиями, опорами и косяками была впервые укреплена в 1725 году знаменитая Невьянская башня (г. Невьянск находится на восточном склоне Уральского хребта).

Вторым сооружением, выполненным в 1828 году с использованием металлических конструкций и оболочки, считается купол романского «имперского» собора в г. Майнце на реке Рейн (первый в Европе). Третьим крупным сооружением с куполом из чугуна и железа стал Исаакиевский собор. Сначала планировали возвести обычный кирпичный купол. Однако по ходу строительных работ, которые в общей сложности продолжались 40 лет (с 1818 по 1858 гг.), архитектор А. А. Монферан, стремясь сделать купол (при условии сохранения достаточной прочности) как можно более легким, принял решение применить металл. Все технические расчеты были выполнены инженером П. К. Ломновским. Конструкция купола состоит из трех взаимосвязанных сводов, образованных чугунными ребрами: нижний – сферический, средний – конусообразный, наружный – параболический. Пространство между фермами заполнено «гончарами» – пустотелыми горшками конической формы (их около 100 тыс. штук!). «Гончары» создают теплоизолирующий слой, обеспечивают куполу легкость и дополнительную акустику. В общей сложности на изготовление купола Исаакия было израсходовано около 490 т железа, 990 т чугуна, 49 т меди и 30 т бронзы.

Чугун стал причиной революции в мостостроении. Особое значение это имело для тогдашней столицы России. В 1806 году под руководством инженера В. И. Гесте из чугунных блоков-кессонов, скрепленных болтами, был построен Зеленый мост (впоследствии Полицейский, затем Народный) на скрещении реки Мойки и Невского проспекта. Необычно легкая конструкция нового сооружения весьма занимала публику, привыкшую к массивным каменным мостам. Досужие наблюдатели строительства заключали пари по поводу того, что тонкие, непрочные на вид опоры нового моста не выдержат

нагрузки и рухнут. Пари были проиграны, и вскоре на Мойке появились новые чугунные мосты: Синий, Красный, Певческий и другие. Некоторые из них были даже украшены литыми фигурами из чугуна (например, Львиный мост).

Литье из чугуна – самостоятельный вид искусства. Особо почетное место в «чугунном кружеве» Санкт-Петербурга принадлежит Воронихинской решетке у Казанского собора. Отлитая в 1811 году на Петрозаводском чугунолитейном заводе и установленная в 1812 году, она до сих пор является неотъемлемым украшением центра города. Из того же материала выполнена решетка Летнего сада, установленная по его южной границе.

Замечательные образцы художественного литья выпускал в XVIII – начале XIX в. Каслинский чугунолитейный завод, основанный еще в 1747 году купцом Коробовым на озере Большие Касли в Челябинской губернии. Для получения художественной продукции использовали чугун как первой плавки, так и вторичной (в этом случае материал имеет большую однородность и вязкость), но к его химическому составу предъявлялись особые требования. Металл должен быть текучим и достаточно легкоплавким, таким, чтобы плотно заполнял форму, не давая пузырьков, и не изменял объема при застывании. Такими качествами обладает чугун с максимальным содержанием кремния (обеспечивает изумительную тонкость отливки, но повышает хрупкость материала) и фосфора (увеличивает легкоплавкость, способствует получению гладкой поверхности отливки) и пониженным содержанием серы (усиливает прочность сплава, его упругость, но делает его слишком густым, что препятствует заполнению формы).

Разумеется, в распоряжении металлургов XVIII века не было аппаратуры, с помощью которой можно было бы фиксировать состав сплава, зато в рабочих династиях сохранились и передавались по наследству рецептуры составления из руд таких шихт, которые обеспечивали чугуну требуемые свойства.

## СТАЛЬ: ОТ ОРУЖИЯ ДО... ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сталь – основа современной техники. Но и в искусстве этот замечательный материал занял весьма достойное место.

В старину сталь считалась драгоценным металлом. Из нее в первую очередь делали оружие. Самым знаменитым был булат. Его родина – Индия. Македонцы, вторгшиеся в эту страну в IV веке до н. э., были поражены исключительной твердостью мечей индийского войска. Именно из этой стали (пластины из нее назывались вутцами) оружейники Дамаска делали лучшие в мире клинки – «арабские», «турецкие».

На территории нашей страны булатное оружие появилось в средние века. Тому есть немало подтверждений. Например, на одном из лезвий, родиной которого, как до этого предполагали, были или Индия, или Дамаск, после специальной обработки реставраторы прочитали надпись «коваль Людоша», сделанную русскими прописными буквами, характерными для первой половины XI века.

А теперь о продукции заводов уральского города Златоуста. «Про наших златоустовских славна сплетка пущена, будто они мастерству у немцев учились... Только и то надо сказать... демидовские мастера... известно, булат с давних годов варить умели.

Про башкир тоже забывать не след...

Народ, конечно, не богатый, а конь да булат у них такие слушались, что век не забудешь. Иной раз такой узор старинного мастерства на ноже либо сабле покажут, что по ночам тебе тот узор долго снится».

Так начинается сказ П. П. Бажова «Иванко Крылатко» о замечательном отделочнике мастере Иване Бушуеве, любившем украшать свои изделия крылатым Пегасом. С бушуевской шпаги, которая была выставлена в числе лучших экспонатов на Первой промышленной выставке в Петербурге (1829 г.), Пегас переместился на герб Златоуста.

Город вырос вокруг Златоустовского завода – одного из самых крупных на Южном Урале, основанного в 1751 году купцами Мосоловыми. Первая домна здесь была пущена в 1761 году, а в 1773 году завод уже давал до 140 тыс. пудов чугуна, 90 тыс. пудов железа, 89 тыс. пудов меди. Железо и сталь получали из чугуна методом

пудлингования. В техническом отношении уральские заводы того времени занимали первое место в мире.

В 1816–1817 гг. при Златоустовском заводе была основана Оружейная фабрика, которая производила клинки, сабли, шпаги, палаши и т. п. Тогда же зародилась златоустовская гравюра на стали, впитавшая в себя богатые традиции русских и западноевропейских оружейников XVII–XVIII вв.

Для освоения приемов художественной отделки оружия из Германии пригласили знаменитых золингенских мастеров, среди которых были отец и сын Вильгельм и Людвиг Шафы, считавшиеся непревзойденными мастерами вытравки и позолоты. По контракту они не должны были раскрывать секретов приема золочения, но все же сделали подробное описание методики приготовления реагентов и их применения. Этот документ был запечатан сургучом и сдан на хранение в контору фабрики. Случайно обнаруженный конверт вскрыли только через 60 лет – в 1877 году. К этому времени все описанные приемы были хорошо известны златоустовским мастерам. Более того, уже в 1840 году, благодаря усилиям горного начальника заводов и директора Оружейной фабрики, выдающегося русского ученого и изобретателя Павла Петровича Аносова (1799–1850 гг.), было введено гальваническое золочение, что очень облегчило тяжелый и опасный труд мастеров.

Постепенно Златоуст приобрел громкую славу одного из лучших поставщиков холодного оружия. К числу особых достижений относили изготовление сабель типа дамасских: после многолетних опытов Аносову удалось изготовить булат (1833 г.). Полоска этого металла сгибалась без малейшего повреждения, издавала чистый и высокий звон. Отполированный конец крошил лучшие английские зубила.

Клинки из златоустовской высокоуглеродистой стали (1,3–1,5 % углерода) имели золотистый отлив и крупный коленчатый или сетчатый узор, легко разрубали гвозди и брошенный на лезвие платок из тончайшей ткани (этот тест в древности применялся для испытания индийского булата). Они ценились исключительно высоко.

Один из английских ученых, Р. Мурчинсон, посетивший златоустовские заводы, писал: «Довольно сомнительно, найдется хотя

одна фабрика в целом мире, которая выдержала бы состязание со златоустовской в выделке оружия. Изящно отделанные из булатной стали вещи... возбудили в Англии всеобщее удивление».

В конце 1830-х годов на фабрике начали украшать металлом бытовые предметы: шкатулки, подносы, портсигары.

В современных златоустовских гравюрах сочетания золотистого орнамента и холодного вороненого фона, едва заметного рельефа и сверкающей полированной поверхности, золотой и серебряной насечки и цветowych пятен придают изделиям особую декоративность.

Еще более старинным и знаменитым оружейным центром России слыва Тула. Не случайно Н. Лесков в «Левше» заставил генерала Платова прочесть на замечательной «пистоле», которой похвалялись англичане, русскую надпись: «Иван Москвин во граде Туле».

Во второй половине XVII века, задолго до появления уральского булата, тульские чудо-изобретатели украшали оружие (шпаги, например) кружевным набором из ограненных стальных шариков. Такие изделия назывались марказитовыми. Изготовление их было исключительно сложным и трудоемким, зато переливы граней стальных бусин создавали полное ощущение блеска бриллиантов.

В 1965 году из экспозиции одного из московских музеев была украдена марказитовая шпага. Убедившись, что «бриллианты» сделаны из стали, похитители варварски изломали эфес и закопали свою добычу в землю. Когда шпага была обнаружена, за ее восстановление взялся реставратор Игорь Васильевич Буторов. Ему потребовалось около десяти лет на воссоздание этой замечательной вещи, ведь для украшения шпаги тульские оружейники изготовили и огранили 10 тыс. стальных шариков размером от 0,5 до 5 мм, каждый из которых имел от 16 до 84 граней. Огранка, разумеется, была выполнена ручным способом, под микроскопом. Отполированные бусины нужно было нанизать на тонкие стальные нити, а из них уже складывался задуманный умельцем узор.

Изысканные кружева плели тульские оружейники!

В первой половине XVIII века, когда выпуск стали значительно увеличился, так же как и в Златоусте, на тульских заводах начали выпускать художественные и бытовые, обычно затейливо украшенные вещи: мебель, зеркала, каминные экраны, самовары.

В XX веке сталь начали использовать для украшения интерьеров. Стальные барельефы, светильники использованы, например, для украшения станций метро в Санкт-Петербурге.

С целью расширения возможностей применения стали в архитектуре и декоративно-прикладном искусстве разработаны различные приемы ее декорирования, в частности окрашивание (колоризация). Для получения «нержавейки» золотого, красного, синего или зеленого цветов сталь «окрашивают» погружением в концентрированный раствор хромовой и серной кислот. Закрепление полученной цветной пленки осуществляется в ходе электролитического процесса в менее концентрированных растворах (результат окрашивания зависит от температуры, концентрации растворов и продолжительности контакта веществ). Синеватую или оранжевую окраску получают нагреванием полированной или шлифованной стали до 200–300 градусов Цельсия.

## **ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ЦЕННОСТЬ И СВОЙСТВА СТЕКЛА**

Стекло представляет собой вещество, отличающееся светопрозрачностью, блеском, светопреломляющей способностью, химической сопротивляемостью к воздействиям жидкостей, низкой электрической и теплопроводностью и значительной твердостью, но вместе с тем – хрупкостью, как единственным нежелательным свойством.

Стекло для нас стало уже таким обычным материалом, что его свойств и сложности получения мы почти не осознаем. Мы воспринимаем его только как твердую прозрачную толщу. Между тем оно – результат сложных химических и физических процессов. Для физика стекло представляет собой переохлажденную жидкость с высокой степенью вязкости, что придает ему характер твердой массы; оно поэтому не относится к веществам твердого агрегатного состояния. Для мастера-стекольщика именно это свойство стекла представляет наибольший интерес: оно позволяет придавать изделиям из стекла любую, даже самую замысловатую форму. Просвечиваемость и сильный блеск стекла делают его материалом с единственными в

своим роде свойствами, по которым в этом отношении с ним не сравнится ни один другой.

#### ПЛАН ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА

1. Характеристика и химический состав стекла.
2. Способы производства и отделки стекла:
  - формовка и отделка;
  - роспись;
  - глазурирование;
  - гравирование;
  - резка и шлифовка;
  - травление.
3. Исторический обзор стеклопроизводства:
  - древний мир. Египет;
  - Ближний Восток;
  - античное стекло;
  - восточное стекло;
  - европейское стекло;
  - венецианское стекло;
  - немецкое и богемское стекло.
4. Советы коллекционерам.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТЕКЛА

Стекло получается сплавлением кварца с различными оксидами металлов. В нем содержатся стекловидные части (кварц, оксид бора), щелочные плавни ( $K_2O$  или  $Na_2O$  – оксид калия или натрия), а также стабилизаторы (оксид кальция или свинца), способствующие нерастворимости силикатов. Доля отдельных компонентов определена вековой практикой. Различают три главных вида стекла:

содово-известковое ( $1Na_2O : 1CaO : 6SiO_2$ ),  
калийно-известковое ( $1K_2O : 1CaO : 6SiO_2$ ),  
калийно-свинцовое ( $1K_2O : 1PbO : 6SiO_2$ ).

В качестве главной составной части в стекле содержится 70–75 % оксида кремния ( $SiO_2$ ), получаемого из кварцевого песка. Венецианцы для этого применяли чистый песок из реки, тогда как богемские стеклоделы получали песок из чистого кварца.

Второй компонент — оксид кальция ( $\text{CaO}$ ) — делает стекло химически стойким и усиливает его блеск. На производство стекла он идет в виде извести. Древние египтяне получали ее из щебня морских раковин, а в средние века она приготавливалась из золы деревьев или морских водорослей. Первыми подмешивать к стеклянной массе мел стали богемские стеклодувы в XVII веке.

Следующей составной частью стекла являются оксиды натрия ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) и калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Их доля составляет 16–17 %. На стекло они идут в виде соды или поташа, которые при нагревании легко разлагаются на оксиды. Соду сначала получали выщелачиванием золы буковых или хвойных деревьев.

**Содовое** стекло можно легко плавить, оно мягкое, легко поддается обработке, чистое и светлое.

**Поташное** стекло, напротив, более тугоплавкое, твердое и не такое пластичное, но зато обладает сильным блеском. Зола (с примесями железа) придавала этому стеклу зеленоватый цвет. В XVI веке для его обесцвечивания начали применять пероксид марганца (II). А так как именно лес давал сырье для изготовления этого стекла, его называли еще лесным стеклом. На 1 кг поташа шла тонна древесины.

**Свинцовое** стекло, получаемое заменой оксида кальция оксидом свинца, довольно мягкое и плавкое, но весьма тяжелое. Отличается оно сильным блеском и высоким коэффициентом светопреломления, разлагая световые лучи на все цвета радуги и вызывая игру света. Это — хрустальное стекло.

**Цветное** стекло. Сплавленная из обычных материалов стеклянная масса бесцветна, с легким желтовато-зеленым или голубовато-зеленым отливом, вызываемым различными минеральными примесями. Окрашивают стекло, добавляя те или иные оксиды металлов либо до, либо во время плавки.

Железистые соединения окрашивают стекло в голубовато-зеленый, желтый, красно-бурый цвета, оксид марганца (IV) — в желтый и коричневый (до фиолетового), оксид хрома (III) — в травянисто-зеленый, оксид урана — в желтовато-зеленый (урановое стекло), оксид кобальта — в синий (кобальтовое стекло), коллоидное серебро — в желтый, коллоидное золото — в красный (рубиновое стекло), ок-

сид меди — в темно-красный (медный рубин). Костяное стекло получается замутнением стекломассы пережженной костью, а молочное — прибавкой смеси полевого и плавикового шпатов. Теми же добавками замутнив стекломассу в очень слабой степени, получают опаловое стекло.

## СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА И ОТДЕЛКИ СТЕКЛА

Стеклу уже четыре тысячи лет, и открыли его (всего вероятней, случайно) в Египте. Египетские стеклоделы плавил стекло на открытых очагах в глиняных мисках. Спекшиеся куски бросали раскаленными в воду, где они растрескивались, и эти обломки, так называемые фритты, растирали в пыль жерновами и снова плавил. Фриттование удерживалось еще долго, до конца средневековья, поэтому на старых гравюрах и при археологических раскопках мы всегда находим 2 печи. Необходимая температура проплавления равна  $1450^{\circ}\text{C}$ , а рабочая температура —  $1100\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ .

Важнейший рабочий инструмент стеклодува — его выдувальная трубка. Это полая металлическая палка длиной 1–1,5 метра, на одну треть обшитая деревом и снабженная латунным мундштуком. Пользуясь трубкой, стеклодув набирает из печи расплавленное стекло, выдувает его и формует. Для этого ему нужны металлические ножицы, длинные пинцетообразные клещи, сечка и деревянная ложка. Готовое изделие отшибают от трубки на вилы и несут в обжигательную печь.

## ФОРМОВКА И ОТДЕЛКА СТЕКЛА

Выработанное на стеклозаводе изделие различными способами рафинируют и декорируют. Стекло, отформованное и отделанное на самом заводе, — это гутное стекло. Стекло, которое свою главную отделку проходило вне завода, — это стекло расписное, глазурованное, гравированное или пунктированное алмазом, резное, шлифованное, травленое или обдутое песком.

## ГУТНОЕ СТЕКЛО

Свою форму, цвет и декор стекло получает непосредственно у плавильной печи на стеклозаводе. Это труд одного мастера. Гутное стеклоделие уже несколько тысячелетий как является основ-

ным рабочим методом производства стекла. Своей высшей ступени оно достигает в античном римском стеклоделании и в средние века.

### РОСПИСЬ

На высшей ступени развития выработки стекла рядом со стеклозаводами образуются мастерские или цехи, занятые различными видами художественной доводки стекла. *Роспись холодным способом* – нанесение непрозрачных масляных или лаковых красок, не закрепляемых обжигом. В этой технике пишутся картины на стекле. Своего апогея она достигает в XVI веке в Венеции.

Еще одним видом росписи стекла является *роспись эмалью*. Эмалью мы называем легкоплавкие стекла, закрепляемые обжигом.

Существует также способ *отделки стекла металлом*, в основном золотой и серебряной фольгой, «межстеклянное золочение», роспись оксидом золота.

### ГЛАЗУРОВАННОЕ СТЕКЛО

Глазурование – это окрашивание поверхности стекла металлами, прижигаемыми в муфельной печи. Для приготовления глазурей годны только два металла: серебро, производящее желтую глазурь, и медь, дающая черную и красную глазурь. Этот способ обработки стекла впервые ввел живописец по стеклу Фридрих Эгерман.

### ГРАВИРОВАННОЕ И ПУНКТИРОВАННОЕ СТЕКЛО

Эта техника основана на том, что гравер рисует вглубь по поверхности стекла кончиком алмаза или выбивает на стекле точки различной густоты. Особенно прославились в этом виде отделки художники Гринвуд и Вольф.

### РЕЗНОЕ СТЕКЛО

Обработка стекла медным колесиком, укрепленным на быстро вращающейся оси, на которую подается в масле тонкий наждак. Резьба остается матовой или полируется.

### ШЛИФОВАННОЕ СТЕКЛО

Шлифуют изделия из стекла на точильных колесах, вращающихся на вертикальной оси в наполненном водой деревянном ящике.

## ТРАВЛЕННОЕ СТЕКЛО

В 1771 году шведский аптекарь и химик Шееле открыл плавиковую (фтороводородную) кислоту, которая травит стекло в блестящую, а ее соли – в матовую поверхность. Стекло покрывают шихтой (чаще асфальтом), затем процарапывают изображение металлической иглой и путем погружения в кислоту травят гравированное место.

## ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТЕКЛОПРОИЗВОДСТВА

### ДРЕВНИЙ МИР. ЕГИПЕТ

Где изобрели стекло, точно сказать нельзя. Достоверно однако, что египтяне уже в третьем тысячелетии до нашей эры знали стеклянную глазурь, применяя ее на предметах из глины и камня. Древнейшая сохранившаяся вещь такого рода – чаша Тутмоса III, изготовленная около 1450 года до н. э. (ныне хранится в Мюнхене). Довольно часто в раскопках встречаются бальзамарии (флаконы для благовоний).

### БЛИЖНИЙ ВОСТОК

Существенный сдвиг в выработке стекла произошел в I веке до н. э., когда в Сирии, тогда важнейшем центре стекольного производства, была изобретена стеклодувная трубка. Появилась техника выдувания стекла.

### АНТИЧНОЕ СТЕКЛО

Выдающейся стекольной продукцией располагала в первом тысячелетии нашей эры Палестина. В августианские времена устраиваются стеклоплавильни в Италии, Испании, Галлии, Фландрии, Германии. Возникают первые формы бытового стекла, включая даже стеклянные урны для пепла.

### ВОСТОЧНОЕ СТЕКЛО

Одновременно с распадом Римской империи и в эпоху переселения народов начинается возвратное движение стекольного искусства. Центр тяжести с Запада перемещается на Восток. Важнейшим производителем стекла является Византийская империя. Возникают новые формы, новые техники. С приходом арабов стекло начинают расписывать эмалевыми красками и золотом.

## ЕВРОПЕЙСКОЕ СТЕКЛО

Упадок стеклоделия настает в девятом веке. В раннехристианской культуре отвергались стеклянные глазури, и всякое производство стекла рассматривалось как языческий обычай.

## ВЕНЕЦИАНСКОЕ СТЕКЛО

После падения Константинополя (1204 год) Венеция послужила местом убежища для византийских стеклодувов, расширивших ее производство в основном за счет стеклянной мозаики. В середине XIII столетия здесь появляется стеклянная бижутерия и тонкое полое стекло. Незадолго до конца столетия начинается экспорт венецианского стекла, производство оконных стекол и стекол для очков. Кроме стекла светлого, цветного и костяного, венецианцы знали опаловое, льдистое стекло. Химические процессы производства стекла составляли государственную тайну, разглашение которой с конца XIII века строжайше каралось.

## НЕМЕЦКОЕ И БОГЕМСКОЕ СТЕКЛО

В XIII–XIV веках на территории нынешней Баварии устраиваются так называемые «гуты». Эти заводы, расположенные в лесистых горных местностях, производили так называемое «лесное» стекло, которое из-за содержания в разноокрашенном песке железа и других примесей по преимуществу было зеленым. Возникают новые бытовые формы. Например, в Центральной Европе пили пиво, и это предъявляло иные требования к форме сосуда, чем в Италии, где предпочтение отдавалось вину. Во второй половине XVIII века развивается новый вид декора на полом стекле с помощью транспарантных эмалей, введенный дрезденским живописцем Самуэлем Моном.

В середине XVIII века наблюдается упадок богемского и силезского стеклодельного производства. Закат феодализма, тяжелые экономические последствия войны в Европе, изобретение фарфора, рождение свинцового стекла и растущее влияние рационализма — все это неблагоприятно сказывалось на развитии стекольной промышленности. Место великолепных бокалов занимают простые стаканы, резьба заменяется росписью.

Механизация производства во второй половине XIX века, направленная на массовость и на крупное потребление стекла, знаменовала в то же время упадок художественного стеклоделия. Лишь отдельные художники продолжали творить и создавать шедевры.

Родина цветной обшивки окон и живописи на стекле – Франция. Самое раннее известие о них касается ВИТРАЖЕЙ в монастыре Сен-Реми.

Родиной СТЕКЛЯННОЙ БИЖУТЕРИИ считают Древний Египет. Из Византии и римских колоний производство бус пришло в остальную Европу, в частности в Венецию, которая в XVIII веке становится важнейшим центром этой продукции. Затем в Богемии расцветает производство галантерейных изделий из стекла, включая бисер и стекларус.

## СОВЕТЫ КОЛЛЕКЦИОНЕРАМ

Антикварные изделия из стекла надо беречь от сырости, внезапной перемены температуры, от яркого солнечного света. Следует хранить их в специальных витринах. В случае повреждения изделий не стоит клеить их самим, лучше обратиться к реставратору музея.

### БОЛЕЗНЬ СТЕКЛА

Некоторые немецкие и богемские стекла XVI – XVII веков тускнеют и покрываются трещинами, чешуйками. Причина – неправильный состав шихты. Отреставрировать такое стекло нельзя. Можно затормозить процесс, опустив изделие в 5 %-ный раствор  $\text{HNO}_3$ , и снабдить затем поверхность стекла чистой метакрелатовой пленкой.

## ИСКУССТВО КЕРАМИКИ

### ПЛАН ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА

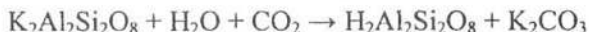
1. Обзорная характеристика состава и свойств глинистых материалов. Каолин.
2. Использование глинистых материалов.
3. Виды керамики:
  - терракота;
  - майолика;

- фаянс;
  - фарфор: китайский, европейский;
  - гжельский фарфор.
4. Советы коллекционерам.

## ОБЗОРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА И СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ. КАОЛИН

Керамика принадлежит к древнейшим созданиям человека, рожденным его насущными потребностями. В первобытные времена ее производство определялось исключительно факторами пользы. Позднее высокоразвитые культуры древности уже заявляли в этой сфере весьма определенные притязания. Экспериментировали не только в технологическом плане, но сознательно обращали внимание на художественную ценность изделия. Совершенствовалось качество черепка, и одновременно росло стремление вырабатывать формы все более разнообразные, а оформление наружной поверхности делать богаче. Так постепенно керамика становится объектом художественного творчества и начинается ее яркая история.

Выражение «керамика» следует возводить к греческому обозначению горшечной глины, от которого происходит и греческое слово «keramos» – глиняная посуда. Под керамикой, следовательно, понимаются такие изделия, для которых глина, смешанная с полевым шпатом, кварцем или известью, служит главным сырьем. Эти исходные вещества перемешиваются и перерабатываются в массу, которая либо от руки, либо на поворотном круге формируется, а затем обжигается. Глина – это осадочная горная порода с размером частиц менее 0,01 мм, способная образовывать с водой пластичную массу, которая сохраняет придаваемую ей форму. Почти все глинистые минералы – это алюмосиликаты. Каолинит, например, образуется из ортоклаза под действием воды и углекислого газа:



Получающийся при этом поташ легко вымывается водой, а смесь каолина и кварца образует суглинок. Формулу каолина чаще пишут как совокупность трех оксидов:



Во многих глинистых минералах часть атомов кислорода замещена гидроксильными группами, а место алюминия в кристаллической решетке нередко занимают железо, магний и другие металлы. Именно примесь железа придает обычной глине бурый цвет. Общим свойством для всех глинистых минералов является их пластичность в мокром виде, что связано с гидрофильностью — способностью смачиваться водой, притягивая полярные молекулы воды.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глины широко применяются в различных отраслях промышленности и как сырье для получения строительных материалов. Большое количество легкоплавких песчаных глин используется для изготовления черепиц, кирпича. Из глин, дающих при обжиге светлый черепок, изготавливают облицовочные камни, плитки, фарфоровые и фаянсовые изделия. Небольшое количество глин идет на производство различных цементов. Из некоторых цветных глин получают строительные красочные пигменты (охра, мумия, умбра). Глины, особенно богатые металлами, используются как руды.

Не все знают, что глинистые материалы сыграли свою роль и в становлении письменности. Для обозначения предметов и количественных данных древние люди использовали пиктограммы (примитивные рисунки). Пиктограммами и клинописью писали на глиняных табличках, которые затем обжигали в печах. Первые пиктограммы записывались в вертикальных колонках заостренной тростинкой. Значительно ускорило процесс письма то, что писцы начали писать горизонтальными строками. Это позволило избежать смазывания подписей на глине. Срезом тростинки на сырой глине выдавливали знаки, получая клинописные символы, и поэтому такое письмо получило название клинописи.

Раскопки показывают, что керамические изделия производятся человеком с эпохи неолита (8-е—3-е тысячелетия до н. э.). Первыми керамическими изделиями были строительные материалы: кирпич, плитки, черепица. Хозяйственная посуда — тарелки, горшки, кувшины — требовала более высокого искусства при формовании и обжиге. В 3000 году до н. э. был изобретен гончарный круг. Он позволил повысить производительность труда ремесленников и изготавливать

посуду с тонкими стенками. Уже в 2000 году до н. э. две крупные греческие цивилизации – Крит и Микены – имели очень высокий технический и художественный уровень керамического производства. По виду декора этот период называется геометрическим. Закономерность форм подчеркивалась лентообразным ритмическим расположением геометрических мотивов.

Постепенно керамика занимает важное место в изготовлении памятников искусства, сочетающих высокий технический уровень и тонкий художественный вкус.

## ВИДЫ КЕРАМИКИ

В настоящее время керамические материалы делят на грубые и тонкие. Первые характеризуются высокой пористостью и высокой водопоглощаемостью (не ниже 5–10 %). К ним относятся: строительный кирпич, терракота, стенная майолика, плитка для пола, черепица. Тонкую керамику, в свою очередь, делят на пористую и плотную. К тонкой пористой керамике относят фаянс, полуфарфор, белую и цветную майолику, а к тонкой плотной керамике – фарфор.

**Терракота.** Терракота – разновидность грубой керамики. Она известна с эпохи неолита, то есть более 5 тыс. лет. Слово «терракота» – итальянское. Его дословный перевод означает «обожженная земля». Терракота выпускается промышленностью в виде неглазурованных однотонных керамических изделий с пористым черепком красного, коричневого, кремового цветов. Цветной оттенок зависит от условий обжига. Ее водопоглощение – от 8 до 10 %. Глины для производства терракоты распространены довольно широко. В современном строительстве терракота используется в виде архитектурно-декоративных изделий и применяется для художественной отделки интерьеров, оформления садов, парков, в виде вставок, розеток, барельефов, плиток для стен, садовых дорожек и др.

При обжиге глины в атмосфере углеводородов, образующихся, например, при сжигании смолистых корней хвойных деревьев, можно получить керамические изделия серебристо-черных тонов. Этот цвет обусловлен графитом, образующимся при каталитическом разложении углеводородов на поверхности раскаленной глины.

**Майолика.** Майолика близка по свойствам и качеству к терракоте, только в отличие от последней покрыта глазурью. Глазурь придает изделию влагонепроницаемость, предохраняет от загрязнений, улучшает внешний вид, повышает прочность. Для майолики доступной и дешевой является соляная глазурь. Для ее нанесения на поверхность изделия в топку раскаленной печи ( $1040-1180^{\circ}\text{C}$ ) вводят каменную соль ( $\text{NaCl}$ ) и водяной пар. При этой операции в окислительной атмосфере цвет изделия будет коричнево-желтым, а в восстановительной – серым. При соляном глазуровании происходит гидролиз хлорида натрия, и хорошие глазури имеют состав от  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$  до  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5,5 \text{ SiO}_2$ . Полноценная глазурь – прозрачное, бесцветное вещество или окрашенное стекловидное покрытие, хорошо растекающееся при нанесении на черенок. Глазурь обеспечивает изделию гладкость поверхности и декоративный эффект. Прочности сцепления глазури с черепком способствует  $\text{CaO}$ . Он приводит к образованию промежуточного слоя, воспринимающего и гасящего напряжение, возникающее между глазурью и черепком при быстрой смене температур вследствие различных коэффициентов температурного расширения. Поэтому в молярных массах содержание  $\text{CaO}$  доходит до 37–38 %.

Слово «майолика» происходит от названия острова Майорка в Средиземном море – главного центра по экспорту испано-мавританской керамики в Италию.

Майолика широко применялась уже во 2–1-м тысячелетиях до н. э. в Ассирии-Вавилонии, затем в Средней Азии, позднее в Испании и Италии. В X–XII веках в Киевской Руси майолику использовали для облицовки стен, настилки полов. В наше время она широко применяется для отделки интерьеров общественных и промышленных зданий. Со временем на поверхности майолики появляется сетка волосяных трещинок, что свидетельствует о большом различии коэффициентов температурного расширения глазури и черепка.

**Фаянс.** До изобретения фарфора фаянс был самым ценным керамическим материалом. От фарфора он отличается большим содержанием глины (до 85 %) и характеризуется более высокой пористостью, водопоглощаемостью (до 20 %), а также меньшей, по сравнению с фарфором, механической прочностью. Температура обжига

фаянса значительно ниже (вплоть до  $950^{\circ}\text{C}$ ), чем температура обжига фарфора. В зависимости от качества глины цвет фаянса изменяется от белого до кремового. По причине высокой пористости фаянсы всегда покрывают глазурью. Введением в состав фаянса массы шамота – алюмосиликатного материала, содержащего 30–45 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 54–70 % диоксида кремния  $\text{SiO}_2$ , получают шамотированный фаянс, который обладает повышенной термостойкостью и устойчивостью к ударам. Из него изготавливают ванны, раковины и др.

Слово «фаянс» произошло от названия города Фаянса (в Северной Италии), в окрестностях которого в XIV–XV веках было широко развито керамическое ремесло. В третьей четверти XVI века, вследствие всеобщего восхищения китайским фарфором, в Фаянса начинается интенсивно развиваться производство белой майолики (в это время в Европе изделия из майолики называли фаянсом).

Фаянс, производившийся в Европе, характеризовался непроецируемостью. Персидский фаянс имел хорошо просвечивающий черепок. Он готовился из массы, богатой кварцем, с небольшими добавками остекленной после обжига глины.

На всех старинных фаянсовых изделиях на глазури имеется сетка мелких трещин. Для коллекционеров сетка трещин служит признаком возраста изделий. Причиной разрыва глазури является склонность фаянса к поглощению влаги и набуханию, вследствие чего объем черепка увеличивается в пределах 0,016–0,086 %.

**Фарфор.** Фарфор – самая благородная керамика. Это материал, состоящий из каолина, глины, кварца и полевого шпата. Характерные признаки: белый цвет, отсутствие пористости, высокая прочность, термическая и химическая стойкость. Различают две основные разновидности фарфора:

1. Твердый – с небольшими добавками полевого шпата и поэтому обжигаемый при сравнительно высокой температуре:  $1380\text{--}1460^{\circ}\text{C}$ . Масса классического твердого фарфора состоит из 25 % кварца, 25 % полевого шпата и 50 % каолина и глины.

2. Мягкий – с повышенным содержанием полевого шпата, обжигается при температуре  $1200\text{--}1280^{\circ}\text{C}$ . Кроме полевого шпата в качестве плавней используется мрамор, доломит, магнезит, жженая кость, фосфорит. Глина сообщает фарфоровой массе пластичность,

но снижает белизну фарфора. В качестве эталона для оценки белизны фарфора используют свежесажженный сульфат бария  $BaSO_4$ . Белизна характеризуется интенсивностью рассеивания света, которая регистрируется фотометром.

Впервые фарфор был привезен в Европу из Китая – родины фарфора – в XVI веке.

Весь мир пользуется китайской фарфоровой посудой. Расписанные глубоким синим кобальтом чашки, тонкие и прозрачные, со звонким белым черепком, большие и плавные по формам вазы являются предметом обихода людей всех стран. У себя на родине фарфор, наравне с другими видами искусства, также имел и имеет по сей день широчайшее применение. Посуда, бассейны для рыб, табуреты, облицовка для архитектурных сооружений изготавливается в керамических печах Китая, служа многочисленным потребностям человека.

Однако далеко не всем известно, как и когда создавались все эти предметы, в каких условиях и чьими руками они были сделаны. А между тем китайский фарфор, занимающий почетное место в истории китайского искусства и долгое время бывший валютой, монополией и секретом Китая, имеет свою длительную и сложную историю. Это история веков огромного человеческого труда, бесконечных экспериментов и поисков, стремления к совершенству, где тысячи людей оставили следы своих открытий, своего проникновения в тайны природы, своей близости к ее секретам.

Уже в древности китайцы для своих гончарных изделий употребляли сорта высококачественной глины. Однако подлинная заслуга изобретения фарфора принадлежит мастерам средневекового Китая. В эпоху Тан, в период высокого расцвета всех областей китайской духовной жизни, появились изделия из фарфора, получившие быстрое распространение. Фарфор воспевался поэтами, почитался как драгоценность.

Производству фарфора в Китае способствовали богатые залежи необходимых для него материалов: фарфорового камня (естественного соединения полевого шпата и кварца) и местной глины – каолина. Соединение этих двух составных частей дает необходимую пластичность и сплавляемость. Обработка фарфоровой массы очень

сложна. Материалы, прежде чем смешиваться, должны пройти длительную обработку (дробление — для камня, промывку и длительное вымачивание в воде — для глины). Отформованные изделия подвергаются также длительной (около года) просушке.

Роспись красками, покрытие глазурью, куда для придания цвета добавляют различные оксиды металлов, — это также длительный и сложный процесс, требующий великолепного знания особенностей материала, изменения красочного состава после обжига и т. д. Расписанные красками фарфоровые изделия заключались в особые капсулы и многократно обжигались при различной температуре, доходящей до 1400°C. Обжиг производился в течение нескольких дней, после чего печи, представляющие собой целые сооружения, в течение нескольких дней остывали. Однако мастера должны были входить в еще горячие печи, где закладывались новые партии фарфора.

Это краткое перечисление процессов изготовления фарфора далеко не исчерпывает всего длительного, кропотливого и многолетнего труда, который вкладывался в каждое художественное изделие. Каждый из фарфоровых предметов средневекового Китая глубоко продуман, исполнен не как предмет ремесла, а как самостоятельное художественное произведение, выполненное с таким же вдохновением, свободой и смелостью, как и произведения живописи этого времени.

Формы танских сосудов округлы, мягки и массивны. Особенно славится в это время белоснежный фарфор, производимый в городе Синчжоу, гладкий и матовый, сохранивший монументальность древних изделий. Многие сосуды этого времени расписывались яркими цветными глазурями, куда примешивались оксиды меди, железа и марганца, дававшие сочные желтые, коричневые, зеленые и пурпурные тона. Но особенного разнообразия и благородства фарфор достигает в XI–XIII веках.

Рецептуру европейского фарфора разрабатывал в 1703 году немецкий физик Эренфрид Чирнгауз, который в 1707 году к своим работам привлек Беттлера. В 1708 году Чирнгауз внезапно умирает, и Беттлер выдает себя за изобретателя фарфора. В 1715 году он основывает знаменитую по сей день Мейсенскую фарфоровую фабрику.

Российский состав фарфора был разработан Д. И. Виноградовым в 1746 году. Его производство было налажено на императорском заводе под Петербургом.

**Гжель.** Знаменитая Гжель – родина русского народного фарфора – расположена на обочине Касимовского тракта в 60 км от Москвы. Одно из самых ранних письменных упоминаний о Гжели относится к 1328 году. Это духовная грамота – завещание московского князя Ивана Калиты, по которому он отписывает Гжель старшему сыну Семену: «Собирался тогда князь в Золотую Орду, не зная, быть ли живу, и путь его лежал по Большому Касимовскому тракту мимо Гжели...» А в 1663 году в Гжели были обнаружены удивительные глины, когда царь Алексей Михайлович издал указ «О приискании для аптекарских и алхимических сосудов». С 1710 года Гжельская волость была приписана к Аптекарскому приказу «для дела алхимической посуды».

При Петре I гжельские глины брались для изготовления кирпича и керамических плиток, а с середины XVIII века гжельские глины были признаны пригодными для изготовления фарфора.

Сначала гжель была гончарной. Славилась и гжельская майолика с росписью по сырой необожженной эмали. Хранят и сейчас сочность красок расписанные желтым, зеленым, фиолетовым по белой эмали молочники, кувшины, бражины, квасники. Произведения народных мастеров отличались тонким мастерством, безупречным вкусом. На смену майолике пришел полуфаянс. Посуда, изготовленная из белой керамической массы, была толстостенная, тяжелая.

Первая половина XIX века – время расцвета фарфорового производства Гжели. М. В. Ломоносов писал о высоком качестве гжельских глин. Исследовал эти глины и создатель русского фарфора Д. И. Виноградов, выбрав две из них, «которые годны быть к порцеллиновому делу», а именно – глину песчанку-черноземку и глину мыловку-жировку белую. Гжельскую глину вводили в фарфоровую массу, приготовленную по рецепту Д. И. Виноградова, и она придавала фарфору синеватый или же теплый, чуть желтоватый оттенок, что выгодно отличало его от чисто белого холодного цвета европейского фарфора.

С тех пор и пошла по всей Руси слава о гжельском фарфоре.

В те времена почти половина всех фарфоровых предприятий России были сосредоточены в Гжели, где выпускались чудесные изделия.

«Кобальт», или «шмальта», — это молотое стекло синего цвета, к которому во время плавки было добавлено соединение кобальта. Так возникла традиция гжельского фарфора, где синие травы и цветы то сплошь заполняют белый фон, то гибкой линией оплетают изделие, подчеркивая его округлую форму.

Литейный цех. Здесь в гипсовые формы заливается глиняный раствор, а когда гипс впитает влагу, будущее изделие осторожно вынимают, зачищают швы и подвергают «сушильному» обжигу при 900°C. После «сушильного» обжига фарфор становится более прочным, но еще сохраняет пористость. Теперь изделие направляют в живописный цех, где на матовые фарфоровые стенки наносят рисунок. Ручная роспись отличает гжельский фарфор от изделий других промышленных предприятий. Краситель — жидкоразведенный оксид кобальта (III) темно-серого цвета.

Но вот расписанное изделие покрывают глазурью, окуная его в смесь из мелкомолотых стеклянных фракций и воды. Наступает время второго, окончательного обжига при температуре 1350°C. При такой высокой температуре в изделии протекают сложные физико-химические процессы с образованием стекловидного расплава. Оксид кобальта (III) переходит в оксид кобальта (II), и вместо черного рисунка возникает сапфировое свечение кобальта с целой гаммой оттенков нарядного синего цвета, который не тускнеет и через сотни лет. И вот из горна выходит готовый фарфор со звонким белым черепком, с блестящей стекловидной поверхностью, украшенный росписью голубых тонов.

Для подглазурной окраски фарфора применяют оксид кобальта в смеси с полевым шпатом и глазурью.

Для получения художественных красок применяют синий кобальт (синь Тенара) — искусственный минеральный пигмент синего цвета, состоящий из смеси алюмината кобальта и оксида алюминия ( $\text{CoAl}_2\text{O}_4$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Получают синий кобальт при прокаливании обезвоженной смеси солей алюминия и кобальта с добавкой для улучшения цвета солей цинка и ортофосфорной кислоты при температу-

ре 1200–1250°C. «Кобальтовые цветы» — это минерал эритрин  $\text{Co}_3(\text{AlO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ , представляющий собой скопление моноклинных кристалликов, ярко окрашенных в розово-красный цвет с перламутровым отливом. Содержит 37,5 %  $\text{CoO}$ .

### СОВЕТЫ КОЛЛЕКЦИОНЕРАМ

Как отличить настоящий коллекционный фарфор от подделки? Как правило, на донце фаянсовых и фарфоровых изделий находится мануфактурная марка, по которой можно установить время и место их происхождения. Эти марки чаще всего исполнялись огнеупорными красками (синей, марганцевой или черной). На другой керамике марка вырезана или оттиснута. Необходимо также учитывать способ исполнения, форму, цвет глазури и стиль декора. Для уверенного классифицирования любых керамических изделий необходим долготный опыт или помощь специалиста.

## МАТЕРИАЛ К ВНЕКЛАССНОМУ МЕРОПРИЯТИЮ «ЧАЕПИТИЕ ПО...»

*(Проводится по теме «Керамика», являющейся частью  
темы «Химия и искусство»)*

**Оборудование:** самовары, чайные сервизы (фарфор, фаянс, грубая керамика), различные сорта чая, салфетки, магнитофон, фотографии коллекционной посуды; репродукция картины «Чаепитие в Мытищах».

### План мероприятия

1. Вступление учителя или ведущего о цели данного мероприятия.
2. История чая и чаепития *(выступление заранее подготовленных учащихся.)*
3. Чаепитие всем классом *(возможно с родителями).*

#### I

Пейте чай, мой друг старинный,  
Забывая бег минут.

*Б. Окуджава*

Чай пьют по-разному: на ходу, убегая на работу, или в буфете аэропорта, в ожидании летной погоды. Пьют в поездах – из скучного стакана. Пьют из металлической крышки термоса. Пьют, поскольку сухой кусок в горло не лезет, пьют, чтобы убить время, пьют, так как врачи говорят, что чай полезен.

Но все это не чаепитие, а привычная часть утренней или вечерней трапезы. Чаепитие – другое. Чаепитие – дружеская беседа за столом, старинный домашний обычай, ритуал, добрая традиция многих народов, в том числе и нашего. Для настоящего чаепития не годятся граненый стакан, щербатая кружка. Нужен сервиз, настоящий чайный сервиз, пусть недорогой, но обязательно с росписью.

#### II

Откуда и как появился чай – это хорошо известно из легенды. Знаменитый буддийский монах Бодхитхарма как-то уснул нечаянно во время молитвы. Проснувшись, он в гневе отрезал себе веки, чтобы гла-

за никогда больше не закрывались. Но из выброшенных ресниц выросли чайные деревья. И с тех пор не требуются такие суровые меры – достаточно попить чаю, чтобы не уснуть (кстати, во время молитвы чаша с чаем шла по кругу – так начиналась чайная церемония).

История с ресницами, надо полагать, произошла на границе Китая с Бирмой: именно там, в горах провинции Юнь Нань, растут самые древние дикие чайные деревья высотой около 15 м. Чем севернее живут эти близкие родственники камелий и дальние родственники роз, тем ниже они становятся, тем более напоминают куст. Плодоносит дикий чайный куст более 100 лет.

- В середине IV века чай уже начали культивировать. Правда, поначалу чай считали не основой для напитка, а скорее овощем.

В VI веке китайская аристократия признала чай напитком, а четыреста лет спустя, при династии Тан, чай стал уже национальным напитком. О нем стали слагать легенды, писать книги, создавать особую посуду и особый обряд – чайную церемонию. (Чайная церемония в Китае исчезла после падения Сунской династии.)

В IX веке чай попал в Корею и Японию. Здесь он был сначала атрибутом религиозной церемонии и лекарством. Что же касается простых японцев, то они начали употреблять чай даже позже европейцев – не ранее XVII века. Да и в Китае, откуда чай разошелся по всему свету, его пьют гораздо реже, чем у нас в стране. Обычный же ежедневный напиток китайцев – простой кипяток.

- Для заваривания хорошего чая нужна хорошая вода. Чтобы чай заварился как следует, то есть, говоря химическим языком, легко экстрагировался, в воде должно быть мало примесей. Вода должна быть без запаха (в том числе хлора). Непригодна минеральная вода: растворенные в ней соли мешают экстракции. Жесткая вода лишает чай вкуса и аромата (поэтому на Украине не так уж много любителей чая). Хороша Мытищенская вода в Подмоскowie.

На улицах Пекина некогда продавали для чая ключевую воду, привезенную с гор. Но самой лучшей считалась «персиковая» или «сливовая» вода – из снега, выпавшего весной на только что распустившиеся цветы персика или сливы.

Исключая экзотику, воду для чая по степени пригодности можно выстроить в такой ряд: ключевая вода, вода горных рек, вода проточных ледниковых озер.

Если в вашем распоряжении только обычная водопроводная вода, то дайте ей хотя бы ночь отстояться, чтобы выдохся хлор и осели взвешенные частицы.

- Для правильного чая нужна правильная посуда. Даже теплопроводность чашки влияет на вкус: из железной кружки пить горячо и невкусно. И заваривать в металлическом чайнике тоже не рекомендуется.

Фарфоровый чайник легко прогревается, поэтому он предпочтительнее, если чайник нагревают снаружи, погружая его в кипяток. Если же ограничиться более привычной заливкой кипятка внутрь, то теплоизоляционные свойства фаянса окажутся предпочтительнее.

- Лучшим считают чай, который меньше пачкает (или вовсе не пачкает) чашку коричневыми следами. Это характерное свойство сильно вяжущих чаев, а они, как правило, имеют достойный вкус и аромат.

В Восточной Азии чаще заваривают чай прямо в чашках, точнее в пиалах. Зеленый чай, говорят, заваривается вдвое дольше, чем черный, однако любители чая на Востоке не дожидаются окончания процедуры. Они выпивают примерно две трети свежезаваренного чая, потом доливают кипяток и пьют «второй чай», затем «третий» и т. д. (Если вы хотите получить чай возбуждающего действия – заваривайте его три минуты, успокаивающего – пять минут.)

Технология приготовления чая при чайной церемонии (завариванием и называть неудобно) стоит особняком. Растертый в тончайшую пудру листовой зеленый чай высыпают небольшими порциями в чайник, доливают каждый раз капельными дозами горячую воду и метелочкой взбивают в кремovidную массу. Концентрация терпкого сметанообразного напитка достигает 200–240 г сухого чая на литр. (Наша норма для общественного питания – 4 г/л; обычная крепость чая у англичан – главных его любителей в Европе, а также у китайцев и японцев – 25–30 г/л.)

## ЧАЕПИТИЕ ПО-ЯПОНСКИ

При великом разнообразии сортов и разновидностей, самый распространенный в Японии и неизменно любимый напиток – зеленый чай. Им угощают гостей дома, его предлагают в любом ресторанчике с национальной кухней; и даже в номере гостиницы на столе непременно стоит небольшой заварочный чайник с бамбуковой ручкой, коробочка с чаем, чашки и термос с горячей водой. Зеленый чай, растертый в порошок, ни в коем случае не заваривают кипятком, а только горячей водой (около 60 градусов) в течение 2–4 минут.

Пьют чай из небольших пиал или керамических стаканов. Иногда чай выливают прямо в чашку с рисом, и тогда получается что-то вроде нашей каши с молоком. Сахар не полагается, но «лакомства» не возбраняются. Есть и особые сорта чая, порою неожиданные, например «кобутья» – с морской капустой (по цвету и по вкусу напоминает солончатый бульон). Но все это просто чай. А еще есть обряд, церемония, чаепитие по-японски: тя-но ю.

Искусству приготовления чая учатся годами. Слово «тядзин», состоящее из иероглифов «чай» и «человек», означает и «знаток чайной церемонии», и «человек с тонким вкусом». Правда, есть и третье значение – «чудак». В чайной церемонии видят и глубокий смысл, и пустую трату времени. В русском чаепитии у самовара, с баранками и вареньем, тоже можно усмотреть бессмысленное времяпрепровождение. Однако спрос на самовары не уменьшается.

Чайная церемония стала практиковаться в Японии с XII века в монастырях буддийской секты дзен, утверждавшей, что единственный способ существования в этом противоречивом мире – постоянно совершенствовать душу. Человек, отгороженный от мира тонкими стенками чайного дома, как бы отрешался на время от забот и проблем. Чайный дом находился обычно в саду, к нему вела дорожка из камней, шагая по которой, человеку волей-неволей приходится смотреть не по сторонам, а под ноги. У небольшого, внешне непримечательного домика – замшелый каменный сосуд с водой, мелкий бамбуковый ковш с длинной ручкой. В чайный дом полагалось вползать через вход высотой менее метра. Низкая притолока заставляла кланяться и крестьян (им это не было в новинку), и самураев, и богатых феодалов, которым приходилось остав-

лять за дверью свой меч и свою спесь. Помещение невелико. Стены внутри обмазаны глиной, свет проникает через бамбуковые жалюзи, прикрывающие отверстия в потолке и в стенах, внутри всегда полумрак. А если чайная церемония начинается затемно, то жалюзи откидывают и взору предстает луна, весной – цветущая вишня, осенью – красные листья.

Непременное украшение комнаты – белый свиток с написанными кистью иероглифами. В отличие от стандартных печатных знаков, они сохраняют руку и душу мастера. Может быть и не иероглифическая, обычная картина, но в любом случае это семейная реликвия, передаваемая из поколения в поколение. Другое (и последнее) украшение комнаты – букет цветов, составленный специально для этого случая. Хозяйка встречает гостей у входа на коленях, кланяясь так, что почти касается лбом пола. Гости обязательно отвечают поклонами и вежливыми приветствиями. Церемония немногословна, но приветствия, так же как последующие возгласы восторга по поводу картины и букета, – неотъемлемый ее элемент.

Перед каждым гостем на низком столике стоят посуда и сладости. Нередко подают обильную еду и сакэ. Закуска, которую съедают перед чаем, называется кайсэки, что значит «камень за пазухой». В древности, чтобы не замерзнуть в мороз, за пазуху клали нагретые камешки. Вот так же должна согреть пища...

После небольшого перерыва хозяйка вносит поднос. На нем – деревянная лакированная чашка, коробочка с чаем, бамбуковая метелка и чайник с водой. Чайник ставится на огонь (иногда в воду кладут металлические бубенцы, которые начинают позвякивать, когда вода закипает). Расположение предметов на подносе строго определено, и уже несколько веков без особых изменений остается и порядок движений. Лакированную чашку моют и вытирают, затем в нее кладут растертый в порошок чай. Его заливают водой и быстро взбивают бамбуковой метелочкой до образования пышной пены. И вот наконец перед гостем, долго наблюдавшим за манипуляциями хозяйки (или хозяина), – изумрудно-зеленый чай под слоем зеленоватой пены.

Выпить долгожданный чай столь же непросто, как и приготовить. Приняв чашку с поклоном и благодарностью, ее держат на ле-

вой ладони. Затем правой рукой поворачивают чашку тремя движениями против часовой стрелки. Обычно чая бывает налито как раз столько, чтобы выпить его тремя глотками. Потом чашку вновь поворачивают в три приема, но уже по часовой стрелке.

Чай выпит. Иностранцы, как правило, разочарованы – на вкус он вяжущий, горьковатый, многим кажется просто невкусным. В чем не приходится сомневаться – так это в тонизирующем действии...

Оценив достоинства чая, надо воздать должное и чашке. Ее рассматривают со всех сторон. В идеале это должна быть неказистая (на европейский взгляд) керамическая чашка. Но ценится не правильность форм или сложность рисунка, а напротив, чуть неровные края, неравномерный, иногда с подтеками, слой глазури, сквозь который просвечивает глина. Полагается выразить восхищение посудой, спросить, какой мастер ее изготовил. После этого можно считать, что церемония закончена. Остаются только взаимные благодарности.

Во многих университетах наряду с другими дисциплинами читают курс тядо – искусства приготовления чая. Церемония жива; правда, ей приходится приспосабливаться к темпу наших дней. Не все каноны соблюдаются сейчас очень тщательно, некоторые атрибуты (например, низкий вход) сохраняются, но не используются. Всепроникающий бизнес сотворил ускоренный вариант чайной церемонии для туристов: наскоро осматривая какой-нибудь древний храм, можно на полчаса заскочить в чайный дом и получить отдаленное представление о ритуале (но главным образом о том, что чай зеленый и невкусный). Подлинная же чайная церемония – это время отдохновения души, а чай – просто повод для этого.

## Часть II

# ХИМИЯ И ПОВСЕДНЕВНАЯ ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА

Широко распространяет химия  
руки свои в дела человеческие.

*М. В. Ломоносов*

## ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ГИГИЕНЫ И КОСМЕТИКИ

Слово «парфюмерия» происходит от латинского слова *Parfum*, что означает «дымиться», «испаряться», «куриться». Это объясняется тем, что с незапамятных времен благовония применяли для ароматизации жилых и общественных помещений, сжигая душистые растения и смолы в специальных чашечках на раскаленных углях.

Начало использования парфюмерных средств относится к глубокой древности. Нередко эти средства использовали при религиозных обрядах, колдовстве, магии, в алхимии и т. д. Впервые промышленное производство парфюмерных изделий возникло в арабских странах, потом в странах Юго-Восточной Азии, а также Вавилоне, Греции, Италии. Крестоносцы завезли в Европу простейшее парфюмерное изделие — розовую воду. В XII веке парфюмерные средства пришли из Италии во Францию. Уже в XIV-XV вв. парфюмерные средства нашли широкое применение как предмет роскоши среди богатых и знатных людей европейских стран. Первые сведения о производстве парфюмерных средств в России относятся к XVII веку. С ростом цивилизации применение парфюмерных средств все более расширялось и постепенно стало повсеместным. Сейчас, пожалуй, трудно найти на земном шаре уголок, где бы в той или иной степени не пользовались парфюмерией.

Химикам сейчас известно более 18 млн. органических соединений. Из них примерно 400 тыс. имеют сравнительно отчетливый запах. Однако лишь небольшая часть пахучих веществ относится к душистым веществам — соединениям, которые обладают характер-

ным приятным запахом и находят применение в парфюмерии, косметике, пищевой промышленности и т. д.

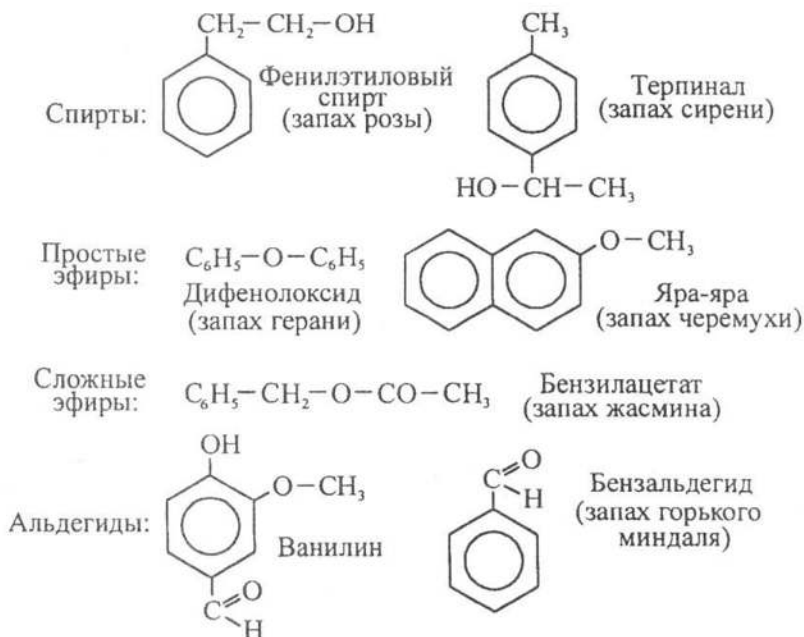
Долгие годы «фабрики запахов» использовали исключительно натуральные продукты – эфирные масла, смолы, бальзамы, мускус, амбру, сухое растительное сырье (гвоздику, корицу, ваниль, дубовый мох). Громадные площади плодородных земель были заняты под посевы герани, мяты, мускусного шалфея, лаванды, розы и других растений, из которых извлекают эфирные масла.

Душистые вещества – основа парфюмерных изделий: духов, одеколонов и других, представляющих собой сложные смеси душистых веществ, растворенных в спирте. Следует сказать, что некоторые душистые вещества обладают не совсем приятным запахом, однако искусство парфюмеров объединяет их запахи в настоящие «ароматные букеты».

С развитием парфюмерии натуральные источники уже не в состоянии были удовлетворить возрастающие потребности. Для получения всего лишь 1 кг розового масла нужно переработать 1–3 т лепестков розы. На помощь природе пришла химия. Прогресс в синтезе душистых веществ, используемых для замены дефицитных и дорогих эфирных масел, позволил сделать парфюмерно-косметические изделия массовыми и доступными.

Для получения душистых веществ используются самые современные методы органического синтеза. В настоящее время разработаны методы синтеза почти всех душистых веществ, добывавшихся ранее из природного сырья, и создан ряд новых, не найденных в природе. Из химического, а не из природного сырья получают теперь ментол с запахом перечной мяты; цитраль, пахнущий лимоном; ванилин; ирон с нежным ароматом фиалки и многие другие.

Среди синтетических душистых веществ имеются представители самых различных классов: спирты, простые и сложные эфиры, альдегиды. Например:



Запах веществ во многом зависит от их строения, хотя известно много соединений, близких по строению, но отличающихся по запаху. И наоборот, есть соединения, различные по строению, но обладающие сходным запахом. Например, запах камфары имеют:



Наиболее подробно исследованы группы душистых веществ с так называемым мускусным запахом. Запах мускусных препаратов, а также способность этих веществ облагораживать и фиксировать композиции запахов обусловили их широкое применение в парфюмерии. В нашем столетии мускус стали получать синтетически. Среди мускусных соединений встречаются представители самых различных химических классов: макроциклические соединения, содержащие замкнутый цикл из метиленовых групп  $-\text{CH}_2-$  (например, природный продукт мускон, выделенный из мускуса кабарги), ароматические соединения (мускус амбро-

вый) и даже стероидные соединения, близкие по строению к половым гормонам (андростерон).



Химики считают, что среди наиболее прибыльных отраслей промышленности на одном из первых мест наряду с парфюмерией стоит и косметическая промышленность. Искусство косметики уходит в далекое прошлое. Так, при раскопках найдены египетские мумии, ногти которых раскрашены. В усыпальницах египетских пирамид обнаружены натуральные краски и косметические инструменты, сосуды для хранения мазей, румян и масел. Найден также письменный документ – папирус Эберса, в котором изложены косметические правила и рецепты. Его написание относят к пятому тысячелетию до нашей эры.

Слово «косметика» происходит от греческого «космео», означающего «украшение». Под косметикой всегда понимали искусство украшать. Женщины с давних времен умели подводить брови, подчеркивать форму губ и глаз, окрашивать волосы и румянить щеки. Письменные источники далекого прошлого свидетельствуют о том, что когда-то к раскрашиванию тела красками были равнодушны и мужчины. Позднее этот обычай постепенно утратился.

Древние рукописи свидетельствуют, что уже тысячи лет назад женщины Востока подкрашивали веки в голубой цвет тончайшей пылью из толченой бирюзы.

С незапамятных времен для подкрашивания бровей использовался мягкий природный минерал сурьмный блеск Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. В русском языке было выражение «сурьмить брови». Сурьмный блеск постав-

лялся в различные страны арабами, которые называли его «стиби». От этого названия и произошло латинское стибium (Sb).

Развивалась косметика и на Руси. Имеются сведения, что уже в одном из самых первых сборников врачебных знаний эпохи Киевской Руси, написанном на греческом языке в XII веке внучкой Владимира Мономаха Евпраксией, наряду со сведениями о различных болезнях приводились советы по уходу за кожей, рецепты от «паршивости головы», средства от «дурного запаха изо рта и для чистых зубов».

Поворотным пунктом в истории отечественной косметической промышленности была середина XIX века. В 1893 году в Москве было организовано одно из первых в России предприятий по производству парфюмерных и косметических изделий – фабрика Ралле, затем фирма Остроумова. Эти фабрики вырабатывали несколько видов декоративной косметики, цветочные одеколоны, кремы.

Естественно, что в далеком прошлом в качестве косметических препаратов использовались лишь природные минеральные и органические вещества. С развитием химии для этой цели все чаще стали применять синтетические продукты. Так, например, в качестве пигмента для губных помад применяют цис-диметилглиоксимат никеля. В состав губной помады входит пчелиный воск или его заменители: парафин и другие продукты, полученные из нефти.

Для приготовления питательных кремов используют природные жиры или продукты их гидролиза – жирные кислоты. Они хорошо впитываются и смягчают кожу. Но долго не хранятся, портятся. Синтетические же продукты, полученные из нефти, устойчивы при хранении, хотя плохо впитываются. Поэтому их чаще используют для изготовления декоративной косметики.

В качестве увлажнителей в косметике применяют многоатомные спирты и сахара.

Поливинилные соединения используют для образования пленки в лаках для волос. Поливиниловый спирт служит фиксатором в жидкостях для укрепления и укладки волос. А шампуни с перламутровыми блестками, а также перламутровый лак и помада содержат соли висмута  $\text{BiOCl}$ ,  $\text{BiO}(\text{NO}_2)$ . Для создания специальных гримов применяют также оксид цинка  $\text{ZnO}$ . Косметические декоративные пудры –

многокомпонентные смеси. В них входят: тальк, каолин, оксид цинка, оксид титана  $\text{TiO}_2$ , карбонат магния  $\text{MgCO}_3$ , крахмал, цинковые соли стеариновой кислоты, а также органические и неорганические пигменты.

Компактная пудра в отличие от рассыпной содержит связующие добавки: высшие жирные кислоты, натрийкарбоксиметилцеллюлозу, воски, многоатомные спирты и их эфиры, масла.

Наиболее распространенный лак для ногтей представляет собой раствор нитроцеллюлозы в органических растворителях  $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{3-x}(\text{ONO}_2)_x]_n$ . В качестве растворителей используют амиловый эфир уксусной кислоты, ацетон, диэтиловый эфир и их смеси. В лак добавляют пластификаторы — касторовое масло или другие экстракты, которые препятствуют обезжириванию ногтей и предотвращают их ломкость.

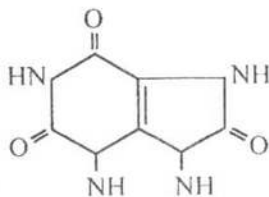
В XX столетии в практику парфюмерного и косметического дела входят вещества для завивки волос. Химическая завивка волос — это глубокая химическая атака на структуру волоса. Она включает три фазы.

Первая фаза: волнообразующая жидкость, содержащая тиогликолевую кислоту ( $\text{HS} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ ) или ее сложные эфиры, проникает внутрь волоса и открывает в белках дисульфидные (серные) мостики, благодаря которым волосы сохраняют свою стабильность; волосы становятся мягкими и способными приобретать любую форму.

Вторая фаза: размягченный жидкостью волокнистый слой волос все больше и больше подчиняется форме, заданной папильоткой.

Третья фаза: на тщательно промытые от первого раствора волосы наносится фиксаж — раствор перекиси водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Он снова замыкает серные мостики и возвращает волосу его стабильность.

Среди обилия парфюмерных препаратов значительное место занимают всевозможные дезодоранты. Каждый знает, что дезодоранты — это средства, устраняющие неприятный запах пота. На чем основано их действие? Пот выделя-

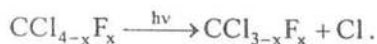


Мочевая кислота

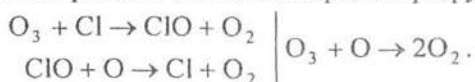
ется особыми железами, расположенными в коже на глубине 1–3 мм. Пот на 98–99 % состоит из воды, а также продуктов метаболизма: мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , мочевой кислоты, аммиака  $\text{NH}_3$ , некоторых аминокислот, жирных кислот, холестерина, белков, стероидных гормонов и др. Неприятный запах пота связан с бактериальным расщеплением его составляющих или окислением их кислородом воздуха. Дезодоранты (косметические средства от пота) бывают двух типов. Одни тормозят разложение продуктов метаболизма путем инактивации микроорганизмов или предотвращения окисления продуктов потовыделения. Действие второй группы дезодорантов основано на частичном подавлении процессов потовыделения. Такие средства называют антиперспирантами. Этими свойствами обладают соли алюминия, цинка, циркония, свинца, хрома, железа, а также формальдегид, танины, этиловый спирт. Перечисленные вещества взаимодействуют с компонентами пота, образуя нерастворимые соединения, которые закрывают каналы потовых желез и тем самым уменьшают потовыделение.

Рабочее давление в аэрозольных баллончиках дезодорантов создается парами сжиженного или сжатого газа, например  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ . Очень удобны для этих целей также фторхлоруглероды. Так, например, при температуре  $21^\circ\text{C}$  давление паров над жидким  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  составляет 5 атмосфер. Эти соединения, кроме того, обладают химической активностью по отношению ко многим веществам. Часто в качестве пропеллента используют 1,2-дихлортетрафторэтан ( $\text{CF}_2\text{Cl}-\text{CF}_2\text{Cl}$ ). В настоящее время принято международное соглашение по сокращению производства аэрозольных баллонов, содержащих в качестве пропеллентов фторхлоруглероды, поскольку установлено, что они разрушают озоновый слой Земли.

Фторхлорметаны – очень инертные химические вещества. В атмосфере они разрушаются лишь в верхних слоях (на высоте 30 км) под действием ультрафиолетового излучения в диапазоне длинных волн (190–225 нм). Одним из продуктов разложения фторхлорметанов является атомарный хлор:



Атомарный хлор способен катализировать разрушение озона:



Научная общественность высказывает озабоченность разрушением озонового слоя Земли и требует прекращения использования фторхлорметанов в качестве распылителей аэрозолей.

## ХИМИЯ И ПИЩА

Проблема пищи всегда была одной из самых важных проблем, стоящих перед человеческим обществом.

Всё, кроме кислорода, человек получает для своей жизнедеятельности из пищи. Среднее потребление ее в сутки составляет около 800 г (без воды). Это дало право И. П. Павлову при вручении ему Нобелевской премии сказать: «Недаром над всеми явлениями человеческой жизни господствует забота о насущном хлебе».

Человечество в сутки потребляет более 4 млн. т пищи, а с ростом населения ее потребление, естественно, будет возрастать. Человечество испытывало и продолжает испытывать дефицит продуктов питания, особенно не хватает продуктов с высоким содержанием белка. Однако простое увеличение потребления пищи не может решить всех проблем, связанных с питанием. Оно должно быть рациональным, соответствовать основным положениям науки о питании, требования которой должны учитываться при разработке стратегии развития пищевой промышленности.

Правильная организация питания требует знаний, хотя бы в самом общем виде, о химическом составе пищевого сырья и готовых продуктов питания, представлений о способах их получения, о превращениях, которые происходят при их получении и при кулинарной обработке продуктов, а также сведений о пищеварительных процессах.

### ПЛАН ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА

#### I. Основные химические вещества пищи.

##### 1. Белковые вещества:

– строение и аминокислотный состав белков;

- классификация белков;
- свойства белков;
- пищевая ценность белков;
- ферменты.

## 2. Липиды:

- строение и классификация липидов;
- пищевая ценность масел и жиров;
- превращение липидов при производстве продуктов питания;

## 3. Углеводы:

- строение, классификация и свойства углеводов;
- пищевая ценность углеводов.

## II. Пищевые добавки:

- вещества, улучшающие внешний вид продуктов;
- вещества, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов;
- подслащивающие вещества;
- консерванты;
- пищевые антиокислители;
- ароматизаторы.

## III. Природные токсиканты и загрязнители:

- природные токсиканты;
- загрязнители.

## IV. Пищевая аллергия.

## V. Химические основы домашнего приготовления пищи:

- основные химические процессы, происходящие при тепловой кулинарной обработке;
- изменение пищевой ценности продуктов при тепловой обработке.

## VI. Химия пищеварения.

# I. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПИЩИ

Наша пища состоит из очень большого числа различных химических веществ: белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ. Среди них имеются соединения, которые определяют её

энергетическую и биологическую ценность, участвуют в формировании структуры, вкуса, цвета и аромата пищевых продуктов.

Мы не можем рассмотреть подробно все химические компоненты продуктов питания, поэтому нам нужно остановиться только на основных группах, имеющих жизненно важное значение. Эти сведения позволят нам хоть в какой-то мере представить те сложные превращения, которые происходят в организме при получении пищи, что позволит осмысленно подходить к своему питанию, сохранить свое здоровье.

## 1. БЕЛКОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

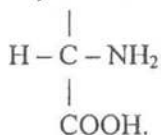
Белками называют высокомолекулярные природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот. Каждый белок обладает своей, присущей только ему последовательностью расположения аминокислотных остатков.

Биологические функции белков крайне разнообразны. Они выполняют каталитические, регуляторные, структурные, двигательные, транспортные, защитные, запасные и другие функции. Белки играют ключевую роль в жизни клетки, составляют основу ее биохимической деятельности. Исключительное свойство белка — самоорганизация структуры, то есть его способность создавать определенную, свойственную только данному белку пространственную структуру. По существу вся деятельность организма связана с белковыми веществами. Без белков невозможно представить себе жизнь. Белки — важнейшая составная часть организма человека и животных.

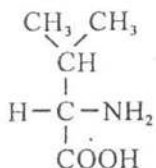
### Строение и аминокислотный состав белков

Как уже говорилось выше, белки построены из остатков аминокислот.

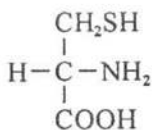
Молекула аминокислоты состоит из двух частей. Одна часть у всех аминокислот одинаковая, она называется пептидной группой:



Другая часть молекулы у всех аминокислот разная, она называется радикалом, например:  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH} \\ | \end{array}$  или  $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{SH} \\ | \end{array}$ .



Валин



Цистеин

Соединение аминокислот при образовании белковой молекулы осуществляется через общую для всех аминокислот группу. Из карбоксильной группы одной аминокислоты и аминогруппы соседней аминокислоты отщепляется молекула воды, и за счет освободившихся валентностей остатки аминокислот соединяются. Между аминокислотами возникает прочная ковалентная связь  $-\text{NH}-\text{CO}-$ , называемая пептидной связью.

Последовательность аминокислотных остатков в молекуле белка определяет его первичную структуру. Полипептидная цепь закручивается в спираль — это вторичная структура молекулы белка.

Полипептидная спираль, в свою очередь, подвергается дальнейшей укладке. Она сворачивается определенным образом, для каждого белка эта конфигурация постоянна. В результате возникает третичная структура белковой молекулы. В живой клетке также обнаружена четвертичная структура белка.

Однако следует отметить, что в организации более высоких структур белковой молекулы исключительная роль принадлежит первичной структуре.

### Классификация белков

Существует несколько классификаций белков. В основе их лежат разные принципы: по степени сложности, по форме молекул, по растворимости, по выполняемым ими функциям.

По степени сложности белки делятся на простые (протеины) и сложные (протеиды).

**Протеины** – запасные, скелетные, отдельные ферментные белки. По растворимости в отдельных растворителях выделим только главные из них:

**альбумины** – белки с относительно небольшой молекулярной массой, хорошо растворимые в воде. Представитель альбуминов – белок яйца, овалбумин;

**глобулины** – растворяются в водных растворах солей. Входят в состав крови, молока, составляют большую часть семян бобовых и масличных культур;

**проламины** – растворяются в 60–80 %-ном растворе этилового спирта. Это белки злаков пшеницы, ржи, кукурузы, овса, ячменя;

**глутелины** – растворяются только в растворах щелочей. Из них следует выделить оризены, содержащиеся в семенах риса, и глютенин клейковинных белков пшеницы.

#### **Протеиды:**

**нуклеопротеиды** – кроме белковой части включают нуклеиновые кислоты;

**липопротеиды** – содержат кроме белка липиды. Участвуют в формировании клейковинных белков;

**фосфопротеиды** – кроме белка присутствует фосфорная кислота. Им принадлежит важнейшая роль в питании молодого организма.

### **Свойства белков**

**Гидратация.** Белки связывают воду, то есть проявляют гидрофильные свойства. При этом они набухают, увеличиваются их масса и объем. Имеющиеся в их составе и расположенные на поверхности белковой макромолекулы гидрофильные (пептидная связь), аминные ( $-NH_2$ ) и карбоксильные группы притягивают к себе молекулы воды, строго ориентируя их на поверхности макромолекулы.

При ограниченном набухании концентрированные белковые растворы образуют сложные системы, называемые студнями. Студни не обладают текучестью, они упруги, обладают пластичностью, определенной механической прочностью, способны сохранять свою

форму. Гидрофильные свойства белков имеют большое значение в биологии и пищевой промышленности. Студнем, построенным в основном из молекул белка, является цитоплазма – полужидкое содержимое клетки. Различная гидрофильность клейковинных белков – один из признаков, характеризующих качество зерна пшеницы и получаемой из него муки. Тесто, которое получают в хлебопекарном производстве, представляет собой набухший в воде белок.

**Денатурация.** При денатурации изменяются физические свойства белка, снижается растворимость, способность к гидратации, теряется его биологическая активность. Меняется форма белковой макромолекулы, но в то же время увеличивается активность некоторых химических групп, белок легче гидролизуются. В пищевой технологии особое практическое значение имеет тепловая денатурация белков. Степень денатурации зависит от температуры, продолжительности нагрева и влажности. Особую роль эти процессы играют при бланшировании растительного сырья, сушке зерна, выпечке хлеба, получении макаронных изделий.

**Пенообразование.** Под этим процессом понимают способность белков образовывать высококонцентрированные системы жидкость–газ. Такие системы называют пенами. Устойчивость пены, в которой белок является пенообразователем, зависит не только от его природы, но и от концентрации, а также от температуры. Белки в качестве пенообразователей широко используются в кондитерской промышленности (пастила, зефир, суфле).

### **Пищевая ценность белков**

Белок – наиболее важный компонент пищи человека. Основные источники пищевого белка: мясо, молоко, рыба, продукты переработки зерна, хлеб, овощи. Потребность человека в белке зависит от возраста, пола, характера трудовой деятельности. В организме здорового взрослого человека белки расщепляются до аминокислот, часть из них являются строительным материалом для создания новых аминокислот, однако имеются аминокислоты, которые не образуются в организме взрослого человека, они должны поступать с пищей. Снабжение организма человека необходимым количеством аминокислот – основная функция белка в питании.

О громадном значении белков для жизни догадывались давно. Более ста лет назад Ф. Энгельс писал, что «жизнь есть форма существования белковых тел». Эта фраза стала крылатой, в ней подчеркивается решающее значение белков для жизни. Данные современной биологии подтверждают этот вывод.

### **Ферменты**

Ферментами называют сложные биологические катализаторы белковой природы, изменяющие скорость химической реакции. Ферменты играют очень важную роль в пищевой промышленности, в отдельных случаях осуществляя или помогая осуществить многие технологические процессы, в других – затрудняя их проведение. Достаточно напомнить, что превращение исходного сырья в готовые продукты в таких отраслях пищевой промышленности, как виноделие, пивоварение, производство спирта, хлебопечение, сыроделие, производство ряда кисломолочных продуктов, осуществляется при непосредственном участии ферментов.

Ферменты имеют большую молекулярную массу: от 10000 до 1000000. Молекула фермента состоит из белковой и небелковой частей. Белковая часть молекулы фермента может быть построена из одной или нескольких полипептидных цепей, образующих сложные комплексы. Известно около 3000 различных ферментов, часть их изучена. Рассмотрим некоторые виды ферментов, важные в пищевой технологии и питании.

*Оксидоредуктазы*, или окислительно-восстановительные ферменты, катализируют окисление и восстановление различных химических веществ. Ферменты-оксидоредуктазы участвуют в разрушении каротиноидов при сушке и хранении продуктов растительного происхождения.

*Трансферазы* осуществляют перенос различных групп атомов от одной молекулы к другой. Эти ферменты принимают участие в сложных биохимических процессах, протекающих в клетках.

*Гидролазы*. Ферменты этой группы играют особенно важную роль в пищеварении и в процессах пищевой технологии. Большая роль в биохимии пищеварения принадлежит протеолитическим ферментам (пепсин, химотрипсин и др.), осуществляющим деполи-

меризацию молекул белка по мере его движения по пищеварительному тракту. Эти ферменты участвуют в процессах, происходящих при переработке мяса, в хлебопечении.

Представители группы гидролаз – карбогидразы, амилазы, целлюлазы.

*Лиазы.* Эти ферменты катализируют процессы расщепления связей между атомами углерода, углерода и кислорода, углерода и азота, углерода и галогена. К ферментам этой группы относятся декарбоксилазы, отщепляющие молекулу диоксида углерода  $\text{CO}_2$  от органических кислот.

*Изомеразы.* Ферменты этой группы катализируют структурные изменения в пределах одной молекулы органического соединения. Их используют при получении глюкозо-фруктозных сиропов.

*Липазы.* Эти ферменты катализируют образование связей C–O, C–S, C–N, C–C. К этой группе относятся ферменты, участвующие в превращении аминокислот и в удлинении углеродной цепи органических соединений. Применение их в пищевой промышленности дает возможность получать новые продукты, совершенствовать технологию получения уже известных продуктов и тем самым способствует большему экономическому эффекту.

Выше мы рассмотрели свойства ферментов. В пищевой технологии ферментативные процессы очень разнообразны и зависят от вида сырья, технологии и характера получаемого продукта.

## 2. ЛИПИДЫ

Липидами называют большую группу органических соединений с близкими физико-химическими свойствами, которые содержатся в растениях, животных и микроорганизмах. Их общими признаками являются: нерастворимость в воде (гидрофобность) и хорошая растворимость в органических растворителях (диэтиловом спирте, хлороформе и др.), наличие в их молекулах длинноцепочечных углеводородных радикалов и сложноэфирных группировок.

Липиды широко распространены в природе. Как белки и углеводы, липиды являются обязательным строительным компонентом каждой клетки.

Липиды – важнейший компонент пищи, во многом определяют ее пищевую ценность и вкусовое достоинство.

В растениях они накапливаются главным образом в семенах и плодах. Содержание в них липидов зависит не только от индивидуальных особенностей растений, но и от места и условий произрастания.

У животных липиды концентрируются в подкожных жировых тканях, в брюшной полости и тканях, окружающих многие важные органы (сердце, почки), а также в мозговой и нервной тканях.

### **Строение и классификация липидов**

По химическому строению липиды отличаются большим разнообразием. Молекулы их построены из различных структурных компонентов, в состав которых входят спирты и высокомолекулярные кислоты, а в состав отдельных групп липидов могут также входить остатки фосфорной кислоты, углеводов, азотистых оснований и другие компоненты, соединенные между собой различными типами химической связи.

*Простые липиды.* Молекула простых липидов не содержит атомов азота, фосфора, серы. К ним относятся производные одноатомных карбоновых кислот и одно- и многоатомных спиртов. Наиболее важными и распространенными представителями простых липидов являются ацилглицерины. Широко распространены воски.

*Ацилглицерины* (глицериды) – сложные эфиры глицерина и высокомолекулярных карбоновых кислот. Они составляют основную массу липидов (иногда до 95–96 %), и именно их называют маслами и жирами.

Одним из структурных компонентов всех ацилглицеринов является глицерин, поэтому свойства конкретных масел определяются составом жирных кислот, участвующих в построении их молекул, и положением (1, 2, 3), которое занимают остатки этих кислот в молекулах ацилглицеринов.

В жирах и маслах обнаружено до 300 карбоновых кислот различного строения, однако большинство из них присутствует в небольшом количестве. Например, стеариновая и пальмитиновая кислоты входят в состав рапсового масла. В состав большинства нан-

более распространенных масел входят ненасыщенные кислоты, содержащие 1–3 двойные связи.

Природные жиры содержат главным образом триацилглицерины, в состав которых входят остатки различных кислот: насыщенных и ненасыщенных.

Насыщенные кислоты:

лауриновая  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ ,  
миристиновая  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$ ,

Ненасыщенные кислоты:

олеиновая  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$ ,  
эруковая  $(\text{CH})_3 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{COOH}$ .

В природных растительных триацилглицеринах положения 1 и 3 заняты преимущественно остатками ненасыщенных кислот, 2 – насыщенной. В животных жирах картина бывает обратная.

Ацилглицерины – жидкости или твердые вещества с низкими (до  $40^\circ\text{C}$ ) температурами плавления и довольно высокими температурами кипения, с повышенной вязкостью, без цвета и запаха, легче воды, нелетучи. Относительно высокие температуры кипения жиров позволяют жарить на них пищу, так как жиры не испаряются со сковородки, а благодаря низким температурам плавления они не застывают, что создаёт приятное ощущение во рту. Они хорошо растворимы в органических растворителях и нерастворимы в воде. В твердом состоянии триглицерины существуют в нескольких кристаллических формах.

*Восками* называют сложные эфиры высокомолекулярных одноосновных карбоновых кислот ( $\text{C}_{18} - \text{C}_{30}$ ) и одноатомных высокомолекулярных спиртов.

Воск покрывает тонким слоем листья, стебли, плоды растений.

**Сложные липиды.** Наиболее важная и распространенная группа сложных липидов – *фосфолипиды*. В состав их молекул, наряду с липидной частью, входят остатки фосфорной кислоты, азотистых оснований, аминокислот и некоторых других соединений. В молекуле фосфолипидов имеются группировки двух типов: гидрофильные и гидрофобные.

Вместе с белками и углеводами фосфолипиды участвуют в построении мембран клеток и субклеточных структур, выполняя роль несущих конструкций мембраны.

По функциям, которые выполняют липиды в организме, их часто делят на две группы: запасные и структурные.

Запасные липиды, в основном ацилглицерины, обладают высокой калорийностью. Эти липиды являются защитными веществами, помогающими организму переносить неблагоприятные воздействия внешней среды.

Структурные липиды образуют сложные комплексы с белками, углеводами. Они участвуют в разнообразных и сложных процессах, протекающих в клетках. Для извлечения этих липидов необходимо предварительно разрушить их связь с белками, углеводами и другими компонентами.

### **Пищевая ценность масел и жиров**

Растительные жиры и масла являются обязательным компонентом пищи и структурно-пластическим материалом для организма человека, поставщиком ряда необходимых для него веществ. Рекомендуемое содержание жиров в рационе человека (по калорийности) составляет 30–33 %, а в массовых единицах – в среднем 90–100 г в сутки. Длительное ограничение потребления жиров в питании приводит к отклонению в физиологическом состоянии организма. Но и избыточное потребление жиров нежелательно, оно приводит к ожирению, сердечно-сосудистым заболеваниям.

В питании имеет значение не только количество, но и химический состав липидов, особенно содержание полиненасыщенных кислот. Линолевая и линоленовая кислоты не синтезируются в организме человека. Арахидоновая синтезируется из линолевой кислоты. Поэтому эти кислоты получили название «незаменимых», или «эссенциональных» кислот.

Липиды участвуют в построении клеточных мембран, в синтезе простагландинов, способствуют выведению из организма избыточного количества холестерина, предупреждая и ослабляя атеросклероз, повышают эластичность стенок кровеносных сосудов.

## **Превращение липидов при производстве продуктов питания**

При получении пищевых продуктов, как в промышленности, так и в домашних условиях, липиды исходного сырья (зерно, мясо и молоко, жиры и масла, плоды и овощи и др.) претерпевают разнообразные превращения. Значительные изменения происходят в липидном комплексе хранящихся продуктов.

Главные направления превращения: гидролиз липидов и окислительное биохимическое прогоркание. В пищевом сырье, полуфабрикатах и готовых продуктах эти процессы могут протекать одновременно в виде параллельно идущих и связанных между собой превращений. Глубина и интенсивность их зависят от химического состава липидов, температуры, наличия сопутствующих и добавляемых веществ. Это очень многообразные, сложные и противоречивые процессы. Например, растительные масла содержат значительное количество ненасыщенных жирных кислот, в которых протекают процессы самоокисления кислородом воздуха. Благодаря низкой влажности, отсутствию минеральных веществ они не поражаются микроорганизмами и могут храниться длительное время. Лучшими условиями их сохранности в специальных банках-резервуарах является температура 4–6°C, относительная влажность воздуха 75 %. Животные жиры по своему жирнокислотному составу должны были бы обладать более высокой устойчивостью при хранении. Но они практически не содержат природных антиоксидантов и поэтому не стойки при хранении.

### **3. УГЛЕВОДЫ**

Углеводы – обширный класс органических соединений. В клетках живых организмов углеводы являются источниками и аккумуляторами энергии, в организмах растений и некоторых животных выполняют роль опорного (скелетного) материала, входят в состав многих важнейших природных соединений, выступают в качестве регуляторов биохимических процессов в клетке. В соединении с белками и липидами углеводы образуют сложные высокомолекулярные комплексы, представляющие основу живой материи. Они

входят в состав природных биополимеров – нуклеиновых кислот, участвующих в хранении и передаче наследственной информации.

Углеводы образуются в растениях в процессе фотосинтеза, происходящего под действием солнечных лучей, из углекислого газа и воды, а образующийся при этом кислород выделяется в атмосферу. Углеводы являются первыми органическими веществами в круговороте углерода в природе.

### **Строение, классификация и свойства углеводов**

Все углеводы делят на две группы: простые и сложные. Простыми углеводами (моносахариды, монозы) называют углеводы, которые не способны гидролизоваться с образованием более простых соединений. Обычно их состав отвечает формуле  $C_nH_{2n}O_n$ , то есть число атомов углерода равно числу атомов кислорода.

Сложные углеводы (полисахариды, полиозы) – это углеводы, способные гидролизоваться на более простые. Сложные углеводы очень разнообразны по составу, молекулярной массе, а следовательно, и по свойствам. Их делят на две группы: низкомолекулярные (сахароподобные) и высокомолекулярные (несахароподобные) полисахариды.

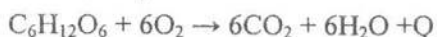
Молекулы простых углеводов – моноз – построены из неразветвленных углеродных цепей, содержащих различное число атомов углерода. В состав организмов растений и животных входят главным образом монозы с 5–6 углеродными атомами – пептозы и гексозы.

В молекулах моносахаридов имеются углеродные атомы, связанные с четырьмя различными заместителями. Они получили название асимметричных. Наличие в молекулах моноз асимметричных углеродных атомов приводит к появлению оптических изомеров, обладающих способностью вращать плоскополяризованный луч света.

Наличие спиртовых, альдегидных или кетонных групп, а также появление в циклических формах моноз группы –ОН с особыми свойствами определяет химическое поведение этих соединений, а следовательно, и превращение их в биохимических и технологических процессах.

Особое место в превращениях моносахаридов занимают два процесса: дыхание и брожение.

Дыхание — это экзотермический процесс ферментативного окисления моноз до воды и углекислого газа:



Дыхание наряду с фотосинтезом является важнейшим процессом для жизнедеятельности организмов.

Различают аэробное (кислородное) дыхание — дыхание при достаточном количестве кислорода, и анаэробное (бескислородное) дыхание, являющееся в сущности спиртовым брожением:



Спиртовое брожение, протекающее под влиянием микроорганизмов, играет исключительную роль в производстве спирта, вина, хлебобулочных изделий.

Кроме спиртового брожения существует молочнокислое брожение моноз:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$



Это основной процесс при получении простокваши, кефира и других молочнокислых продуктов, квашении капусты.

**Моносахариды** — твердые кристаллические вещества, хорошо растворяются в воде, трудно растворимы в спирту. Большинство из них имеют сладкий вкус. Рассмотрим наиболее важные моносахариды.

**Глюкоза** широко распространена в природе, содержится в зеленых частях растений, в виноградном соке, семенах и фруктах, ягодах, мёде. Входит в состав важнейших полисахаридов: сахарозы, крахмала, клетчатки. Получают глюкозу гидролизом крахмала и клетчатки. Сбраживается дрожжами.

**Фруктоза** в свободном состоянии содержится в зеленых частях растений, нектаре цветов, семенах, мёде. Входит в состав сахарозы, образует высокомолекулярный полисахарид инсулин. Сбраживается дрожжами.

**Полисахариды** (сложные углеводы). Молекулы полисахаридов построены из различного числа остатков моноз. В зависимости от этого их делят на низкомолекулярные и высокомолекулярные полисахариды. Из первых особое значение имеют дисахариды, моле-

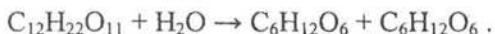
кулы которых построены из двух одинаковых или разных остатков моноз. Главнейшие из дисахаридов – мальтоза и сахароза.

*Мальтоза* (солодовый сахар). Молекула мальтозы состоит из двух остатков глюкозы. Мальтоза широко распространена в природе, она содержится в проросшем зерне и в особенно больших количествах в солоде. При гидролизе мальтозы образуются две молекулы глюкозы:



Этот процесс играет большую роль в пищевой промышленности. Например, при брожении теста мальтоза служит источником сбраживаемых сахаров.

*Сахароза* (тростниковый, свекловичный сахар). При ее гидролизе образуются глюкоза и фруктоза:



Сахароза – наиболее известный и широко применяемый в питании и пищевой промышленности сахар. Содержится в листьях, стеблях, семенах, плодах, клубнях растений. В сахарной свекле от 15 до 22 % сахарозы, в сахарном тростнике – 12–15 %, это основные источники ее получения.

*Крахмал*  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  – резервный полисахарид, главный компонент зерна, картофеля и многих видов пищевого сырья. Наиболее важный по своей пищевой ценности и использованию в пищевой промышленности несахароподобный полисахарид. В клетках растений крахмал образует зерна. Особенно крупные зерна крахмала в клетках картофеля. Форма зерен зависит от вида растения. От особенностей строения и размеров крахмальных зерен и, естественно, от состава крахмала зависят его физико-химические свойства. Крахмал – смесь полимеров двух типов, построенных из остатков глюкопиранозы, амилазы и амилопектина.

### Пищевая ценность углеводов

Углеводы занимают исключительно большое место в питании. Их доля в продуктах питания человека составляет 50–60 % (по калорийности). Основными источниками углеводов являются растительные продукты. Углеводы по усвояемости в организме условно мож-

но разделить на две группы: усвояемые организмом человека (глюкоза, фруктоза, сахароза, крахмал) и неусвояемые — пищевые волокна или балластные вещества (целлюлоза, гемицеллюлоза и пектиновые вещества). Из углеводов первой группы легче всего усваиваются фруктоза и глюкоза, затем сахароза, мальтоза и лактоза.

Из усвояемых сахаров первостепенное значение принадлежит сахарозе, широко используемой в приготовлении кондитерских и хлебобулочных изделий, варенья и других «сладких» продуктов.

Широко распространены также глюкоза и фруктоза. В питании предпочтительнее фруктоза, чем глюкоза. Фруктоза слаще глюкозы, поэтому для получения продуктов той же сладости необходимо меньшее ее количество. Превращение фруктозы в организме протекает несколько иначе, чем глюкозы, что очень важно для больных сахарным диабетом. Источник фруктозы в питании — мед, свекла, фрукты, сахароза.

Из дисахаридов необходимо отметить лактозу. Лактоза способствует жизнедеятельности молочнокислых бактерий в пищеварительном тракте, антагонистов кислотных микроорганизмов. У многих людей отсутствует активность фермента лактазы, гидролизующей лактозу. Поэтому делаются попытки создать для таких людей молочные продукты, в которых лактоза частично гидролизована или в них внесен фермент лактаза.

Потребность человека в углеводах связана с его энергетическими затратами и равна в среднем 365–500 г/сутки, из них крахмала — 350–400 г/сутки, моно- и дисахаридов — 50–100 г/сутки.

Избыток углеводов способствует ожирению, нарушению функций нервной системы. Для уменьшения количества «незащищенных» (рафинированных) и увеличения доли «защищенных» углеводов, обеспечения необходимого содержания балластных веществ требуется снижение потребления сахара, многих кондитерских изделий, хлеба из муки высших сортов, манной крупы, макарон и увеличение в рационе хлеба из ржаной муки, из целого зерна, овощей и фруктов, то есть продуктов с повышенным содержанием крахмала, клетчатки, а не сахарозы, глюкозы и фруктозы.

## II. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ

В пищевой промышленности применяется большая группа веществ, объединяемая общим термином «пищевые добавки». Под этим понятием объединяют группу веществ природного происхождения или получаемых искусственным путем, использование которых необходимо для усовершенствования технологии получения продуктов специализированного назначения (диабетических, лечебных), сохранения требуемых или придания новых свойств, повышения стабильности и улучшения органолептических свойств пищевых продуктов.

Применение пищевых добавок допустимо только в том случае, если они, даже при длительном использовании, не угрожают здоровью человека.

Широкое использование пищевых добавок началось в конце XIX века и было связано с ростом населения, концентрацией его в городах, достижениями химии. С целью гигиенической регламентации экспериментально обосновывают допустимые концентрации (ПДК) пищевых добавок, то есть концентрации, которые не вызывают при ежедневном воздействии на организм в течение сколько угодно длительного времени отклонений в здоровье.

### Вещества, улучшающие внешний вид продуктов

*Пищевые красители.* Потребители давно привыкли к определенному цвету пищевых продуктов, связывая с ним их качество. В то же время в условиях современной пищевой технологии продукты часто изменяют свою первоначальную, привычную для потребителя окраску, а иногда приобретают не очень приятный вид. Для придания пищевым продуктам различной окраски используют природные (натуральные) и синтетические (органические и неорганические) красители. Наиболее широко их применяют при производстве кондитерских изделий, напитков, маргарина, некоторых видов консервов.

*Кармин* – красный краситель. Его получают из кошенили – насекомых, живущих на кактусах, которые растут в Африке и Южной Америке.

*Куркума* – желтый природный краситель, получаемый из многолетних травянистых растений семейства имбирных. Используют в виде спиртового раствора, так как куркума плохо растворяется в воде.

*Сахарный колер* (карамель) – темноокрашенный продукт карамелизации сахара. Его водные растворы представляют собой приятно пахнущую темно-коричневую жидкость. Применяется для окраски напитков, кондитерских изделий, в кулинарии.

*Цветорегулирующие материалы.* К ним относятся соединения, изменяющие окраску продукта в результате взаимодействия с компонентами пищевого сырья и готовых продуктов. Среди них необходимо отметить отбеливающие вещества – добавки, разрушающие природные пигменты или окрашенные вещества, которые образуются при получении пищевых продуктов.

Нитрит ( $\text{KNO}_2$ ) и нитрат ( $\text{KNO}_3$ ) калия применяют при обработке мяса и мясных продуктов для сохранения красного цвета.

Бромат калия ( $\text{KBrO}_3$ ) применяют в качестве отбеливателя муки, однако его использование приводит к разрушению витаминов  $\text{B}_1$ , PP и метионина.

### **Вещества, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов**

К этой группе пищевых добавок могут быть отнесены вещества, меняющие реологические свойства пищевых продуктов (консистенцию): загустители, желе- и студнеобразователи, пищевые поверхностно-активные вещества (ПАВ), стабилизаторы физического состояния пищевых продуктов, разрыхлители.

Химическая природа пищевых добавок, отнесенных к этой группе, достаточно разнообразна. Среди них есть продукты природного происхождения и полученные искусственным путем, в том числе химическим синтезом. Они включают как смеси, так и индивидуальные соединения.

*Загустители, желе- и студнеобразователи.* Эта группа пищевых добавок используется для получения коллоидных растворов повышенной вязкости (загустители), студней – поликомпонентных нетекучих систем, и гелей – структурированных коллоидных систем.

Натуральные пищевые добавки этого вида: желатин, пектин, крахмал.

*Желатин* – белковый продукт, представляющий собой смесь полипептидов с различной молекулярной массой; не имеет вкуса и запаха. Желатин получают из костей, хрящей, сухожилий животных. Он растворяется в горячей воде, при охлаждении водные растворы образуют студни.

*Крахмал и модифицированные крахмалы.* Крахмал, его фракции и модифицированные крахмалы применяют в качестве загустителей, студнеобразователей и желирующих веществ в кондитерской, хлебопекарной промышленности, при производстве мороженого.

### Подслащивающие вещества

В пищевой промышленности, при приготовлении пищи в домашних условиях с давних времен широко применяются вещества, обладающие сладким вкусом, – подслащивающие вещества (мед, соки, плоды растений). Основное сладкое вещество, которое используется нами, – сахароза.

*Мед* – продукт переработки нектара медоносных цветов пчелами. Обладает приятным вкусом и запахом. Состав, цвет и аромат меда во многом определяются растениями, с которых был получен нектар пчелами.

Мед используют в питании и в качестве лекарства, а также в кондитерской и хлебопекарной промышленности, при изготовлении напитков.

*Солодовый экстракт* – водная вытяжка из ячменного солода. Содержание сахарозы достигает 5 %. Используют в кондитерской промышленности, при приготовлении продуктов для детского питания.

*Лактоза* – молочный сахар – используют в детском питании и для производства специальных кондитерских изделий.

*Цикломаты* – соединения с приятным сладким вкусом, без привкуса горечи, стабильные при варке, выпечке, хорошо растворимы в воде. Сладость в 30 раз выше, чем у сахарозы.

Завершая рассмотрение подслащивающих веществ, нужно отметить, что применение многих заменителей сахарозы требует до-

полнительного использования наполнителей, консервирующих веществ.

### Консерванты

Химические консерванты – вещества, добавление которых позволяет замедлить или предотвратить развитие микрофлоры: бактерий, плесеней, дрожжей и других микроорганизмов, а следовательно, продлить сохранность продуктов питания. В ряде случаев целесообразно использовать смесь нескольких консервантов, однако при этом необходимо учитывать особенности пищевых продуктов, в которые они вносятся. Нет универсальных консервантов, которые были бы пригодны для всех пищевых продуктов.

Одним из наиболее распространенных консервантов является диоксид серы  $SO_2$  (сернистый газ).  $SO_2$  подавляет рост плесневых грибов, дрожжей, некоторых бактерий. Его используют для сохранения соков, плодовоовощных пюре, повидла.

Сульфиты – ингибиторы дегидрогеназ – применяют в качестве отбеливающего материала, предохраняющего очищенный картофель, разрезанные плоды и овощи от потемнения.

Органические кислоты и их соли: муравьиная  $HCOOH$ ; пропионовая  $CH_3CH_2COOH$ ; лимонная кислота  $(CH_2COOH)_2 - C - COOH$ .



Соли муравьиной кислоты применяют в качестве вкусовых добавок. Пропионовая кислота используется в кондитерской и хлебопекарной промышленности, лимонная кислота – в производстве маргариновой продукции.

### Пищевые антиокислители

Вещества, которые замедляют окисление ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидов, называют антиокислителями.

Обычно их используют в жировых и жиросодержащих продуктах. Из природных антиокислителей необходимо отметить токоферолы – они присутствуют в ряде растительных масел. Из синтетических – бутилоксианизол и бутилокситолуол, которые применяются в жировых продуктах, в первую очередь в топленых, кулинарных и кондитерских жирах.

## Ароматизаторы

Ароматизаторы – вещества, усиливающие вкус и аромат, которые вносят в пищевые продукты с целью улучшения их органолептических свойств. Их условно можно разделить на природные и вещества, имитирующие природные. Первые выделяют из фруктов, овощей и других частей растений в виде соков, эссенций или концентратов, вторые получают синтетическим, нетрадиционным путем. Химическая природа ароматизаторов различна. Они могут включать большое число компонентов. Среди них – эфирные масла, альдегиды, спирты и сложные эфиры.

## III. ПРИРОДНЫЕ ТОКСИКАНТЫ И ЗАГРЯЗНИТЕЛИ

Все пищевые вещества полезны здоровому организму в оптимальных количествах и соотношении. Но в пище всегда имеются микрокомпоненты, которые в относительно повышенных количествах вызывают неблагоприятный эффект. К ним относятся природные токсиканты – натуральные, присущие данному виду продукта биологически активные вещества, которые могут при определенных условиях вызвать токсический эффект, и загрязнители – токсичные вещества, поступающие в пищу из окружающей среды вследствие нарушения технологии выращивания, производства или хранения продуктов или по другим причинам.

### Природные токсиканты

*Биогенные амины.* Из природных токсикантов наиболее опасны так называемые биогенные амины, такие как: серотин, тирамин, гистамин, обладающие сосудосуживающим эффектом, и ряд других.

*Серотин* содержится в овощах и фруктах. В томатах содержится до 12 мг/кг серотина, в сливе до 10 мг/кг, а в какао-бобах до 27 мг/кг.

*Тирамин* чаще обнаруживается в ферментированных продуктах. В сыре сго содержится до 1100 мг/кг, а в маринованной сельди – до 3000 мг/кг.

*Гистамин* – вызывает нарушение сосудистых реакций, например головную боль. В сыре гистамина от 10 до 2500 мг/кг, в рыбных консервах, вяленой рыбе – до 2000 мг/кг. Содержание гистамина в количестве более 100 мг/кг может представлять опасность для здоровья.

*Алкалоиды.* Наиболее изучены так называемые пуриновые алкалоиды, к которым относится *кофеин* и часто сопровождающие его *теобромин* и *теофиллин*. Они возбуждают нервную систему, что не всегда желательно.

*Кофеин.* В зернах кофе и листьях чая содержание кофеина в зависимости от вида сырья может достигать от 1 до 4 %. В напитках – кофе и чае, – естественно, меньше. Кофеин также содержится в пепси-коле и кока-коле. Поэтому крепкий кофе и чай многим людям из-за возбуждения нервной системы пить на ночь не рекомендуется, так же как в любое время дня не стоит давать детям напитки типа пепси-колы и кока-колы.

Пуриновые алкалоиды при систематическом потреблении их на уровне 1000 мг в день вызывают у человека постоянную потребность в них. Эта потребность получила название «кофеинизм», а это нежелательно даже для здоровых людей.

*Соланин* – вещество средней токсичности, при попадании в организм в повышенных количествах может вызвать типичные признаки отравления. Соланин содержится в картофеле. Этот алкалоид обладает сильным горьким вкусом и при очистке картофеля от кожуры обычно удаляется.

*Цианогенные гликозиды.* В ряде фруктов встречаются гликозиды некоторых цианогенных альдегидов или кетонов, которые при ферментативном или кислотном гидролизе выделяют синильную кислоту HCN, вызывающую поражение нервной системы. В частности, *амигдалин* обнаруживается в косточках фруктов. Поэтому увлекаться приятными горькими ядрами не стоит.

В некоторых растениях встречаются и другие природные токсиканты, например *кумарин* (в некоторых листовых овощах).

Чтобы обезопасить себя от нежелательного действия натуральных токсикантов, следует разнообразнее питаться. В этом слу-

чае исключено, чтобы в ежедневном рационе произошло накопление нежелательных токсикантов в опасной для здоровья концентрации.

### **Загрязнители**

К загрязнителям относятся токсичные элементы, микотоксины, пестициды, антибиотики и ряд других соединений.

#### ***Токсичные элементы***

*Ртуть* – весьма токсичный яд кумулятивного действия (то есть способный накапливаться), поэтому в организме молодых животных его меньше, чем в организме старых, а в хищниках больше, чем в тех субъектах, которыми они питаются. Особенно этим отличаются хищные рыбы, такие как тунец, где ртуть может накапливаться до 0,7 мг/кг и более. Поэтому хищной рыбой лучше не злоупотреблять в питании.

Из растительных продуктов ртути больше всего содержится в орехах, какао-бобах и шоколаде (0,1 мг/кг). В большинстве остальных продуктов содержание ртути не более 0,01–0,03 мг/кг.

*Свинец* – яд высокой токсичности. В большинстве растительных и животных продуктов естественное его содержание не превышает 0,5–1,0 мг/кг.

В основном повышение содержания свинца наблюдается в консервах, помещенных в так называемую сборную жестяную тару, которая спаявается сбоку и к крышке припоем, содержащим определенное количество свинца. Продукты в этой жестяной таре нельзя хранить более 5 лет. Большое загрязнение свинцом происходит от сгорания этилированного бензина. Тетраэтилсвинец, добавленный в бензин, весьма летуч и токсичен. Он легко попадает в почву, а из нее – в растения, поэтому продукты, выращенные вдоль автострады, содержат повышенное количество свинца.

Задача специалистов пищевой промышленности – постоянно контролировать пищевое сырье и готовую продукцию для того, чтобы обеспечить выпуск безвредных для здоровья продуктов питания.

#### ***Микотоксины***

Это токсины плесневых грибов, обладающие токсическим эффектом в чрезвычайно малых количествах. В основном поражаются грибами, образующими микотоксины, растительные продукты. Оп-

тимальные условия для развития этих плесневых грибов – слегка повышенная температура (30°C) в сочетании с повышенной влажностью (85 %).

Поэтому продукты при хранении в таких условиях покрываются плесенью. Хотя плесень развивается на поверхности, вырабатываемые ею токсины могут проникнуть вглубь продукта без изменения его вида и консистенции довольно глубоко.

*Афлатоксин* – один из наиболее опасных микотоксинов. Чаще всего встречается в арахисе и кукурузе.

*Патулин* – микотоксин, обладающий канцерогенным действием. Он чаще всего встречается в заплесневелых яблоках, облепихе, а также некоторых других фруктах.

*Зеараленон* – опасный микотоксин, встречающийся в гнилых кукурузных початках.

В животных продуктах микотоксины обнаруживаются, пожалуй, только в молоке, в случаях, когда коровы съедают заплесневелые корма.

В домашних условиях микотоксины могут появиться в заплесневевших плодово-ягодных компотах и джемах. Если поверхность продукта в банке полностью покрыта плесенью, то такой продукт следует обязательно выбросить.

### *Пестициды*

Это химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве для защиты культурных растений от сорняков, вредителей и болезней. Использование пестицидов весьма эффективно. Они уничтожают массу вредителей сельскохозяйственных культур. Без них, по расчетам ученых, мы лишились бы трети урожая. В тех остаточных количествах, которые при правильном применении пестицидов могут содержаться в продуктах, они не превышают допустимые нормы и совершенно безвредны. Но неправильное их использование может привести к повышенной концентрации их в продукте и к нарушению здоровья. Приводить названия пестицидов нет смысла, так как их количество огромно и зависит от сельскохозяйственной культуры, внешних условий.

Чтобы обезопасить себя от превышения содержания пестицидов в продуктах, их нужно тщательно мыть, так как значительная часть пестицидов накапливается на поверхности.

*Нитраты* — соли азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) — являются нормальным продуктом обмена азотистых веществ любого живого организма, растительного и животного. Поэтому «безнитратных» продуктов в природе не бывает. Даже в организме человека в сутки образуется и используется в обменных процессах до 100 и более мг нитратов.

При потреблении нитратов в повышенных количествах они в пищевом тракте частично восстанавливаются до нитритов (более токсичных соединений), а последние при поступлении в кровь могут вызвать метгемоглобинемию. Кроме того, из нитритов в присутствии аминов могут образовываться N-нитрозамины, обладающие канцерогенной активностью (то есть способствуют образованию рака).

Основные источники пищевых нитратов. Практически это исключительно растительные продукты. Нитраты максимально накапливаются в период наибольшей вегетативной активности и созревания плодов. Поэтому незрелые овощи, фрукты содержат нитратов больше, чем достигшие нормальной уборочной зрелости.

### *Антибиотики*

Эти загрязнители присущи только животным продуктам. Антибиотики в последние годы широко используются в ветеринарной практике для лечения животных. Существуют строгие инструкции, определяющие тип используемого антибиотика и время от приема антибиотиков до убоя или получения молока для питания людей.

Наличие антибиотиков в продуктах допускается в следовых количествах на пределе чувствительности методов обнаружения. Но строгие инструкции часто нарушаются, и поэтому, например, 30 % молока в торговой сети может содержать недопустимое количество антибиотиков.

Мы так много говорили о загрязнителях натуральных и появившихся по вине человека, что может создаться ложное впечатление, что все продукты в той или иной степени опасны. В действительности это не так. Большинство продуктов совершенно безопас-

ны, а неприятности, связанные с нарушением здоровья человека от пищи, более чем на 30 % вызваны пищевыми отравлениями микробного происхождения.

#### IV. ПИЩЕВАЯ АЛЛЕРГИЯ

Пищевая аллергия — непереносимость некоторых пищевых веществ, обусловленная специфическим влиянием их на иммунную систему организма человека.

Чаще всего аллергия вызывается попаданием в кровь некоторых белков или полипептидов пищи.

Обнаружено, что белки могут всасываться в кровь не только в виде аминокислот, но и в форме полипептидов и даже в полностью неизмененном виде. Биологическая целесообразность этого явления заключается в том, что попадание из желудочно-кишечного тракта в кровь чужеродных для организма молекул белка или полипептидов приводит к выработке соответствующих антител на эти соединения и таким образом увеличивает иммунную защиту организма. Наряду с благоприятными для организма последствиями всасывания белков в кровь в неизмененном виде или в форме полипептидов могут наблюдаться и отрицательные реакции, а именно пищевая аллергия на те или иные продукты питания.

Пищевая аллергия выражается в нежелательных болезненных реакциях в ответ на потребление белка одного или нескольких пищевых продуктов.

При попадании в кровь человека чужеродных клеток или молекул (антигенов) образуются антитела против них. Эти антитела при вторичном поступлении в кровь антигена вступают в реакцию с ним, приводя к его инактивации. Это защищает организм от нежелательных воздействий факторов окружающей среды. Но в ряде случаев образуются *реагиновые антитела*, которые присутствуют не только в сыворотке крови, но и на поверхности ряда весьма реактивных клеток как в крови, так и в некоторых тканях. Реакция этих антител со вторично поступившим в кровь антигеном сопровождается изменением структуры и обмена веществ в этих клетках, образованием в последних высокоактивных веществ, которые выделяют-ся в кровь и приводят к развитию аллергии.

Профилактика и лечение пищевой аллергии заключается в исключении непереносимых продуктов питания из суточного рациона.

Белки, вызывающие пищевую аллергию у подверженных этому заболеванию людей, чаще всего встречаются в ягодах и фруктах, затем в молоке, яйцах, рыбе.

Пищевая аллергия наиболее часто встречается у детей, и особенно у детей грудного возраста. Это объясняется тем, что пищеварительная система у детей раннего возраста далеко не совершенна. У новорожденных детей еще очень мала активность пищеварительных ферментов и слабая система иммунологической защиты от чужеродных влияний. Единственная пища, к которой они приспособлены, — материнское молоко.

Аллергию нельзя путать с непереносимостью некоторых продуктов питания вследствие недостаточной активности отдельных пищеварительных ферментов. Например, непереносимость молока чаще всего объясняется слабой активностью лактазы, в результате чего лактоза молока не расщепляется. Отличить непереносимость от аллергии может только врач.

## **V. ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДОМАШНЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИЩИ**

Мы постараемся сделать некоторые обобщения, позволяющие выявить общие закономерности изменений химического состава продуктов при кулинарных обработках.

### **Основные химические процессы, происходящие при тепловой кулинарной обработке**

Около 80 % пищевых продуктов проходят тепловую обработку, при которой повышается усвояемость, происходит размягчение продуктов. Воздействие теплоты приводит к разрушению вредных микроорганизмов, а это обеспечивает санитарно-гигиеническую безопасность продуктов, в первую очередь животного происхождения.

Различные виды тепловой обработки позволяют разнообразить вкус продуктов. Но тепловая обработка продуктов не лишена недостатков: при ней разрушаются витамины и некоторые биологически активные вещества, ценные для организма белки, жиры, минераль-

ные вещества. Таким образом, задача рационального приготовления пищи заключается в том, чтобы нужная цель была достигнута при минимальной потере полезных свойств продукта.

### *Растительные продукты.*

Абсолютное большинство растительных продуктов, используемых в питании человека, — это части растений с живыми клетками, в которых содержатся моно-, олигосахариды и крахмал. Тепловая обработка растительных продуктов, содержащих заметное количество пектинов, направлена на частичное освобождение воды. Этот процесс начинается при температуре свыше  $60^{\circ}\text{C}$  и затем ускоряется примерно в два раза на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  повышения температуры. В результате в готовом продукте его механическая прочность уменьшается более чем в 10 раз. Следует отметить, что механическая прочность растительных продуктов зависит от содержания в них воды. Чем меньше в продукте воды, тем больше его прочность при других равных условиях.

*При варке* происходит насыщение клеток водой. Хотя крахмал остается в плазме клетки, а пектин — в межклеточном пространстве, извлечение крахмала и пектина происходит не только с поверхности разрушенных клеток, но и из внутренних слоев. Одновременно при варке экстрагируется ряд водорастворимых веществ (сахаров, аминокислот, органических кислот, минеральных веществ и витаминов) из слоев продукта, соприкасающихся с водой.

*Варка на пару* уменьшает потерю пищевых веществ по сравнению с варкой в воде, так как экстрагирование идет только с самых поверхностных слоев.

*При жарке* происходит в основном термический распад структуры пектинов с образованием растворимых пектинов и воды. Крахмальные зерна и низкомолекулярный пектин начинают реагировать с водой и частично переходят в пенообразное состояние. Однако если испарение воды из продукта при жарке происходит достаточно интенсивно, гель высыхает и продукт снова становится твердым. Его механическая прочность увеличивается в несколько раз.

Тепловая обработка растительных продуктов, содержащих незначительное количество пектина, но много крахмала, сопровождается клейстеризацией крахмала и заключается, как правило, в варке

в воде. Поглощение воды клейстеризующимся крахмалом достигает 100–120 %.

### *Продукты животного происхождения.*

В продуктах животного происхождения наиболее ценным в пищевом и кулинарном отношении является белок.

Механическая прочность мясных продуктов обусловлена определенной жесткостью третичной структуры белков. Наибольшей жесткостью обладают белки соединительных тканей. Одним из факторов, обуславливающих жесткость третичной структуры большинства белков животного происхождения, является присутствие в них воды. В мясных продуктах вода в третичной структуре белка связана главным образом с мышечными белками, а не с белками соединительных тканей.

Тепловая обработка животных продуктов заключается в частичном разрушении соединительнотканых, а также мышечных белков. Разрушение происходит за счет воды, участвующей в образовании третичной структуры мышечных белков и высвобождающейся при их температурной коагуляции. При тепловой обработке высвобожденная вода внедряется во вторичную структуру белков, разрушая и приводя соединительнотканые белки в желатинообразное состояние. Механическая прочность мясных продуктов при этом заметно уменьшается.

### **Изменение пищевой ценности продуктов при тепловой обработке**

В растительных продуктах большая часть пищевых веществ теряется при жарке: в среднем 5 % белков и 10 % жира. Велики потери углеводов (10–20 %) и минеральных веществ (до 20 %) в результате вытекания сока и образования корочки. Потери при варке в сильной степени зависят от способа термической обработки. Если варка производится без слива (варка супов, киселей, компотов), потери почти всех пищевых веществ минимальны: 2–5 % белков, жиров, углеводов и минеральных веществ. При варке большинства овощей, макаронных изделий, где производится слив, потеря с отваром белков, жиров, витаминов, минеральных веществ увеличивается в 2–3 раза и приближается к потерям при жарке.

Наибольшие потери важных пищевых веществ в процессе тепловой обработки животных продуктов наблюдаются при варке: белков – 10 %, жиров – 25 %, минеральных веществ и витаминов группы В – 30 %, А – 50 %, С – 70 % (за счет перехода в бульон и частичного распада). При жарке мяса потери минеральных веществ и витаминов примерно в 1,5 раза меньше, чем при варке, белка – так же, а жира – несколько больше. Минимальные потери – 15 % белков, жиров и минеральных веществ, 15–30 % витаминов – наблюдаются при тушении и запекании.

Потеря белков в животных продуктах выше, чем в растительных, так как абсолютное содержание белка в последних, как правило, довольно низко, и он, очевидно, более прочно связан. То же можно сказать и о жирах. Потери минеральных веществ в животных продуктах в два раза больше, чем в растительных. Что касается витаминов, то основные потери их объясняются не изменением или удалением при варке или жарке, а разрушением вследствие высокой температуры.

## VI. ХИМИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Пищеварение представляет собой очень сложный процесс, при котором пища в пищеварительном тракте подвергается физическим и химическим изменениям, способствующим всасыванию пищевых веществ в кровь.

Физические изменения пищи заключаются в ее измельчении, перемешивании, образовании суспензии и эмульсии и частичном растворении. Химические изменения связаны с рядом последовательных стадий расщепления белков, жиров и углеводов на все более мелкие соединения. Это происходит в результате действия пищеварительных гидролитических ферментов.

Пищеварительные ферменты делят на три основные группы:

*протеазы* – ферменты, расщепляющие белки,

*липазы* – ферменты, расщепляющие жиры,

*амилазы* – ферменты, расщепляющие углеводы.

Ферменты образуются в специальных секреторных клетках пищеварительных желез и поступают внутрь пищеварительного тракта вместе со слюной, желудочным соком.

Переработка пищи начинается в ротовой полости. Здесь пища измельчается в процессе жевания и смачивается слюной, в результате чего формируется пищевой комок. Прожеванная, смоченная слюной и ставшая более скользкой пища в виде комка перемещается на корень языка, попадает в глотку, затем в пищевод и в желудок. Когда пища проходит по пищеводу, то растягивает его, при этом рефлексорно раскрывается и вход в желудок. После перехода пищи в желудок вход в него из пищевода снова закрывается и остается закрытым до нового поступления в пищевод из ротовой полости пищевого комка.

Пищеварение в желудке происходит несколько часов. В желудке происходят химические изменения пищевых веществ под действием желудочного сока, выделяемого соответствующими железами.

Чистый желудочный сок представляет собой бесцветную, прозрачную жидкость, которая содержит соляную кислоту (0,4–0,5 %) и поэтому имеет кислую реакцию.

Желудочный сок содержит протеазы, расщепляющие белки, и липазы, расщепляющие жиры.

Под влиянием липазы желудочного сока жиры пищи частично расщепляются на глицерин и жирные кислоты. Липаза действует только на эмульгированные жиры.

В желудке продолжается частичное расщепление крахмала, начавшееся в ротовой полости под действием ферментов слюны. Соляная кислота постепенно проникает во внутренние слои пищевого комка, а вновь поступающая из пищевода пища как бы вклинивается в принятую раньше. В этих условиях во внутренних слоях пищи еще некоторое время происходит расщепление углеводов под влиянием слюны. Обычно пища находится в желудке 6–8 часов. Пища, богатая углеводами, эвакуируется быстрее, чем богатая белками, жирная пища задерживается в желудке на 8–10 часов. Жидкости начинают переходить в кишечник почти сразу после их поступления в желудок.

Содержимое желудка переходит в кишечник, когда его консистенция становится жидкой. В двенадцатиперстной кишке пища подвергается действию поджелудочного сока, желчи. Поджелудочный сок очень богат пищеварительными ферментами. В нем широко

представлены ферменты, расщепляющие белки и полипептиды: трипсин, химотрипсин, эластаза и другие. Кроме этих ферментов в поджелудочном соке присутствуют: липаза, амилаза, мальтаза. Клетки печени вырабатывают секреторную желчь, которая собирается в желчном пузыре, а из него поступает в двенадцатиперстную кишку для участия в процессе пищеварения. Желчь выполняет целый ряд функций: она резко повышает активность липазы, эмульгирует жиры, участвует во всасывании жирных кислот.

Вдоль всей внутренней оболочки тонкого кишечника расположены железы, которые вырабатывают и секретируют кишечный сок. Кишечный сок представляет собой бесцветную жидкость, мутноватую от примеси слизи и эпителиальных клеток. Он имеет щелочную реакцию.

Первая стадия — гидролиз белков под действием пепсина — происходит в желудке.

Вторая стадия — гидролиз полипептидов под влиянием трипсина, химотрипсина и т. п. с образованием более мелких пептидов — происходит в полости тонкого кишечника.

После очень сложных процессов переваривания пищевых веществ происходит всасывание в лимфу и кровь образовавшихся низкомолекулярных соединений: аминокислот, полученных при расщеплении белков, моносахаридов (глюкозы, фруктозы, галактозы и др.), полученных при расщеплении углеводов, глицерина и жирных кислот, образовавшихся при расщеплении жиров. Подсчитано, что в кишечнике может всасываться за 1 час до 2–3 литров жидкости, содержащей пищевые вещества.

Такие вещества, как сахар и аминокислоты, попадают в кровь воротной вены, которая поступает в печень. В печени из различных моносахаридов образуется глюкоза, которая затем поступает в общий кровоток.

В толстом кишечнике обитают различные микроорганизмы, которые используют для своего питания непереваренные остатки пищи человека. Эти микроорганизмы выделяют в полость толстых кишок продукты своей деятельности, отравляя организм.

Затем, в результате всасывания воды, происходит постепенное формирование каловых масс, которые накапливаются в сигмовидной кишке, после чего они выделяются из организма человека через прямую кишку.

## ХИМЧИСТКА НА ДОМУ

Далеко не всегда прибегают к стирке, чтобы привести в порядок одежду. Платья, костюмы, брюки, пальто и другую верхнюю одежду обычно чистят химическим путем, для этого лучше всего обратиться в предприятие бытового обслуживания.

На фабриках химчистки не только чистят вещи, но и подвергают их специальной обработке: проводят пропитку (аппретирование) с целью придания несминаемости в сухом состоянии, антистатическую пропитку; пропитку для придания водоотталкивающих свойств; изменяют гриф тканей, то есть придают им требуемую мягкость или жесткость.

Итак, в химчистку мы несем вещи, сильно загрязненные. Однако нередко бывает так, что на чистое платье, костюм попадают случайные загрязнения — капли масла или чернил, сок ягод и т. д. Вряд ли имеет смысл из-за одного пятна отдавать одежду в химчистку. Чаще всего пятно можно удалить в домашних условиях.

### ПЛАН ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА

1. Классификация пятен и способы их удаления.
2. Выведение жирных и масляных пятен.
3. Выведение цветных пятен, пятен от чернил и ржавчины.

### УДАЛЕНИЕ ПЯТЕН

Выведение пятен, особенно с цветного белья и одежды, — дело далеко не простое. Оно, правда, значительно облегчается, если известно, чем посажено пятно, и если пятно свежее. В продажу поступают эффективные средства для выведения пятен различного происхождения. В состав этих средств входят растворители (перхлорэтилен, циклогексанон, бензин и др.), окислители и восстановители (гидросульфит натрия, перекись водорода и др.), а также твердые адсорбенты (аэросил, крахмал), поглощающие загрязняющие вещества. На упаковках этих препаратов вы всегда найдете указания, как надо ими пользоваться, но некоторые общие простые правила надо при этом выполнять всегда.

Прежде всего, надо попытаться установить происхождение пятна. Какие могут быть пятна? Жирные и масляные (от пищевых и технических масел, различных жиров, масляных красок, смол и т. п.), цветные, в основном органического происхождения (от вина, ягод, овощей, фруктов, соусов, кофе, чая, какао, травы, плесени, крови, яичного белка, чернил и др.), и пятна ржавчины. Качество и быстрота выведения этих пятен очень зависят от давности загрязнения: чем старше пятно, тем труднее его вывести. Это связано с тем, что под действием солнечного света и кислорода воздуха загрязняющие одежду вещества претерпевают изменения, в результате которых образуются труднорастворимые соединения (например, продукты окисления, осмоления и разложения фруктовых соков и т. п.).

Есть некоторые общие правила, которых следует придерживаться, чтобы научиться быстро и аккуратно удалять пятна с одежды.

Любой препарат для выведения пятен надо предварительно опробовать на маленьком кусочке той же ткани или на внутренней складке одежды, чтобы убедиться в стойкости ткани (ее окраски, прочности) к действию данного пятновыводящего средства. Это важно, так как, например, большинством таких средств нельзя пользоваться для чистки ацетатных тканей, а также тканей с пропиткой типа «болонья», поскольку они легко разрушаются растворителями. Для выведения жирных пятен с ацетатных тканей можно применять только бензин, мыло и синтетические моющие средства.

Перед началом работы следует тщательно очистить изделие щеткой от грязи и пыли: это уменьшит вероятность образования вокруг очищенного участка ткани «ореола» — границы, отделяющей очищенный участок от остальной ткани. Чтобы избежать образования на ткани «ореола», полезно также перед выведением смочить ткань водой.

Выводить пятна всегда нужно от края к середине. В противном случае вероятность возникновения вокруг пятна «ореола» значительно возрастает.

Под пятно, то есть с нижней стороны ткани, надо подложить чистую белую ткань (в несколько слоев), хорошо впитывающую жидкость. Не надо стремиться нанести на пятно сразу большое количество препарата.

Тампон (из ваты, марли или другой ткани) надо смачивать препаратом лишь чуть-чуть, но несколько раз (еще лучше, конечно, каждый раз пользоваться новым тампоном). При обильном смачивании пятно может «расползтись».

Медленно, с трудом удаляющиеся пятна не надо стремиться вывести за один раз — лучше повторить все операции с самого начала 2–3 раза.

И, наконец, помните, что совершенно необходимо соблюдать правила применения препарата, указанные на упаковке.

### ВЫВЕДЕНИЕ ЖИРНЫХ И МАСЛЯНЫХ ПЯТЕН

Различают два основных способа выведения масляных пятен. Первый из них наиболее удобен при чистке плотных тканей. В этом случае под нижнюю сторону ткани, то есть с изнанки, подкладывают кусочек белой ткани или промокательной бумаги, а затем слегка протирают пятно тампоном, довольно сильно смоченным в пятновыводящем составе, круговыми движениями (от периферии к центру). При этом пятновыводящий состав просачивается сквозь ткань, растворяет пятно и переходит на тканевую или бумажную подкладку, которую по мере загрязнения необходимо заменять.

При втором способе, который, например, удобен для чистки засаленных мест на воротниках, пятно снимают тампоном, слегка смоченным в растворителе, загрязнение переходит на тампон, который надо заменять на чистый как можно чаще. При этом способе очень важно не слишком смачивать тампон, так как иначе происходит затекание растворителя и образуется «ореол». Если все же «ореол» образовался, его можно попытаться удалить повторной обработкой, применяя, конечно, чистый тампон.

Пастообразным препаратом «Минутка» удаляют жирные пятна (пищевые, от машинных масел, соусов, сметаны и др.), а также цветные пятна. «Минутку» можно использовать и для удаления пятен с обоев.

Жирные и масляные пятна можно вывести чистым бензином. Для этого лучше всего с изнанки подложить белую хлопчатобумажную ткань или сложенную в несколько раз фильтровальную бумагу,

а затем протереть загрязненный участок круговыми движениями смоченным в бензине ватным тампоном.

При удалении жирных пятен со всех тканей, кроме ацетатных, применяют смесь равных количеств ацетона и бензина. Удаление этих пятен ускорится при пропаривании.

Свежие жирные и масляные пятна с любой ткани выводятся проглаживанием ткани утюгом (нагретым до 100 градусов) через несколько слоев промокательной бумаги, положенной как с внутренней, так и с лицевой стороны ткани. Можно поступить и иначе: протереть загрязненный участок ткани ватным тампоном, смоченным теплым раствором смеси нашатырного спирта и любого универсального моющего средства (по одной чайной ложке на полстакана теплой воды), а затем прогладить горячим утюгом через чистую хлопчатобумажную ткань.

Свежие пятна масляной краски и лака, в которых содержатся пигментные красители, хорошо удаляются «мокрой» чисткой с помощью крепкого мыльного раствора.

Свежие жирные и масляные пятна со светлых тканей можно удалить, посыпав загрязненный участок порошком мела, который спустя 2–4 часа удаляют встряхиванием или платяной щеткой.

Если на старых вещах есть жирные и масляные пятна, то надо смочить загрязненный участок бензином и, подождав 2–5 минут, прогладить горячим утюгом через несколько слоев промокательной бумаги.

Для удаления жирных и масляных пятен с шелковой ткани достаточно погрузить загрязненный участок на 5–10 минут в теплый раствор, состоящий из половины столовой ложки нашатырного спирта, столовой ложки глицерина и столовой ложки воды.

Застарелые жирные пятна, а также пятна масляной краски и олифы обрабатывают олеиновой кислотой и оставляют на 30–60 минут (в зависимости от степени загрязнения). Затем удаляют загрязнения шпателем и обрабатывают пятно органическим растворителем.

Жирные пятна со страницы книги можно удалить, присыпав загрязненный участок молотым мелом и проглаживая его через белую бумагу горячим утюгом. Можно это сделать и по-другому: из молотого мела и бензина замешать кашицу, нанести ее на загрязнен-

ный участок, дать высохнуть, остатки мела удалить мягкой сухой тряпочкой.

Жирные пятна с воротничков верхней одежды можно удалить, протирая их ватным тампоном, смоченным раствором поваренной соли (половина чайной ложки) в нашатырном спирте (три столовые ложки).

Загрязнения с воротничков можно удалить, протерев их смесью, состоящей из 4 массовых частей 2-процентного раствора аммиака и 1 масс. ч. поваренной соли, либо из 7 масс. ч. этилового спирта, 4 масс. ч. 2-процентного раствора аммиака и 1 масс. ч. бензина.

Пятна от спиртовых и целлюлозных лаков легко удаляются ватным тампоном, смоченным в этиловом спирте.

Свежее пятно масляной краски с шерстяного изделия (пальто, костюма) легко удаляется при протирании ватным тампоном, слегка смоченным подсолнечным маслом.

### **ВЫВЕДЕНИЕ ЦВЕТНЫХ ПЯТЕН ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Пятна органического происхождения выводят препаратами, в состав которых входят восстановители (гидросульфит натрия или его производные), окислитель (пероксид водорода), а также различные растворители и другие вещества. Действие их основано на том, что они переводят окрашивающие вещества в бесцветную и легко вымываемую форму.

Для выведения пятен от чернил, вина, соков, ягод, фруктов с любых тканей наиболее эффективны порошкообразный препарат «ХПВ» и паста «Ирень». Для удаления пятна с помощью этих средств загрязненный участок ткани смачивают теплой водой, наносят тонким слоем порошок или пасту, в ряде случаев втирают препарат в ткань, а затем через 10–15 минут ее простирывают.

Пятна танинного происхождения, например от чая, а также от ягод и вина, можно удалить, замочив вещь в растворе, содержащем 1 масс. ч. щавелевой кислоты, 2 масс. ч. лимонной кислоты и 50 масс. ч. воды.

Для всех тканей, кроме ацетатных, можно применять смесь этилового спирта (2 масс. ч.) и винной кислоты (1 масс. ч.) или смесь этилового спирта (10 масс. ч.) и лимонной кислоты (2 масс. ч.).

Многие пятна органического происхождения удаляются с хлопчатобумажных и льняных тканей при отбеливании. Например, при отбеливании тканей с помощью препаратов «Белизна», «Арагац» (содержащих гипохлорит натрия) или порошкообразных средств типа «Уральский» удаляются пятна от фруктов, овощей, травы, чая, шоколада, чернил, плесени, яичного белка, молока, крови, а также следы от утюга.

Пятна хны (краска для волос) удаляют, помещая загрязненный участок ткани на 20 минут в смесь равных объемов перекиси водорода, нашатырного спирта и воды.

Пятно от сургуча можно вывести, протирая его ватным тампоном, смоченным смесью равных объемов этилового спирта и скипидара.

Чтобы удалить пятна сажи и копоти, надо протереть их ватным тампоном, смоченным в скипидаре.

Следы от мух удаляют ватным тампоном, смоченным в нашатырном спирте.

Пятно от чая можно удалить, протирая загрязненный участок ватным тампоном, смоченным в смеси нашатырного спирта (половина чайной ложки) и глицерина (две чайные ложки).

Для выведения пятен стеарина и парафина достаточно прогладить загрязненный участок горячим утюгом через проложенную с обеих сторон в несколько слоев промокательную бумагу.

Свежие пятна крови проще всего удаляются при стирке в холодной воде с использованием моющего средства для стирки в холодной воде, или при стирке сначала в чистой холодной воде, а затем в теплой воде с любым универсальным моющим средством.

Застарелые пятна крови можно попробовать вывести мыльным раствором или намазать приготовленной жидкой пастой синтетического моющего средства, содержащего фермент, и выдержать несколько часов в теплом месте, но при этом нужно следить, чтобы пятна оставались влажными, так как ферменты действуют только в

присутствии воды. Так же обрабатывают и пятна пищевого происхождения.

Пятна мочи можно вывести, опустив загрязненный участок ткани на 1 час в раствор уксуса (столовая ложка на полстакана воды).

Чернильное пятно можно удалить ватным тампоном, смоченным в смеси равных количеств глицерина и этилового спирта. Тампон необходимо менять несколько раз. Ткань затем промывают водой.

Пятна от туши и гуашевой краски можно удалить только с помощью холодной воды, в которую добавлено какое-нибудь моющее средство. Загрязненный участок вымачивают в холодном моющем растворе, а после высыхания чистят щеткой.

Для выведения пятен ржавчины с изделий из хлопчатобумажных, льняных и шерстяных тканей выпускаются жидкие пятновыводители, в частности препарат «Пятновыводитель ржавых пятен», в состав которого входят кислоты (щавелевая и уксусная). Выведение пятна основано на переводе окрашенных нерастворимых оксидов железа в растворимые соединения и последующем смывании их. Следует помнить, что большинство препаратов этого назначения вредно действуют на кожу рук, поэтому рекомендуется работать в резиновых перчатках, а по окончании работы хорошо вымыть руки.

Пятно ржавчины можно вывести с любой ткани, если положить на загрязненный участок завернутый в марлю или в промокательную бумагу кусочек лимона и прижать его горячим утюгом. Можно поступить и по-другому: погрузить загрязненный участок на 3–5 минут в раствор уксусной кислоты (две столовые ложки на стакан воды), подогретый до 80–90 градусов. (Заметим, что кислоте нужно подогревать в прочной эмалированной посуде, не имеющей повреждений). Затем ткань промывают теплой водой, в которую добавлен нашатырный спирт – одна столовая ложка 10-процентного нашатырного спирта на 2 литра воды.

Изделия из замши (обувь, перчатки и др.) можно чистить щеткой, смоченной водным раствором нашатырного спирта (1 столовая ложка на 5 столовых ложек воды). После чистки изделия протирают тампоном, смоченным в воде с добавлением небольшого количества уксуса (чайная ложка на литр воды), затем сухой тряпкой высушивают на воздухе.

Поля фетровых шляп иногда становятся волнистыми. В этом случае их можно прогладить через влажную тряпку умеренно горячим утюгом. Велюровую шляпу гладить нельзя; ее можно освежить, обработав щеткой по ворсу над паром. Фетровую шляпу можно вычистить губкой, смоченной в бензине (протирая по направлению ворса), а затем обязательно протереть губкой, увлажненной слабым раствором уксусной кислоты.

Мех хорошо чистить щеткой, смоченной в бензине, к которому добавлена щепотка любого универсального порошкообразного синтетического моющего средства. Пуховые платки можно вычистить, осторожно натирая их тальком.

Если костюм лоснится, нужно почистить его губкой, смоченной в растворе нашатырного спирта (чайная ложка на стакан воды), а после высыхания прогладить через влажную тряпку.

Чтобы очистить пух и перья из подушек, их помещают в мешок из редкой ткани и опускают на 1 час в теплый раствор (200 граммов хозяйственного 60-процентного мыла и 1 чайная ложка нашатырного спирта на 5 литров воды). Затем мешок с перьями или пухом тщательно промывают и сушат.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ «ДОМАШНЯЯ ХИМЧИСТКА»**

**Цель:** научиться выводить бытовые пятна с одежды различными способами, доступными в домашних условиях. Обратит внимание на физико-химические характеристики пятен, пятновыводящих средств, а также на соблюдение правил по технике безопасности.

### **Оборудование:**

1. Пятновыводящие средства: бензин, ацетон, этиловый спирт, уксусная кислота, глицерин, порошок мела, стиральный порошок.

2. Вспомогательные средства: вода, утюг, белая хлопчатобумажная ткань, салфетки, стаканы, кюветы, различные виды тканей (шерсть, шелк, ацетатная ткань).

3. Средства для нанесения пятен: йодная настойка, чай, ржавчина, майонез, масло, парафин, косметический крем, чернила, губная помада.

Общие правила, которые необходимо помнить при выведении пятен в домашних условиях:

- установите происхождение пятна (жир, воск, чернила...);
- установите возраст пятна (старые пятна выводятся труднее);
- пятновыводящий препарат опробуйте на маленьком кусочке ткани или внутренней складке одежды;
- чтобы избежать образования «ореола», смочите ткань вокруг пятна водой;
- выводите пятно от краев к середине;
- работайте в резиновых перчатках и в хорошо проветриваемом помещении.

### ХОД РАБОТЫ

1. Нанесите на выданные вам образцы тканей (шерстяная, хлопчатобумажная, шелковая, ацетатная) пятна: майонезом, растительным маслом, ржавчиной, чернилами, губной помадой, парафином, чаем, йодной настойкой, косметическим кремом.

2. Пользуясь инструкцией и соблюдая правила по технике безопасности, приступите к выведению нанесенных пятен.

3. Нанесите немного ацетона на разные виды тканей. Сделайте вывод о целесообразности применения ацетона для выведения пятен.

### Инструкция

Виды пятен	Способ удаления	Примечания
1	2	3
1. Жирные и масляные	а) прогладить ткань теплым утюгом через несколько слоев промокающей бумаги, положенных с обеих сторон;	Свежие пятна. Температура около 100°C
	б) протереть тампоном, смоченным в смеси нашатырного спирта и моющего средства. Прогладить горячим утюгом через белую ткань;	1 ч. л. $\text{NH}_4\text{OH}$ и 1 ч. л. СМС на полстакана теплой воды

	в) смочить пятно бензином и оставить на 2–5 мин., затем прогладить горячим утюгом через несколько слоев промокательной бумаги;	Для шерстяных и ацетатных тканей. (ТБ при работе с бензином!)
	г) погрузить на 5–10 мин. в раствор: 0,5 ст. л. $\text{NH}_4\text{OH}$ и 1 ст. л. глицерина на 1 ст. л. воды. Затем промыть;	Для шелковых тканей
	д) на светлую ткань насыпать порошок мела (на 2–4 часа), затем встряхнуть.	Свежие пятна
2. Пятна от йодной настойки	а) прогладить горячим утюгом через промокательную бумагу или салфетку;	
	б) оставить на несколько дней – пятно исчезнет само.	Возгонка йода
3. Цветные пятна органического происхождения (вино, ягоды, пиво, кофе, губная помада)	в) сажу и копоть выводят тампоном, смоченным в скипидаре;	
	б) пятна мочи: погрузить на 1 час в раствор столового уксуса;	1 ст. л. уксуса на 0,5 стакана воды
	в) пятна от чая: 2 ч. л. глицерина и 0,5 ч. л. 10 %-ного раствора нашатырного спирта;	
	г) пятна стеарина и парафина: проглаживание через несколько слоев промокательной бумаги.	1 ст. л. уксуса на 0,5 стакана воды
4. Чернильные пятна	а) смесью этанола и глицерина; б) светлые пятна – простоквашей; в) пятна от туши и гуаши – холодным раствором СМС.	1:1
5. Пятна от ржавчины	а) кусочек лимона, завернутый в марлю, прижать к пятну горячим утюгом;	Все виды тканей

	б) на 3–5 минут погрузить в раствор уксусной кислоты (2 ст. л. на стакан воды), затем промыть водой с нашатырным спиртом (1 ст. л. на 2 л воды).	Пищевой уксус подогреть в эмалированной посуде
--	--	---

### Ответьте на вопросы:

1. Какие адсорбенты, кроме порошка мела, можно использовать в домашних условиях?
2. Какие кислоты, кроме уксусной, можно использовать для выведения фруктовых пятен и пятен от ржавчины?
3. Как устранить подпалины от утюга?
4. Как почистить меховое изделие?
5. Как почистить залоснившийся воротничок на шерстяном или замшевом костюме?
6. Какие окислители и какие восстановители используются при выведении пятен с одежды?

# Часть III

## «ХИМИЧЕСКИЕ» СЮЖЕТЫ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В ОЦЕНКЕ И КРИТИЧЕСКОМ ОСМЫСЛЕНИИ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Если обратиться к прошлому, то мы увидим, что химия на протяжении всей истории человечества представлялась предметом романтическим. Эта особенность химии побуждала многих писателей и поэтов включать в свои произведения образы, навеянные размышлениями о веществе и его превращениях, сравнения, эмоциональные описания явлений, процессов. Всё это делало их произведения более яркими, образными, колоритными.

Химизация поэзии и прозы началась с освоения химического языка — названий химических элементов и веществ, в первую очередь металлов.

Например, у М. В. Ломоносова есть такие строки:

*...Как медь в горниле небо рдится!*

*...Меж бисерными облаками синее злато и лазурь...*

Богата химическими терминами и поэзия XIX века:

*...Торговали мы булатом,  
чистым серебром и златом.*

*(А. С. Пушкин)*

*...И железная лопата  
в каменную грудь,  
добывая медь и злато,  
врезает страшный путь.*

*(М. Ю. Лермонтов)*

*...Кулак был из свинца...*

*...Я помню время золотое...*

(Ф. И. Тютчев)

И в поэзии XX века мы находим немало примеров использования химических терминов, как для усиления образности повествования, так и в качестве объекта творчества поэта. Например, С. Кирсанов написал поэму «Герань – миндаль – фиалка», насыщенную химическими названиями:

*...И нитрат свинца,  
и нитроглицерин,  
и бравый, с выправкою взрыва,  
тринитротолуол...*

Но нередко авторы допускают ошибки, или же высказывания требуют соответствующих пояснений. К примеру, у И. Сельвинского мы читаем:

*...Видишь – мрамор:  
это просто кальций...*

Мрамор – это не кальций, а соль – карбонат кальция. Это ошибка.

Зато как поэтически ярко и точно описаны свойства металлов в следующих стихах:

*...кольцо изнутри, что долгое время на пальце носится,  
из году в год становится тоньше и тоньше;  
Нам очевидно, что вещь от стирания становится меньше,  
Но отделение тел, из неё каждый миг уходящих,  
Нашим глазам запретила увидеть природа ревниво...*

(А. Чивилихин. Читая Менделеева)

*...Мне приснилась иная печаль  
Про седую дамасскую сталь.  
Я увидел, как сталь закалялась,  
Как из юных рабов одного  
Выбирали, кормили его,  
Чтобы плоть его сил набиралась.*

*Выжидали положенный срок,  
А потом раскалённый клинок  
В мускулистую грудь погружали,  
Вынимали готовый клинок.  
Крепче стали не ведал Восток!  
Крепче стали и горше печали...*

*(Ю. Кузнецов. Стальной Егорий)*

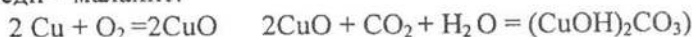
(В этом отрывке дано описание процесса изготовления дамаскской стали.)

Интересно отображают поэты всем известное явление коррозии металлов:

*...На рукоятке моём  
позеленела медь.  
Но так играет луч на нём,  
Что весело глядеть...*

*(А. Ахматова. Из сб. «Вечер»)*

(Медь взаимодействует сначала с кислородом, а затем с углекислым газом и водой, постепенно превращаясь в основной карбонат меди — малахит:



*...От медленных лобзаний влаги  
Нежнейшеет грубый свод гробниц,  
Где зеленеют саркофаги  
Святых монахов и девиц...*

*(А. Блок. Итальянские стихи)*

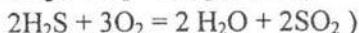
В следующих отрывках мы можем найти описание окислительно-восстановительных реакций:

*...Трясся Крым двадцать восьмого года,  
И восстало море на дыбы.  
Испуская к ужасу народа,  
Огненные серные столбы.  
Всё прошло. Опять гуляет пена,*

*Но с тех пор всё выше и плотней  
Сумрачная серная геенна  
Подступает к днищам кораблей...*

(Ю. Кузнецов. Тайна Чёрного моря)

(Речь, очевидно, идёт об окислительно-восстановительных процессах:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$  ;



А вот ещё один не менее интересный отрывок из повести К. Г. Паустовского «Бросок на юг»:

*«На поворотах Келаруса намывала маленькие песчаные ко-  
сы... Я намыл из этого берегового песка горсть тёмно-золотых  
чешуек – весёлых и невесомых. Но через час они потемнели и  
стали похожи на железные опилки. В Сухуми мне сказали, что  
это не золото, а серный колчедан».*

( $\text{FeS}_2$ , окисляясь, превращается в оксид железа (III) тёмного цвета.)

Посмотрите, как поэтически можно описать простую реакцию соединения водорода с кислородом!

*...Есть просто газ легчайший – водород,  
Есть просто кислород, а вместе это –  
Июньский дождь от всех своих щедрот,  
Сентябрьские туманы на рассветах...*

Какого цвета вода и лёд? Казалось бы, бессмысленный вопрос. Они бесцветны. Но не в стихах поэтов:

*...Руки голы выше локтя,  
А глаза синей, чем лёд...*

(А. Ахматова. Рыбак)

(И вода и лёд (при их достаточной чистоте) вполне прозрачны и бесцветны. Но в толстом слое вода имеет голубоватую окраску, потому что задерживает красную часть спектра световых лучей сильнее, чем синюю.)

*...Всё мне видится Павловск холмистый,  
Круглый луг, неживая вода...*

*(А. Ахматова. Из сб. «Белая стая»)*

(Неживой воды в природе нет. Это метафора. А вот тяжёлая вода есть: она состоит из дейтерия и кислорода.)

Оригинальную иллюстрацию круговорота веществ в природе мы находим в «Письме о пользе стекла» М. В. Ломоносова:

*...Другого ничего в природе нет  
Ни здесь, ни там в космических глубинах:  
Всё – от песчинок малых до планет –  
Из элементов состоит единых...*

(Закон диалектики: мир един в своём происхождении. Например, элемент гелий был сначала открыт на Солнце, а потом уже на Земле. Содержание водорода в земной коре – 1 %, тогда как во Вселенной это самый распространённый элемент.)

До чего же образно и точно можно выразить некоторые свойства веществ поэтическими строками!

*...Души не взорвать, как селитрой залежь,  
Не вырыть, как заступом клад...*

*(Н. Гумилёв. Зеркало)*

(Селитры – общее название солей азотной кислоты, которые при нагревании разлагаются с выделением кислорода. И поэтому селитры часто используются при создании взрывчатых веществ (порох и т. д.).)

*...Струится дорожкой в сучках и улитках  
Мерцающий, жаркий кварц...*

*(Б. Пастернак)*

(Б. Пастернак вряд ли знал, что кварц – это одна из модификаций кремнезёма ( $\text{SiO}_2$ ), но чистоту и прозрачность горного хрусталя, аметистов, топазов и других минералов подметил точно.)

Читая поэтические произведения, часто можно встретить устаревшие химические термины, что заставляет поработать с химическими энциклопедиями или словарями. Например, в поэме «Ключ» Д. Васильева есть строка:

*...Он наливал купоросное масло в сосуд...*

(Купоросным маслом в старину называли концентрированную серную кислоту (из-за её желтоватого цвета, вязкости и источника получения – железного купороса).)

Как уже было сказано, авторы художественных произведений нередко допускают ошибки в описании химических веществ и процессов:

*...Ржавеет золото и истлевает сталь,  
Крошится мрамор. К смерти всё готово.  
Всего прочнее на земле печаль  
И долговечней – царственное слово...*

(А. Ахматова. Из сб. «Бег времени»)

(Конечно, золото не ржавеет, не корродирует. Это ошибка, но как точно подмечена разница в динамике разрушения стали и мрамора!)

А какую неточность можно заметить в стихотворении Л. Лавренёва «Нобуж»?

*..В озон превращается воздух...*

(В озон превращается не воздух, а кислород. Уравнение реакции:  $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ .)

Писатели-фантасты часто используют химическую терминологию, при этом нередко допуская неточности и ошибки. Например, в романе А. Беляева «Продавец воздуха» читаем:

*«Мистер Бейли открыл шестую дверь, и я увидел изумительное зрелище. Перед нами был огромный подземный грот. Десятки ламп освещали большое озеро, вода которого отличалась необычайно красивым голубым цветом...*

*– Жидкий воздух, – сказал Бейли.*

*Я был поражён. До сих пор мне приходилось видеть жидкий воздух только в небольших сосудах нашей лаборатории».*

(Хочется заметить, что температура, при которой воздух становится жидким, должна быть ниже минус 196 градусов. Человеку при этой температуре невозможно находиться вблизи этого «озера», он погибнет от переохлаждения.)

Как вы думаете, имеет ли запах серная кислота? Обратимся к популярной повести А. Н. Рыбакова «Приключения Кроша»:

*«...Стоящий в электроцехе запах серной кислоты напомнил мне о сожжённых в Липках брюках...»*

Что хотел сказать автор повести и как следует видоизменить фразу, чтобы она звучала химически грамотно? Разумеется, в цехе дуговой электросварки не могло пахнуть серной кислотой – ей там просто неоткуда взяться. Тогда что имел в виду автор? При дуговой электросварке материалы, чаще всего металлы, сплавляются теплом электрической дуги, температура которой достигает 5000 градусов. При столь высокой температуре могут образоваться: озон  $3O_2 = 2O_3$ ; оксид азота (II)  $N_2 + O_2 = 2NO$ . Последняя реакция влечёт за собой другие:  $2NO + O_2 = 2NO_2$  и  $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$ .

В результате концентрация оксидов азота, азотной кислоты и озона в воздухе возрастает. Поэтому фразу в тексте следовало бы изменить так:

*«...Стоящий в электроцехе запах озона, оксидов азота и азотной кислоты напомнил мне о сожжённых в Липках брюках...»*

Ну а серная кислота? Имеет ли всё-таки она запах? Нет.

Конечно, что и говорить – истины, облечённые в поэтические одежды, порой влияют на умы гораздо сильнее, чем простые высказывания. Союз наук поражает нас своей изобретательностью и неожиданностью. Монументальность химии, её сложность, логика, формулы, законы и понятия так гармонично сочетаются с изящной, напевной, лиричной поэзией и фантастической прозой...

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ТЕМЕ:**  
**«КРИТИЧЕСКОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ**  
**СЮЖЕТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ**  
**В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ»**

**Задание:** проанализировав отрывок из художественного произведения, обоснуйте его с точки зрения химии.

Отрывки из книг	Обоснование
1	2
<p><i>Отрывок из романа А. Н. Толстого «Гиперболоид инженера Гарина»</i></p> <p>«— Скажите, Роллинг, химические заводы представляют большую опасность для взрыва?</p> <p>— О, да. Четвертое производное от каменного угля — тротил — чрезвычайно могучее взрывчатое вещество. Восьмое производное от угля — пикриновая кислота, ею начинают бронебойные снаряды морских орудий. Но есть и еще более сильная штука, это — тетрил.</p> <p>— А это что такое, Роллинг?</p> <p>— Все тот же каменный уголь. Бензол, смешанный при восьмидесяти градусах с азотной кислотой, дает нитробензол. Если мы в нем две части кислорода заменим двумя частями водорода, то есть если мы нитробензол начнем медленно размешивать при восьмидесяти градусах с чугунными опилками, с небольшим количеством соляной кислоты, то мы получим анилин. Анилин, смешанный с древесным спиртом при пятидесяти атмосферах давления, даст диметиланилин. Затем выроем огромную яму, обнесем ее</p>	<p>В этом отрывке А. Н. Толстой называет некоторые виды взрывчатых веществ и рассказывает, как получают одно из них — тетрил:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бензол смешивают с азотной кислотой и под действием температуры получают нитробензол:  <math display="block">\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math> </li> <li>2. Из нитробензола путем прибавления водорода получают анилин:  <math display="block">\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 6\text{H}^+ = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math> </li> <li>3. Из анилина, прибавляя к нему древесный спирт (метиловый спирт), получают диметиланилин:  <math display="block">\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{OH} = \text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}</math> </li> </ol>

земляным валом, внутри поставим сарай и там проведем реакцию диметиланилина с азотной кислотой. За термометрами во время этой реакции мы будем наблюдать издали, в подзорную трубу. Реакция диметиланилина с азотной кислотой даст нам тетрил. Этот самый тетрил – настоящий дьявол: от неизвестных причин он иногда взрывается во время реакции и разворачивает в пыль огромные заводы. К сожалению, нам приходится иметь с ним дело: обработанный фосгеном, он дает нам синюю окраску – кристалл виолет».

*Отрывки из романа Жюль Верна  
«Таинственный остров»*

1. «...Руду расколотили на мелкие куски и вручную очистили от комьев земли и от песка. Затем перемежающимися слоями насыпали большую грудку угля и руды, как складывают дрова угольщики, когда пережигают их на уголь. Под действием воздуха, нагнетаемого мехами, уголь в этой грудке превращается в двуокись, а затем в окись углерода, которая, воздействуя на окись железа, отнимала от нее кислород.

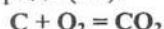
Сайрес Смит сделал для этого все, что следовало. Возле насыпанной кучи руды и угля установили мехи, сшитые из тюленьих шкур; воздух выходил из мехов через трубку, сделанную из огнеупорной глины, – трубку эту специально изготовили и обожгли в гончарной печи. Привели в действие механизм мехов, состоящий из подвижной рамы, самодельной

4. Смешивая диметиланилин с азотной кислотой, получают ТЕТРИЛ:  

$$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2 + 3\text{HNO}_3 = 3\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6(\text{CH}_3)_2(\text{NO}_2)_3\text{NH}_2$$

Здесь Жюль Верн описывает получение железа.

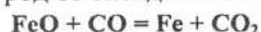
1. Сначала уголь превращается в оксид углерода (IV):



2. Затем уголь превращается в оксид углерода (II):



3. И наконец, оксид углерода (II) отнимает кислород от оксида железа:



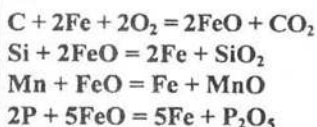
Или:  $2\text{FeO} + \text{C} = \text{CO}_2 + 2\text{Fe}$

веревки и противовеса, и тотчас из трубки вырвалась сильная струя воздуха, поднимая температуру прокаливаемой груды, она способствовала также химическому процессу образования железа при взаимодействии руды и угля...»

2. «...Гораздо больше пользы, чем чистое железо, могла бы принести сталь. Сталь же представляет собою соединение железа и углерода, которое получают двойным способом, либо из чугуна, отнимая от него избыток углерода, либо из железа, прибавляя к нему отсутствующий углерод. В первом случае путем обезуглероживания чугуна получают натуральную, или пудлинговую сталь, а путем добавления к чистому железу углерода — томленную сталь. Как раз такую сталь Сайресу Смит и хотелось выплавить, ибо у него уже имелось чистое железо. И он добился этого, переплавив железо вместе с толченым углем в тигле из огнеупорной глины...»

3. «...Пиритовые сланцы в основном состоят из углерода, кремнезема, окиси алюминия и сернистого соединения железа, его как раз там больше всего; нужно было выделить сернистое железо и как можно скорее превратить его в железный купорос, а получив железный купорос, добыть из него серную кислоту... Выбрав позади трупов площадку, колонисты тщательно ее выровняли, сложили там костер из хвороста и дров, на него положили куски железного кол-

Получение стали можно записать следующими уравнениями:



В этом отрывке Жюль Верн показывает, как группа людей, выброшенных на необитаемый остров, добывает серную кислоту из пиритовых сланцев, основной состав которых: углерод (C), кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ), оксид алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и сульфид железа (II) ( $\text{FeS}_2$ ), или его еще на-

чедана, так, чтоб между ними проходил воздух, а сверху засыпали тонким слоем серного колчедана, раздробленного на мелкие кусочки величиной с орех. Сложив все это, зажгли костер; накалившиеся сланцы воспламенились, потому что

содержали в себе углерод и серу. Тогда сверху положили еще несколько слоев дробленого колчедана, и всю эту огромную кучу прикрыли сверху землей и дерном, оставив лишь несколько отверстий, как это делается, когда складывают груды дров, пережигая их на уголь.

Горящую под спудом груды минералов и топлива, в которой происходили химические превращения, оставили в покое — нужно было не меньше десяти-двенадцати дней для того, чтобы колчедан превратился в сернистое железо и далее в железный купорос, а окись алюминия — в серноокислый алюминий, то есть в одинаково растворимые соединения, тогда как кремнезем и углерод, перешедшие в золу, нерастворимы...

...Когда всю груды колчедана пережгли, в результате химических превращений получился железный купорос, серноокислый алюминий, кремнезем, остаточный уголь и зола. Все это положили в корчагу, наполненную водой, разболтали в ней, дали отстояться, и когда жидкость стала прозрачной, ее слили — она представляла собой раствор железного купороса и серноокислого алюминия, все остальные вещества остались на дне корчаги в виде нерастворимого осадка. Жид-

зывают железным колчеданом.

План поселенцев был предельно прост.

I. Выделить из пиритов сернистое железо.

1. Пережигая пирит, получим оксид железа (III):  
 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ .

2. Присоединяя кислород, диоксид серы переходит в триоксид:  
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ .

3. Присоединяя к оксиду железа (III) триоксид серы, получим сульфат железа (III):  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

II. Из сульфата железа получить железный купорос:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

1. Так же как и сернистое железо, из пиритов выделился серноокислый алюминий; оксид алюминия присоединил триоксид серы:

$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

2. Кремнезем и углерод перешли в золу.

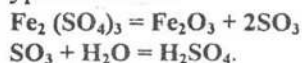
III. Положить все то, что они получили из пиритов, в сосуд с водой и получить раствор железного купороса и серно-

кость частично выпарили, при этом отложились кристаллы железного купороса, а невыпаренную воду, содержащую в себе купорос алюминия, оставили без употребления. В промышленной практике для производства серной кислоты требуется дорогостоящая установка. Тут нужны и заводы, и лаборатории, специально оборудованные платиновой посудой, свинцовые камеры, в которых происходят химические реакции (свинец не поддается действию кислоты), и т. д. Конечно, у Сайреса Смита и в помине не было такого оборудования, но он знал, что в некоторых странах, например в Бомбее, серную кислоту производят более простым способом и при этом достигают даже лучших результатов — получают кислоту более сильной концентрации. В частности, этим способом вырабатывается так называемая кислота Нодхаузена. Для получения серной кислоты Сайресу Смиту оставалось произвести сухую перегонку: прокалить в закрытом сосуде кристаллы железного купороса для того, чтобы серная кислота выделилась в виде паров, а затем, конденсируясь, эти пары превратились бы в жидкую серную кислоту...»

4. «...Для чего же ему «Сайресу Смиту» нужна была серная кислота в первую очередь? Да просто для получения азотной кислоты. Получить ее оказалось нетрудно: обработав серной кислотой селитру, он путем дистилляции добился выделения азотной кислоты...»

кислого алюминия. Потом частично выпарить раствор и получить кристаллы железного купороса.

IV. Под действием температуры кристаллы железного купороса можно превратить в серную кислоту. Этот процесс можно выразить двумя уравнениями:



Здесь говорится о получении азотной кислоты из серной кислоты и селитры:  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{HNO}_3.$

5. «...Наб и Пенкроф срезали весь жир с туши дюгоня и сложили его в большие глиняные корчаги. Из этого жира нужно было выделить одну из составных его частей – глицерин. Для этого достаточно было обработать его содой или известью. И в том и в другом случае получилось бы мыло и выделился необходимый Сайресу Смиту глицерин. Как мы знаем, извести у колонистов имелось достаточно, но обработка жира известью дает нерастворимое и, следовательно, бесполезное мыло, тогда как при обработке содой получилось бы растворимое мыло, которое могло бы пригодиться колонистам в их быту. Как человек практичный, Сайрес Смит решил обработать жир содой. Добыть соду оказалось не так уж и трудно. Море выбрасывало на берег очень много водорослей: кремнистые фукоиды, морской мох и другие. И вот колонисты собрали целые груды водорослей, сначала их высушили, а потом сожгли в открытых ямах. Сгорание длилось несколько дней, и температура поднялась так высоко, что зола расплавилась; в результате пережигания получилась сплошная сероватая масса, давно известная под названием натуральной соды. Теперь Сайрес Смит имел возможность обработать жир содой, получив таким образом растворимое мыло и нейтральное вещество – глицерин».

6. «...Добыв азотную кислоту, Сайрес Смит подлил к ней глицерина, предварительно сгустив его выпариванием в во-

Колонисты добыли животный жир и из него захотели получить растворимое мыло и глицерин. Для этого они обработали жир содой, которую получили из водорослей: жир + сода = глицерин + соли карбоновых кислот.

Мыло:  $R - COONa$ .

Итак, добыв азотную кислоту и глицерин, колонисты смогли получить

<p>дяной бане, и получил (даже без добавления охлаждающей смеси) несколько пинт желтоватой маслянистой жидкости».</p>	<p>то, к чему они так долго стремились, «желтоватую маслянистую жидкость», а это не что иное, как нитроглицерин, ужасное взрывчатое вещество:</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{NO}_2 \\   \\ \text{CH} - \text{O} - \text{NO}_2 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{NO}_2. \end{array}$
<p><i>Фрагмент из того же романа Жюль Верна, только из другой части</i></p> <p>«— Какое топливо заменит уголь?          — Вода, — ответил инженер.          — Вода? — переспросил Пенкроф.          — Да, но вода, разложенная на составные части, — пояснил Сайрес Смит. — Без сомнения, это будет делаться при помощи электричества, которое в руках человека станет могучей силой. Да, я уверен, что наступит день, и вода заменит топливо; водород и кислород, из которых она состоит, будут применяться и раздельно; они окажутся неисчерпаемыми и такими мощными источниками тепла и света, что углю до них далеко! Наступит день, друзья мои, и в трюмы пароходов станут грузить не уголь, а баллоны с двумя этими сжатыми газами, и они будут сгорать с огромнейшей тепловой отдачей...»</p>	<p>Здесь Жюль Верн рассматривает воду как эффективное топливо будущего.</p> <p>Проводя электролиз воды, получают водород и кислород:</p> $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2 + \text{O}_2.$ <p>Потом при сжигании водорода выделяется тепло: <math>2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + Q.</math></p>
<p><i>Отрывок из книги Л. Буссенара «Похитители бриллиантов»</i></p> <p>«Пожар пылал несколько часов подряд. Пещера превратилась в настоящую печь</p>	<p>Карбонат кальция под действием нагревания</p>

по обжигу известняка. Неслыханной силы пламя обожгло весь известковый пласт, который представлял собой углекислую соль кальция. Под действием огня известняк разложился... и получилось именно то, что называют негашеной известью. Оставалось только, чтобы на нее попало известное количество воды. Так и случилось. Ливень, который последовал за грозой, залил всю эту огромную массу негашеной извести. Она разбухла, стала с непреодолимой силой распираТЬ сжимающий ее уголь и выталкивать его по направлению к пропасти... Скалы, деревья, клад, мумии – все исчезло в мгновение ока вместе с презренными негодьями».

*Отрывок из книги А. Конан Дойля  
«Собака Баскервиль»*

«...Огромная пасть «собаки» все еще светила голубоватым пламенем, глубоко сидящие дикие глаза были обведены огненными кругами. Я дотронулся до этой светящейся головы и, отняв руку, увидел, что мои пальцы тоже засветились в темноте.

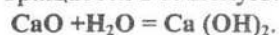
– Фосфор, – сказал я.

– Да, и какой-то особый препарат, – подтвердил Холмс, потянув носом. – Без запаха, чтобы у собаки не исчезло чутье».

разложился на негашеную известь и углекислый газ:



Под действием воды негашеная известь превращается в гашеную:



Людам свойственно ошибаться. Так, Конан Дойль ошибочно с точки зрения химии применил описание свойств фосфора в этом отрывке.

На воздухе белый фосфор действительно светится в темноте. Но уже при слабом нагревании, для чего достаточно простого трения, фосфор воспламеняется и сгорает, выделяя большое количество теплоты. Значит, если бы он покрывал шерсть собаки, то она получила бы ожоги от его воспламенения.

## ЗАЧЕТ-ВИКТОРИНА ПО СПЕЦКУРСУ «РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СТАНОВЛЕНИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ МИРА»

Зачёт проводится в форме викторины по аналогии с правилами телепередачи «Своя игра». Каждый ученик выбирает категорию и цену вопроса. Учитель зачитывает вопрос. Если учащийся затрудняется ответить, то вместо него может ответить другой ученик, первым поднявший руку. Победители викторины определяются по сумме набранных баллов. Если в кабинете химии есть компьютер, то предложенную ниже таблицу выбора вопросов можно оформить в гипертекстовой среде. Каждый учащийся сам выбирает категорию и цену вопроса, нажимая на цифру (гиперссылку), и следующим слайдом раскрывается вопрос. Кнопка внизу слайда с надписью «Ответ» позволяет (по гиперссылке) проверить правильность ответа.

**ТАБЛИЦА ВЫБОРА ВОПРОСОВ**

Химия и живопись	Стекло, керамика, архитектура	Металлы в искусстве	Химические средства гигиены и косметики	Химия на кухне	Домашняя химчистка
10	10	10	10	10	20
10	10	10	30	10	20
10	20	10	30	20	20
10	20	10	50	20	20
20	20	10		20	30
20	20	20			
20	20	30			
20	20	30			
20	20				
20	20				
30	20				
30	30				
30	30				
30	30				
40	40				
40					
40					
50					

## ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ЖИВОПИСИ

Баллы	Вопрос	Ответ
40	Какие химические процессы происходят при высыхании масляной живописи?	Окисление по кратным связям и полимеризация молекул непредельных карбоновых кислот. Процесс идёт до 1,5 лет.
30	Как изменяется масса масла, содержащегося в масляных красках, при высыхании?	Увеличивается, так как процесс окисления сопровождается поглощением кислорода из воздуха.
30	Как в живописи используются уголь и сажа?	Приготовление красок, роспись стен, эскизы, копирование.
20	В каких условиях нужно вести обжиг сырья для получения таких сажевых красок, как жжёная слоновая кость, виноградная (из лозы), персиковая (из косточек персика)?	Без доступа воздуха, так как при наличии кислорода органическое сырьё будет превращаться в углекислый газ, а не в сажу.
30	Почему синяя краска ультрамарин (натуральная) очень дорогая?	Производится из минерала лазурита. (1 кг лазурита стоит 1000 долларов и даёт 20–30 г краски).
50	Свинцовые белила под воздействием сернистых соединений, например сероводорода, темнеют, а цинковые – нет. Почему?	Образующийся сульфид свинца PbS чёрного цвета, а сульфид цинка – белого. $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 + 3\text{H}_2\text{S} =$ (св.белила) $= 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{PbS} + 2\text{CO}_2$

30	Какое широко распространённое в быту средство может отстравировать потемневшую (в результате превращения свинцовых белил в сульфид свинца) картину или икону?	Пероксид водорода $H_2O_2$ $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$ (чёрный) (белый)
20	В Древнем Египте богатые египтянки обводили глаза краской, приготовленной из тонко растёртого малахита. Позднее этот дорогой поделочный камень использовался для изготовления зелёной краски. Какова формула малахита?	Малахит – это основной карбонат меди (II) $(CuOH)_2CO_3$ .
20	К числу наиболее известных железосодержащих соединений относятся охры. Как вы объясните, что при прокаливании жёлтой охры $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ она приобретает красноватый оттенок?	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O = Fe_2O_3 + nH_2O$ $Fe_2O_3$ – железный сурик (красный).
30	Сульфат бария известен художникам под двумя названиями – постоянные белила и бланфикс. Предложите различные способы получения сульфата бария.	Взаимодействие серной кислоты с барием, оксидом бария, гидроксидом бария, солями бария.
40	Пигменты двух красок имеют изумрудно-зелёный	Карбонаты под действием кислот выделяют углекислый газ.

	<p>цвет. Это швейнфуртская зелень</p> <p><math>\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2</math></p> <p>и малахит <math>\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2</math>.</p> <p>С помощью какой простой качественной реакции можно различить эти соединения?</p>	
30	<p>Для приготовления краски кусочек малахита растёрли в порошок и случайно поставили ступку на горячую плиту. Как изменится окраска пигмента?</p>	<p>Зелёный цвет изменится на чёрный:</p> $\text{t}^\circ$ $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>(чёрный)</p>
10	Чем отличаются краски от пигментов?	Краска – это пигмент плюс связующее.
10	Какие пигменты – минеральные или органические – используются в живописи чаще?	Минеральные.
10	Какого цвета, судя по названию, аурипигмент?	Жёлтый (от aurum – золото).
40	Из чего делают простые и цветные карандаши?	<p>Простые: графит, глина, воск, пектиновый клей.</p> <p>Цветные: каолин, бентонит, тальк, жиры, красители.</p>
10	Что такое энкаустика?	Это живопись расплавленными твёрдыми красками, связующей основой которых является воск.

20	Объясните происхождение названия фресковой живописи.	В переводе с итальянского «фреско» означает «свежий». Фреска — это роспись водорастворимыми красками по сырой штукатурке.
20	Что такое темпера? Чем temperные краски отличаются от масляных?	Темперные краски: пигмент + эмульсия. Масляные краски: пигмент + растительные масла.
40	Что такое сиккативы и с какой целью их применяют в масляной живописи?	Сиккативы — ускорители высыхания масел. Катализаторами процессов окисления являются соли кобальта, марганца, свинца.
20	Объясните название химического элемента № 24.	«Хрома» в переводе с греческого — «краска». На основе соединений хрома готовится несколько художественных красок разного цвета.

# СТЕКЛО, КЕРАМИКА, АРХИТЕКТУРА

Баллы	Вопрос	Ответ
20	Почему для украшения фарфора серебром применяют препараты, содержащие не серебро, а платину?	Серебро в тонких плёнках чернеет, образуя сульфид серебра: $\text{Ag}_2\text{S}$ .
20	При изготовлении зеркал ещё в 1846 году был изобретён способ покрытия стекла тонким слоем серебра. Какие реактивы в качестве восстановителя серебра вы бы предложили?	Раствор глюкозы, формальдегида.
10	Почему поташное стекло раньше называли лесным стеклом?	Лес $\rightarrow$ древесина $\rightarrow$ зола $\rightarrow$ поташ ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) $\rightarrow$ стекло.
20	Какое стекло называют рубиновым?	С добавками коллоидного золота или оксида меди (II).
30	Где и когда возрождается и достигает расцвета производство стеклянной бижутерии?	Венеция, середина XIII века.
20	Какая страна является родиной витражей?	Франция.
30	Оксид какого металла даёт неповторимую синюю окраску гжельского фарфора?	Оксид кобальта (II): $\text{Co}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CoO}$ .

30	Что такое глазурь и для чего она нужна?	Глазурь – это прозрачное или окрашенное стекло, придающее керамическому изделию влаго- непроницаемость и прочность.
20	Кем и где был построен первый стекольный завод в России?	М. В. Ломоносовым в Усть-Рудице.
10	Каков химический состав обычного оконного стекла?	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .
20	Какие материалы используют в современной архитектуре?	Мрамор, известняк, цемент, бетон, кирпич, стекло, чугун, песок и т. д.
20	Какой процесс происходит при затвердевании извести?	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
40	Проанализируйте текст отрывка из книги «Таинственный остров» и ответьте на вопрос: какое вещество получилось и что случилось с пещерой после того, как... «Пожар полыхал несколько часов подряд. Пещера превратилась в настоящую печь по обжигу известняка... Под действием огня известняк разложился и получилось именно то, что называют негашёной известью... Ливень, который последовал за грозой, залил всю эту огромную массу негашёной извести...»	$\uparrow$ $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Q}$

20	Найдите «химическую» ошибку в стихотворении И. Сельвинского: «...видишь мрамор? Это просто кальций...».	Мрамор — это не кальций, а соединение, в основе которого соль — карбонат кальция.
20	Что такое майолика и почему она так называется?	Это грубая керамика. Впервые вывезена с острова Майорка.

### ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ГИГИЕНЫ И КОСМЕТИКИ

баллы	Вопрос	Ответ
30	Вещества каких классов органических соединений чаще всего используются в парфюмерной промышленности?	Эфиры, спирты, альдегиды, арены.
10	Что означает старинное выражение «сурьмить брови»?	В старину для подкрашивания бровей использовали сульфид сурьмы $Sb_2S_3$ .
50	Объясните механизм химической завивки волос.	Тиогликолевая кислота открывает дисульфидные мостики в белках волос, они становятся мягкими и приобретают форму папильотки. Закрепляют фиксажем с пероксидом водорода $H_2O_2$ , который вновь замыкает серные мостики, возвращая волосу его стабильность.
30	Какие химические вещества входят в состав пудры?	Тальк $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$ , каолин $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$ , стеараты цинка и магния, рисовый крахмал, оксид цинка и оксид титана (IV).

## МЕТАЛЛЫ В ИСКУССТВЕ

Баллы	Вопрос	Ответ
20	Почему инструмент для нанесения восковых красок (каутерий) изготавливают из бронзы?	Бронза быстро нагревается и долго сохраняет тепло.
10	Какие утилитарные цели преследует золочение куполов? Какие свойства золота делают возможным золочение?	Металлический блеск, коррозионная устойчивость, пластичность.
10	Назовите не менее трёх металлов, которые в разные времена применяли для создания зеркал.	Медь, серебро, олово, ртуть, алюминий.
30	Фарфоровая посуда и статуэтки часто декорируются позолотой. Почему в наше время продолжается столь расточительное использование драгоценного металла?	Соединения меди и других металлов, способные создать эффект позолоты, окисляются при обжиге фарфора.
10	Какой металл называют белым золотом?	Платину.
10	Чем знамениты уральские заводы в г. Касли?	Производством художественного литья из чугуна.
10	Когда появилась первая бронзовая скульптура?	В третьем тысячелетии до н. э.

30	О каком веществе идёт речь: «В Эрмитаже хранятся два удивительных произведения: пояс, будто сплетённый из конского волоса, и браслет – такая тонкая паутинка, что надо себя заставить поверить, что это не чёрная шёлковая нить, а...	...каслинское чугунное литьё».
----	---	--------------------------------

### ХИМИЯ НА КУХНЕ

Баллы	Вопрос	Ответ
10	Для чего добавляют консерванты в пищевые продукты? Какие консерванты мы используем чаще всего?	Чтобы замедлить или предотвратить развитие микрофлоры и продлить сохранность продукта. Поваренная соль, уксусная кислота.
20	Какие вы знаете пищевые добавки и для чего их используют?	Пищевые красители, цвето-регулирующие материалы, загустители, стабилизаторы, консерванты, антиокислители.
20	Почему картофель быстрее сварится, если бросить в кастрюлю кусочек жира?	Жир, благодаря нерастворимости в воде, создаёт на поверхности плёнку, которая служит своеобразной крышкой.
20	Почему при запекании мяса в духовке его рекомендуют смазать жиром (майонезом)?	При гидролизе жиров образуется глицерин, смягчающий белки мяса.
10	Как называются вещества, усиливающие вкус и аромат пищи?	Ароматизаторы. Это эссенции и концентраты (эфирные масла, альдегиды, спирты).

## ДОМАШНЯЯ ХИМЧИСТКА

Баллы	Вопрос	Ответ
20	Какие правила необходимо помнить при выведении пятен в домашних условиях?	Определить вид и возраст пятна, раствор опробовать на внутренней складке одежды, удалять пятно от краёв к середине, смочив края водой.
20	Чем вывести с одежды жирные пятна?	Бензином, спиртом, нашатырным спиртом + СМС, утюгом.
20	Какие кислоты можно использовать в быту для выведения пятен от фруктов и ржавчины?	Лимонную, яблочную, уксусную, щавелевую.
30	Объясните способ выведения пятен от ржавчины с помощью раствора уксусной кислоты.	Оксиды и гидроксиды железа растворяются в уксусной кислоте, образуя растворимые ацетаты железа.
20	Какие адсорбенты можно использовать в быту при выведении пятен?	Крахмал, муку, тальк.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большая иллюстрированная энциклопедия древностей. Прага, Артия, 1980.
2. Виноградова Н. А. Искусство средневекового Китая. М. 1980.
3. Газарян С. Прекрасное – своими руками. М.: Детская литература, 1987.
4. Гринберг Ю. И. Технология, исследование и хранение произведений станковой и настенной живописи. М.: Изобразительное искусство, 1987.
5. Журналы «Химия и жизнь», 1972–1979 гг.
6. Скурихин И. М. Всё о пище с точки зрения химика. М., 1991.
7. Титова И. М. Вещества и материалы в руках художника. М.: Мирос, 1994.
8. Химия в быту. Смоленск. Русич. 1996.
9. Энциклопедия для детей. Т. 17. М. Аванта +, 2000.
10. Энциклопедия юного художника. М., 1990.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<b>Часть I. Химия и искусство.....</b>	<b>4</b>
Химические вещества и материалы в живописи.....	4
Методы исследования произведений монументальной и станковой живописи.....	12
Изучение химического состава древней живописи в инфракрасных лучах.....	14
Металлы – материал для создания шедевров мирового искусства.....	16
О меди и бронзе.....	16
Позолота.....	21
Металлический блеск в зеркалах.....	23
Железо и жемчуг.....	25
Чугун: и волшебство, и вдохновение.....	27
Сталь: от оружия до... ювелирных изделий.....	30
Художественная ценность и свойства стекла.....	33
Характеристика и химический состав стекла.....	34
Способы производства и отделки стекла.....	36
Исторический обзор стеклопроизводства.....	38
Советы коллекционерам.....	40
Искусство керамики.....	40
Обзорная характеристика состава и свойств глинистых материалов. Каолин.....	41
Использование глинистых материалов.....	42
Виды керамики.....	43
Советы коллекционерам.....	50
Материал к внеклассному мероприятию «Чашепитие по...»	51
Чашепитие по-японски.....	54
<b>Часть II. Химия и повседневная жизнь человека.....</b>	<b>57</b>
Химические средства гигиены и косметики.....	57
Химия и пища.....	64
I. Основные химические вещества пищи.....	65
1. Белковые вещества.....	66

2. Липиды.....	71
3. Углеводы.....	75
II. Пищевые добавки.....	80
III. Природные токсиканты и загрязнители.....	84
IV. Пищевая аллергия.....	89
V. Химические основы домашнего приготовления пищи	90
VI. Химия пищеварения.....	93
Химчистка на дому.....	96
Удаление пятен.....	96
Выведение жирных и масляных пятен.....	98
Выведение цветных пятен органического происхожде- ния.....	100
Практическое занятие по теме «Домашняя химчистка»	103
<b>Часть III. «Химические» сюжеты в произведениях художественной литературы.....</b>	<b>107</b>
Практическое занятие по теме: «Критическое осмысле- ние химических сюжетов, используемых в художест- венной литературе».....	114
Зачёт-викторина по спецкурсу «Роль химических зна- ний в становлении материальной культуры мира».....	122
Литература.....	133

*Охраняется законом об авторском праве. Воспроизведение всего пособия или любой его части, а также реализация тиража запрещаются без письменного разрешения издателя. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.*

## **ХИМИЯ ДЛЯ ГУМАНИТАРИЕВ** **10, 11 классы**

© Составитель **Н. В. Ширина**, 2004

Ответственные за выпуск

**Л. Е. Гринин, А. В. Перепелкина**

Редактор **А. В. Перепелкина**

Редактор-методист **Л. В. Голубева**

Технический редактор **Л. Я. Иванова**

Корректор **Н. И. Березнева**

Верстка **О. В. Анненкова**

© Издательство «Учитель», 2004  
400067, г. Волгоград, п/о 67, а/я 32

Если Вы напишете по адресу: 400067, г. Волгоград, п/о 67, а/я 32, издательство «Учитель» или позвоните по телефону: код (8442) 42-24-79, 42-20-63, Вам будет выслан полный каталог пособий и книг издательства «Учитель». Адрес электронной почты (E-mail): [uchitel@avt1g.ru](mailto:uchitel@avt1g.ru)  
**По вопросам оптовых поставок обращаться по тел.: 42-39-51, 42-57-92, 42-11-58, 44-85-53.**

---

Подписано в печать 25.02.03. Формат 60х84 1/16.  
Бумага газетная. Гарнитура Тип Таймс.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,90. Тираж 3000 экз. Заказ 528.

Отпечатано с оригинал-макета  
в ВО ГУПП «Николаевская межрайонная типография».  
404033 г. Николаевск, Волгоградской обл., ул. Октябрьская, 1.

1000

*Профильное  
обучение*



*Издательство  
«Учитель»*

Библиосфера

Тел. 4-35-80

Имя и Фамилия

г. Ленинград, М. 35

ГЭК

3454



9 785705 705122

Химия для гуманитариев: 10, 11 кл

Цена 45.00

Издательство 78000 19.10.05

ISBN 5-7057-0512-3



9 785705 705122